

# RECHARGEMENT DE LA PLAGE DU CAP ROUSSET ET GESTION DES FEUILLES MORTES DE POSIDONIES PAR LA TECHNIQUE DU MILLE-FEUILLE - CARRY-LE-ROUET

NOTICE D'INCIDENCE DANS LE CADRE DE LA DEMANDE D'EXAMEN AU  
CAS PAR CAS



**Galatèa**

Actiparc 2 – Bât A – Chemin S' Lambert

13821 LA PENNE SUR HUVEAUNE

Tel : 04 86 77 78 30

Fax : 09 74 44 56 88

[www.galatea.fr](http://www.galatea.fr)

SAS au capital de 30 030€

N° Siret : 494 179 690 00040 – APE 7490B

Date	Version	Auteur(s)	Vérifié par	Validé par
11/03/2022	V0	P. Grillon D. Valette	A. Moulin	A. Moulin

## SOMMAIRE

1	INTRODUCTION .....	2
1.1	CONTEXTE.....	2
1.2	CADRE REGLEMENTAIRE .....	2
2	LOCALISATION DU PROJET .....	3
3	PRESENTATION DU PROJET .....	3
3.1	DESCRIPTION DU SITE.....	3
3.2	DESCRIPTION DES TRAVAUX .....	5
3.2.1	ORGANISATION DU CHANTIER.....	6
3.2.2	DURÉE DES TRAVAUX.....	6
3.2.3	MONTANT DES TRAVAUX .....	7
4	ENJEUX – ETAT INITIAL SYNTHETIQUE .....	7
4.1	MILIEU PHYSIQUE.....	7
4.1.1	METEOROLOGIE .....	7
4.1.2	METEO-OCEANOLOGIE .....	7
4.1.2.1	Courantologie .....	7
4.1.2.2	Houle.....	8
4.1.2.3	Variations du niveau marin.....	8
4.1.3	MORPHO-BATHYMÈTRIE.....	8
4.2	QUALITE DU MILIEU .....	9
4.2.1	QUALITE DES EAUX.....	9
4.2.2	QUALITE DES SEDIMENTS .....	10
4.3	MILIEUX NATURELS .....	14
4.3.1	ZONES D’INVENTAIRE ET DE PROTECTION DE LA NATURE ET DU PAYSAGE .....	14
4.3.1.1	Protections réglementaires .....	14
4.3.1.2	Parc Marin de la Côte Bleue .....	15
4.3.1.3	Sites NATURA 2000.....	16
4.3.1.4	Zones naturelles d’inventaire écologique, floristique et faunistique.....	17
4.3.2	HABITATS MARINS .....	17
4.3.2.1	Généralités.....	17
4.3.2.2	Etat de vitalité de l’herbier de Posidonie .....	26
4.3.3	ESPECES MARINES.....	36
4.4	ACTIVITES ET USAGES.....	37
4.4.1	EQUIPEMENTS ET ACTIVITES PORTUAIRES.....	37
4.4.2	ACTIVITES NAUTIQUES ET BALNEAIRES .....	38
4.4.3	PECHE .....	38
4.4.4	BALISAGE ET REGLEMENTATION EN MER.....	38
4.4.5	ACCES ET DEPLACEMENTS .....	39
4.4.6	RESSOURCES EN EAU ET ASSAINISSEMENT .....	39
4.4.7	PAYSAGE.....	40
4.5	RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES.....	41

4.5.1	INONDATION .....	41
4.5.1.1	Ruissellement urbain .....	41
4.5.1.2	Submersion marine .....	41
4.5.2	MOUVEMENTS DE TERRAIN .....	41
4.5.3	FEU DE FORET .....	43
4.5.4	SÉISMES.....	43
4.5.5	RISQUES TECHNOLOGIQUES .....	44
5	EVALUATION SYNTHETIQUE DES INCIDENCES – MESURES ERCAS .....	44
5.1	INCIDENCES SUR LE MILIEU PHYSIQUE .....	44
5.2	INCIDENCES SUR LA QUALITE DU MILIEU .....	44
5.3	INCIDENCES SUR LE MILIEU NATUREL.....	45
5.3.1	INCIDENCE SUR LES HABITATS MARINS.....	45
5.3.2	DERANGEMENT DE LA FAUNE .....	45
5.4	INCIDENCES SUR LES ACTIVITES ET USAGES .....	45
5.4.1	ACTIVITES NAUTIQUES ET BALNEAIRES .....	45
5.4.2	ACCES ET DEPLACEMENTS .....	45
5.4.3	NUISANCES SONORES .....	45
5.4.4	ODEUR ET EMISSIONS ATMOSPHERIQUES .....	46
5.4.5	POLLUTION LUMINEUSE .....	46
5.4.6	INSERTION PAYSAGERE .....	46
5.5	RISQUES.....	46
6	MESURES ENVIRONNEMENTALES, MOYENS DE SURVEILLANCE ET D’INTERVENTION EN CAS D’INCIDENT OU D’ACCIDENT .....	47
6.1	MESURES PREVUES EN PHASE TRAVAUX.....	47
6.1.1	PREVENTION DES POLLUTIONS ACCIDENTELLES .....	47
6.1.2	CONTROLE DE LA QUALITE DES SABLES.....	47
6.1.3	CONTROLE DE L’ABSENCE DE PANACHE TURBIDE.....	47
6.2	MESURES DE SUIVI APRES TRAVAUX .....	47
6.2.1	SUIVI DE L’EVOLUTION DE LA PLAGE .....	47
6.2.2	SUIVI DES POSIDONIES.....	47
6.2.3	PROTOCOLE DE DECISION DE RENOUVELLEMENT DE L’OPERATION .....	48
7	BIBLIOGRAPHIE .....	49
	ANNEXES : RESULTATS D’ANALYSES DE SEDIMENTS .....	50

## 1 INTRODUCTION

### 1.1 CONTEXTE

La plage du Cap Rousset à Carry-le-Rouet est située à l'est du port, dans la zone marine protégée de Carry-le-Rouet du Parc Marin de la Côte Bleue. Elle est régulièrement soumise à une érosion liée aux tempêtes, provoquant un recul du trait de côte et une diminution de sa superficie principalement dans sa partie centrale. Cette plage est fortement fréquentée en période estivale pour la baignade et la pratique d'activités aquatiques.

La commune de Carry-le-Rouet souhaite profiter de l'opération de désensablement du centre de voile de l'anse du Rouet pour valoriser une partie du sable extrait (100 m<sup>3</sup>) en ré-engraissement sur la plage de Cap-Rousset, en mélange avec les banquettes de Posidonies présentes selon la technique de la mille-feuille.

Ce dragage a fait l'objet d'un dossier de déclaration au titre des articles L214-1 à 6 du Code de l'Environnement ayant donné lieu au récépissé de déclaration n°27-2019-ED du 25/02/2019 d'une durée de 10 ans.

### 1.2 CADRE REGLEMENTAIRE

En application de l'article R122-2 du Code de l'Environnement et de son annexe, **l'opération est soumise à examen au cas par cas**, déterminant la nécessité ou non de réaliser une étude d'impact, pour la rubrique suivante : **13. Travaux de rechargement de plage.**

L'article R 214-1 du Code de l'Environnement relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration en application des articles L 214-1 à L 214-6 du Code de l'Environnement, détermine, selon la nature et l'importance des travaux, activités ou ouvrages, quel sera le type de procédure d'approbation administrative à suivre.

Le projet n'est pas concerné par la rubrique **4.1.2.0.** « Travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu » en raison du faible montant des travaux, inférieur à 5 000 euros TTC.

## 2 LOCALISATION DU PROJET

Les travaux seront réalisés sur la plage du Cap Rousset sur la commune de Carry-le-Rouet dans le département des Bouches du Rhône sur la Côte Bleue.



Figure 1 : Localisation au 1:25 000 de l'aire d'étude (source : Géoportail)

## 3 PRESENTATION DU PROJET

### 3.1 DESCRIPTION DU SITE

La plage du Cap-Rousset est une plage de sable orientée Sud située dans la calanque du même nom, qui est incluse dans la zone marine protégée de Carry-le-Rouet du Parc Marin de la Côte Bleue.

La partie sableuse s'étend sur un linéaire d'environ 150 m et sur une largeur d'une dizaine de mètres. Elle est protégée à l'Est par une digue en enrochement de 30 m, composée d'une dalle en béton, qui permet de maintenir le sable sur cette partie. Le sable est assez fin et on voit dans l'eau un banc de sable qui peut être une zone d'accumulation du sable provenant de la plage.

La partie centrale est particulièrement soumise à l'érosion lors des tempêtes hivernales. On observe en partie haute des petits galets. Au niveau du trait de côte le sédiment est plus fin (sable grossier). Les fonds sont composés en majorité de cailloutis sur la partie immergée devant la plage.

Du côté Ouest au pied des falaises, on trouve du sable fin qui semble provenir de l'érosion des falaises (couleur similaire).

De part et d'autre, les bords de la calanque sont constitués de dalles rocheuses. Les fonds sont également rocheux.

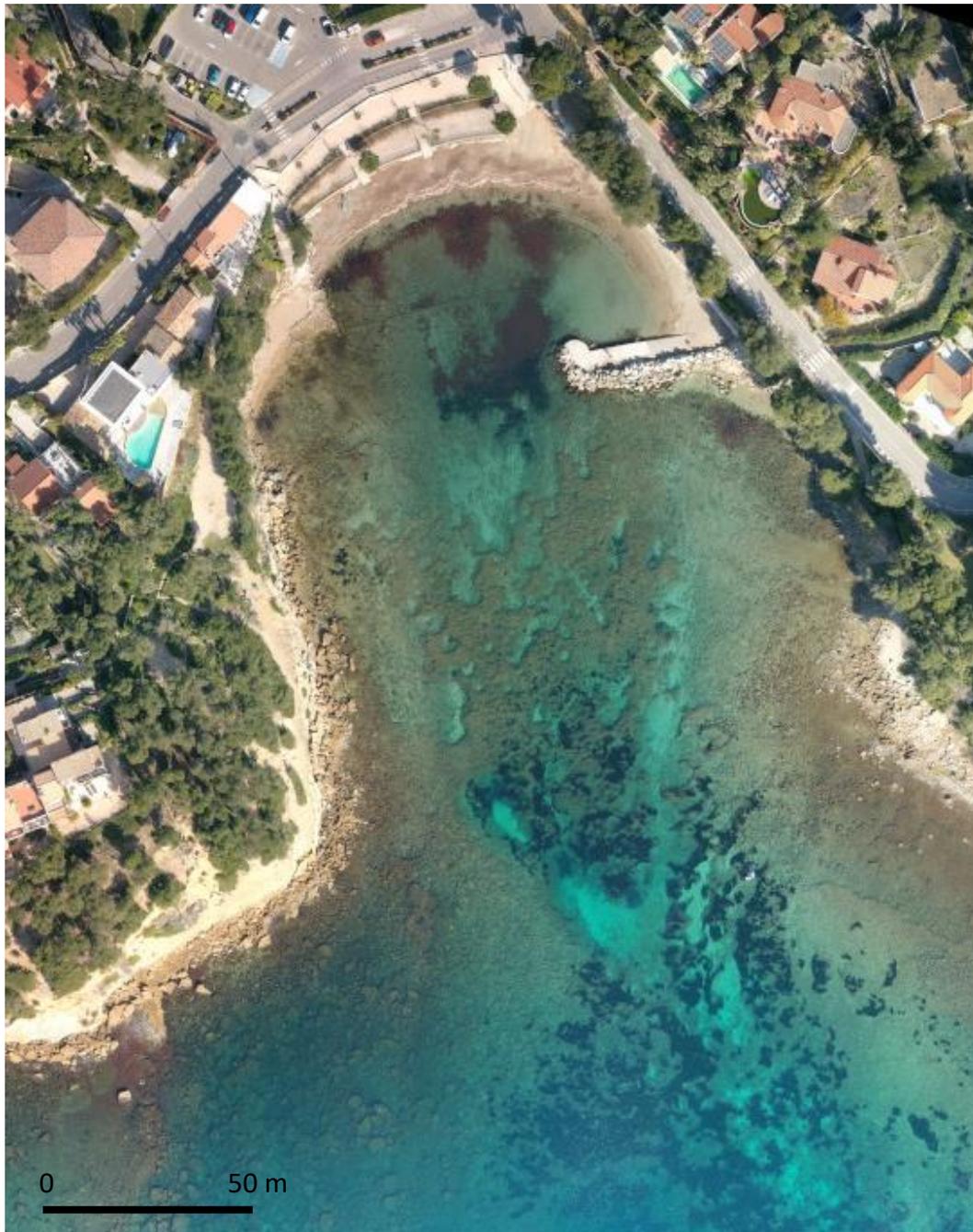


Figure 2 : Ortho photo du site prise par drone (GALATEA, 2022)



Figure 3 : Photographies de la plage, à gauche : digue en partie Est ; à droite : vue vers l'Est (Galatea, 2022)

A noter que cet hiver, il n'y a pas eu beaucoup de coups de mer de Sud ce qui explique que les plages de la région sont plutôt bien garnies et ne présentent pas de signes flagrants d'érosion cette année.

### 3.2 DESCRIPTION DES TRAVAUX

Un apport d'environ 100 m<sup>3</sup> de sable, provenant du dragage du centre de voile du Rouet (sable de granulométrie compatible avec les sables de la zone d'apport et de bonne qualité physico-chimique, < N1 de l'arrêté modifié du 09/08/2006, cf. 4.2.2), sera acheminé par camion-benne.

Les feuilles mortes de Posidonies sont étalées sur la partie émergée de la plage puis sont recouvertes par le sable.

L'opération nécessite l'utilisation d'un tractopelle et sera réalisée avant la saison balnéaire sur une durée de 2 jours.

La surface de la plage concernée est d'environ 560 m<sup>2</sup> en partie émergée ce qui correspond à une épaisseur de sable ajoutée de 18 cm en moyenne.



Figure 4 : Emprise du rechargement

Les banquettes de Posidonies présentes sur la plage seront utilisées en mélange avec le sable selon la technique du mille-feuilles, solution conforme à la doctrine du ministère en charge de l'environnement.

Le volume des Posidonies présentes sur cette surface a été estimée suite à une visite sur site survenue le 28/02/2022. Les feuilles mortes de Posidonies occupent quasiment toute la zone à recharger. Le volume des feuilles mortes est estimé à environ 100 m<sup>3</sup>, en considérant que le profil de plage sans feuilles est régulier et selon une pente qui correspond à la différence d'altitude entre le trait de côte sans posidonies et l'arrière de la plage constitué de sédiments essentiellement.

### 3.2.1 ORGANISATION DU CHANTIER

La commune informera les usagers du secteur de la tenue de ces travaux. La zone de rechargement sera balisée et interdite d'accès aux personnes non habilitées.

Le responsable en charge des travaux tiendra à jour un registre de chantier sur lequel il consignera :

- Les informations nécessaires à justifier de la bonne exécution des travaux.
- Les jours et heures de travail effectif les conditions météorologiques notamment lorsque celles-ci sont susceptibles de nécessiter des interruptions de chantier tout évènement susceptible d'affecter le déroulement des opérations.
- L'état d'avancement du chantier.
- Tout incident susceptible d'affecter le déroulement du chantier.
- Des photographies.
- La présence d'un panache turbide (dimensions), le cas échéant.

Ce registre sera tenu en permanence à disposition du service de la Police de l'Eau.

Une veille météo sera assurée afin de programmer les travaux lors d'une période favorable.

L'opération se fera conformément à la réglementation sur les chantiers et notamment par rapport aux aspects d'hygiène et de sécurité. Pour ce faire un Plan de Prévention des Risques sera élaboré avant le début des travaux. Les mesures suivantes seront appliquées sur le chantier :

- L'ensemble du chantier sera délimité et des panneaux avertisseurs seront disposés afin d'interdire l'accès au périmètre du chantier à toute personne non habilitée ou ne possédant pas à minima son EPI (Equipement de Protection Individuelle).
- Le matériel utilisé sera conforme à la réglementation en vigueur.
- Le port de protections individuelles sera obligatoire.
- Les éléments de sécurité conformes à la réglementation en vigueur seront présents.

### 3.2.2 DURÉE DES TRAVAUX

De par le faible volume de rechargement, la durée des travaux est estimée à 2 jours. L'opération sera réalisée au printemps, fin avril / début mai, soit après la période de houle hivernale et avant l'été.

Les travaux seront réalisés uniquement en journée et en semaine.

Ils pourront être renouvelés si nécessaire les années suivantes, selon l'évolution du trait de côte et les résultats du suivi réalisé, sous réserve de l'accord préalable du Parc Marin de la Côte Bleue.

### 3.2.3 MONTANT DES TRAVAUX

Le cout total des travaux est estimé à moins de 5 000 euros TTC, correspondant à l'acheminement des sables par camions et l'utilisation d'un tractopelle pour étaler les matériaux sur la plage.

## 4 ENJEUX – ETAT INITIAL SYNTHETIQUE

### 4.1 MILIEU PHYSIQUE

#### 4.1.1 METEOROLOGIE

La commune de Carry-le-Rouet bénéficie d'un climat méditerranéen caractérisé par des précipitations assez faibles en moyenne sur l'année (538 mm<sup>1</sup>) et irrégulières (minimale les mois d'été et maximales durant l'automne) avec des épisodes orageux pouvant occasionner en peu de temps de fortes précipitations. Les températures sont douces l'hiver (6,7 °C en moyenne en janvier) et élevées l'été (23,9°C en moyenne en juillet).

La Côte Bleue bénéficie d'une durée exceptionnelle d'ensoleillement, supérieure à la moyenne nationale, soit 2800 heures annuelles contre 1973 h/an.

Cela est notamment dû au mistral, qui sont en moyenne 93 jours par an et qui chasse les nuages. Les vents sont fréquents (86% du temps tous secteurs confondus). Il existe deux régimes dominants : le vent de Nord Nord-Ouest, appelé le Mistral, et le vent d'Est, appelé le Levant.

Le mistral est le vent dominant et le plus violent, avec des rafales de plus de 90km/h enregistré chaque année. Il s'agit d'un vent froid et sec en provenance de l'axe rhodanien, et qui souffle de l'Ouest et du Nord-Ouest. En été, le mistral accélère notamment le risque d'incendie de forêt.

Les vents d'Est et de Sud-Est ont à peu près le même nombre d'apparitions annuelles mais ont des vitesses moins importantes.

D'autres vents secondaires soufflent sur la Côte Bleue : la Tramontane (vent de Nord-Ouest), Largade et Labé (vents d'Ouest à Ouest/Sud-Ouest) et le vent de Sud-Est.

#### 4.1.2 METEO-OCEANOLOGIE

##### 4.1.2.1 Courantologie

Au large du littoral provençal les masses d'eau sont soumises à un courant géostrophique permanent d'Est en Ouest (courant liguro-provençal), largement modifié par le régime de vents engendrant plus près des côtes une circulation locale. Le long du littoral de la côte bleue, les deux régimes de vents dominants affectant le mouvement des masses d'eau sont le régime de Nord/Nord-ouest (Mistral) et le régime de Sud/Sud-Est.

---

<sup>1</sup> Les données météo proviennent de mesures réalisées à la station de Marignane sur la période 1921-2020 - <https://www.infoclimat.fr>

On note la présence d'une circulation verticale des eaux, par vent de mistral, la masse d'eau superficielle est repoussée vers le large et est remplacée par une masse d'eau plus froide venant du large en remontant par le fond (Upwelling). L'inverse est observé par vent d'Est et de Sud-Est.

Par temps de Mistral, en début d'épisode venteux ou par vent faible, un courant de pente modéré vers l'Est se met en place le long de la côte bleue. Après plusieurs jours de Mistral ou lors d'épisodes de fort vent, un courant de pente se met en place dans le sens opposé (vers l'Ouest) (Cabinet A. RAMADE/GERIM, 2000).

Par régime de Sud/Sud-Est, les masses d'eau sont poussées vers le Nord-Ouest selon un courant de pente parallèle à la côte. L'association des courants du nord de la rade de Marseille et de la côte bleue explique la présence de courant souvent forts (Cabinet A. RAMADE/GERIM, 2000).

#### 4.1.2.2 Houle

En Provence la houle est très liée aux régimes de vents régionaux (Principalement le Mistral, Levant (Sud Est), Labé (Sud à Sud-Ouest)).

Le long de la cote bleue, on distingue 3 orientations principales : les houles de Sud-Ouest les plus représentées (27%) ; les houles de Sud/Sud-Est (18%) les plus variables ; les houles de Sud/Sud-Ouest les plus fortes (17% des houles) (Charbonnel *et al*, 2013).

Les données de l'houlographe du Cap Couronne pour la période 1964-1978 montrent que la houle est faible (<0,5 m) près de la moitié du temps. La mer peut être considérée comme belle à peu agitée 92 % du temps. La houle dépasse rarement 2,7 m (1 %) et 4,25 m très rarement (0,1 %). Les hauteurs maximales de houles (> 4 m) sont atteintes par les houles de direction Sud Sud-Ouest (Coup de Labé ou Largade) (Charbonnel *et al*, 2013).

Le littoral de Carry-le-Rouet, orienté vers le Sud, est exposé à la houle d'Ouest engendrée par les vents d'Ouest à Nord-Ouest. Les houles de Sud-Ouest à Sud-Est (engendré par les vents de Sud-Ouest à Sud-Est) sont les plus sévères. La houle et la courantologie qu'elle engendre sont à l'origine du transit sédimentaire et de l'érosion de la plage.

#### 4.1.2.3 Variations du niveau marin

Comme pour la majorité de la Méditerranée, la marée astronomique a une faible amplitude au niveau des côtes Provençales (environ 40 cm d'amplitude au maximum à Marseille, [www.shom.fr](http://www.shom.fr)). Aux effets de la marée astronomique s'ajoutent les effets de surcote-décote qui peuvent modifier sensiblement le niveau d'eau. Par régime de mistral, les eaux sont basses et par vent de Sud/Sud-Est, les eaux sont hautes. Les surcotes extrêmes sont de l'ordre de 40 cm (annuel) et 80 cm (décennale).

#### 4.1.3 MORPHO-BATHYMÉTRIE

Sur la Côte Bleue, la topographie sous-marine suit le relief terrestre et présente une grande variété d'aspects : fonds sédimentaires en pente douce, reliefs chaotiques rocheux, secs et remontée rocheuses au large, tombants abrupts dans la partie Est.

La profondeur dans la calanque du Cap Rousset est faible (<5 m) et présente une pente faible et régulière.

La bathymétrie de la calanque du Cap Rousset présentée ci-dessous provient de données issues du programme Litto 3d® version 2017.

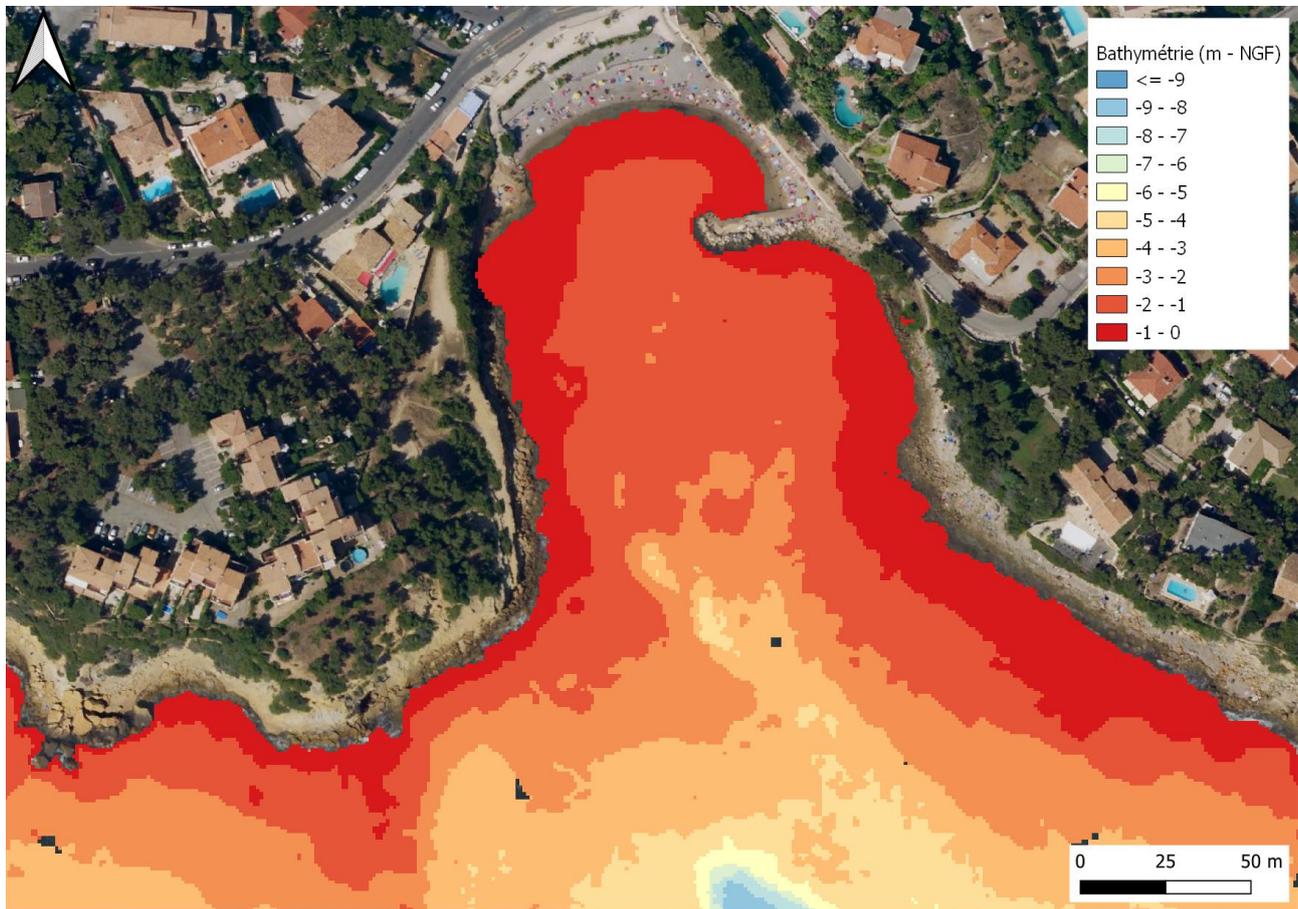


Figure 5 : Bathymétrie au droit du Cap Rousset (Source : SHOM, Litto3D)

## 4.2 QUALITE DU MILIEU

### 4.2.1 QUALITE DES EAUX

L'aire d'étude est située dans la **masse d'eau côtière FRDC05 « Cote Bleue »**. Selon l'état des lieux du bassin Rhône-Méditerranée de 2019, cette masse d'eau présentait un mauvais état écologique et un bon état chimique d'après les données acquises en 2018.

Les résultats des suivis RINBIO (campagnes 2000, 2003, 2006, 2009, 2012 et 2015) et DCE (campagnes 2006, 2009 et 2012) indiquent une faible contamination chimique, une très bonne qualité chimique (contaminants et hydrologie) et une bonne qualité biologique (Posidonie, macrobenthos et phytoplanctons) des eaux du champ moyen (lexique) étudiées sur des stations situées au droit de Carry le Rouet.

Les données du ROCCH révèlent une contamination élevée en plomb, mercure et zinc du champ proche (lexique) par rapport à la médiane nationale au niveau de la station du Cap Couronne (10 km à l’Ouest de Carry-le-Rouet).

On recense 5 **zones de baignade** faisant l’objet d’un contrôle sanitaire sur la commune de Carry, le plus proche étant la plage du Cap Rousset. La qualité des eaux de cette plage est évaluée comme bonne en 2020 et 2021. Les autres plages présentent une qualité excellente entre 2018 et 2021.



Figure 6 : Zones de baignade surveillée (<http://baignades.sante.gouv.fr>)

#### 4.2.2 QUALITE DES SEDIMENTS

Les sédiments en place sur la plage du Cap Rousset présentent une granulométrie variable et assez grossière. Sur la partie Est, le sable est assez fin de par la protection engendrée par la digue. La partie centrale, qui est davantage exposée à l’agitation, se compose des petits galets, de sable grossier au niveau du trait de côte et en majorité de cailloutis sur la partie immergée devant la plage. Du côté Ouest, on trouve du sable fin qui semble provenir de l’érosion des falaises (couleur similaire).

De part et d’autre, les bords de la calanque sont constitués de dalles rocheuses. Les fonds sont également rocheux.

Un échantillon moyen de sable a été constitué le 28/02/2022 à partir de trois prélèvements de surface sur la plage, selon le plan d’échantillonnage ci-dessous.



Figure 7 : Plan d'échantillonnage de la plage du cap Rousset

Le tableau suivant indique l'aspect du sédiment et les caractéristiques organoleptiques.

Echantillon	Aspect/caractéristiques organoleptiques
Rousset 1	Mélange de sables fins et de sables grossiers. Pas d'odeur. Couleur brun
Rousset 2	Mélange de sables fins et de sables grossiers. Pas d'odeur. Couleur brun
Rousset 3	Sables fins. Pas d'odeur. Couleur brun-gris

Tableau 1 : Aspect des échantillons élémentaires

La photo suivante présente les trois échantillons élémentaires prélevés.

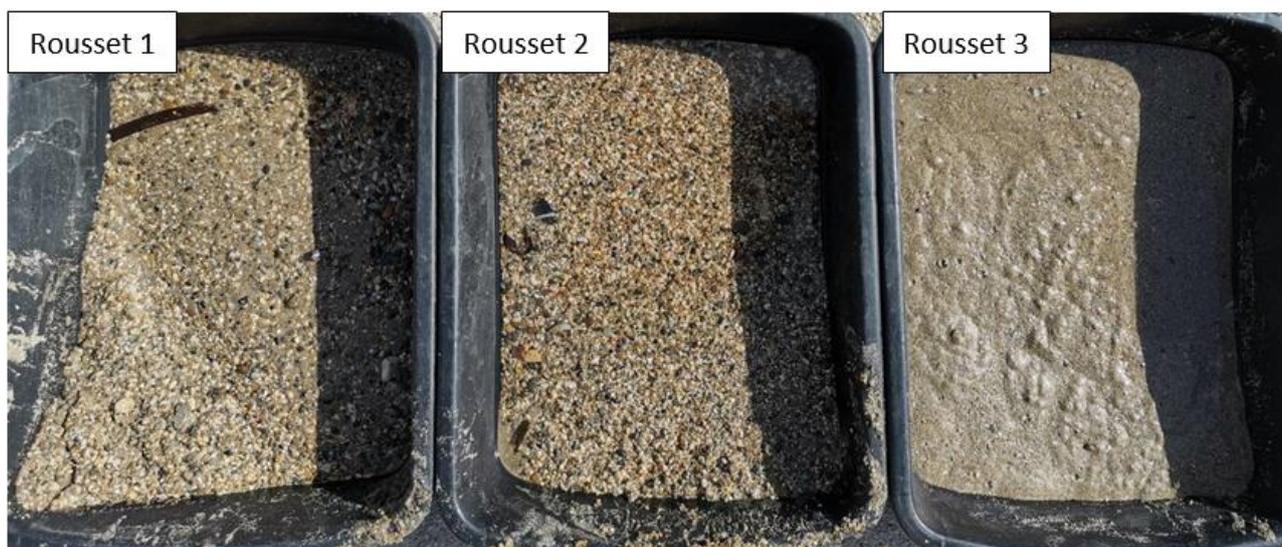


Figure 8 : Photographie des sables échantillonnés sur la plage

Une analyse granulométrique a été réalisée par le laboratoire CARSO sur cet échantillon moyen.

La fraction grossière, supérieure à 2 mm, représente 25% du poids brut de l'échantillon et se compose de cailloux et petits graviers.

Dans la fraction inférieure à 2 mm, la part de **sable moyen à grossier** (200-2000 $\mu$ m) est largement dominante (**78%**), avec une **valeur médiane de 340  $\mu$ m**. La proportion de particules fines (<63 $\mu$ m) est d'environ 6% et se compose essentiellement de limons, indiquant un faible envasement.

Granulométrie	Unité	Cap Rousset 2022
>2 mm	% PB	25,4
Sables grossiers : 200-2000 $\mu$ m	%	78,39
Sables fins : 63-200 $\mu$ m	%	12
Limons : 2-63 $\mu$ m	%	5,28
Argile : < 2 $\mu$ m	%	0,93
D50	$\mu$ m	340

Tableau 2 : Granulométrie de la plage du Cap Rousset

Des analyses sont réalisées chaque année avant l'opération de dragage du centre de voile de Carry-le-Rouet. Un échantillon moyen est confectionné à partir de trois prélèvements réalisés dans la zone de dragage.

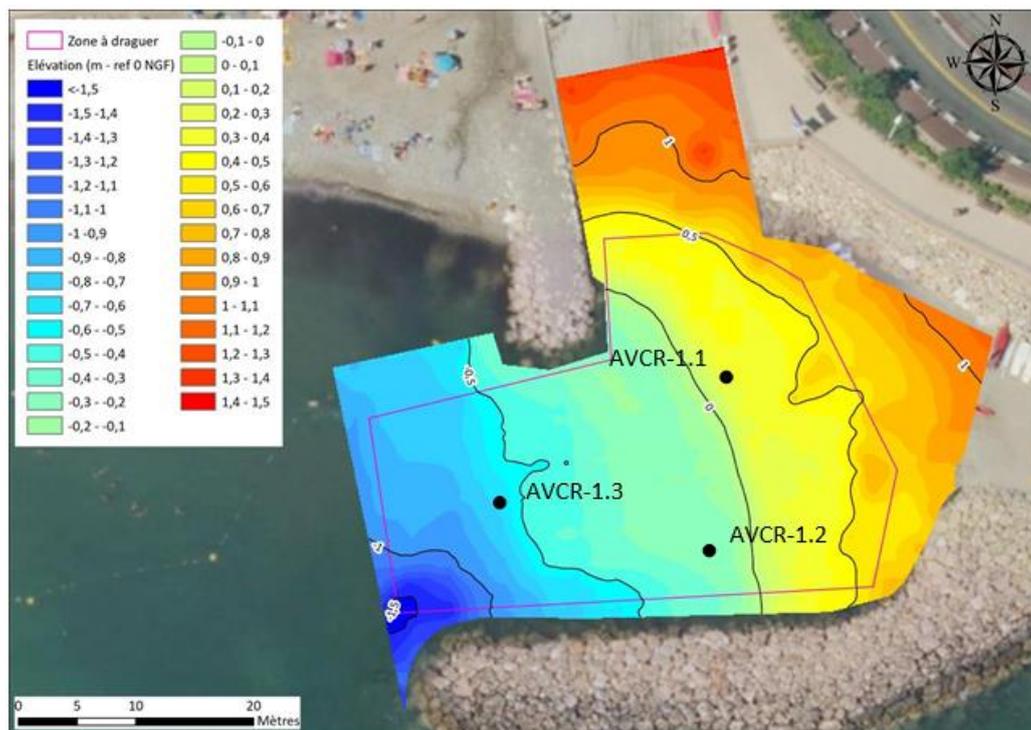


Figure 9 : Bathymétrie et plan d'échantillonnage 2021 des sédiments du centre de voile

La dernière campagne de prélèvement et d'analyses a été réalisée en avril 2021, une nouvelle campagne est prévue en mars 2022 et pourra compléter ces résultats. La synthèse des résultats depuis 2016 est présenté ci-après.

PARAMETRE	UNITE	ANNEE				
		2016	2018	2019	2020	2021
<b>NUTRIMENTS ET MATIERE ORGANIQUE</b>						
COT	g/kg MS	<1,0	-	1,44	3,44	5,20
Aluminium	mg/kg sec	433	-	380	368	865
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>						
Densité	g/cm <sup>3</sup>	1,7	-	-	-	1,7
Matière sèche	% PB	80,7	-	78,4	73,6	79,4
<b>GRANULOMETRIE</b>						
> 2mm	% PB	2,75	<1	2,16	4,07	3,70
200 µm < G < 2 mm	%	74,91	86,93	65,49	94,88	67,37
63 µm < G < 200 µm		25,09	13,07	32,73	3,54	32,63
20 µm < G < 63 µm		0	0	0	0,93	0
2 µm < G < 20 µm		0	0	1,22	0,64	0
G < 2 µm		0	0	0,56	0	0
D50		µm	-	297	235	414

Tableau 3 : Analyses des sables à draguer du centre de voile

Au regard des résultats d'analyses depuis 2016, les sédiments à draguer au centre de voile sont composés majoritairement de **sables moyens à grossiers** (moyenne à **78%**) et contiennent très peu de particules fines (moins de 2% de fractions < 63 µm). Le **diamètre médian moyen** est de **318 µm**.

La granulométrie moyenne mesurée ces dernières années dans les sédiments à draguer du centre de voile est donc assez proche de celle des sédiments en place sur la plage du Cap Rousset.

Les teneurs en aluminium (représentative de la quantité d'argile dans le sédiment) et en COT (indicateur de la quantité de matière organique), bien qu'en légère augmentation en 2021, sont assez faibles. Ces données sont cohérentes avec les caractéristiques granulométriques et confirment la très faible contamination potentielle des sédiments.

Au vu de ces caractéristiques et conformément à la circulaire du 14 juin 2000, ces sédiments peuvent être exemptés d'analyses complémentaires portant sur les contaminants (métaux lourds, HAP, TBT, PCB). Les dernières analyses physico-chimiques complètes ont été réalisées en 2016 et sont présentés ci-après.

PARAMETRE	N1*	N2*	CV 2016	UNITE
<b>METAUX LOURDS</b>				
Arsenic	25	50	1,26	mg/kg MS
Cadmium	1,2	2,4	<0,1	
Chrome	90	180	3,63	
Cuivre	45	90	5,0	
Mercuré	0,4	0,8	<0,1	
Nickel	37	74	<1,0	
Plomb	100	200	<5,0	
Zinc	276	552	5,59	
<b>ORGANOMETALLIQUES</b>				
Tributylétain (TBT)	100	400	<4,9	µg/kg MS

PARAMETRE	N1*	N2*	CV 2016	UNITE
<b>HAP</b>				
Benzo (b) fluoranthène	400	900	6,8	µg/kg MS
Benzo (k) fluoranthène	200	400	2,8	
Benzo (g,h,i) pérylène	1700	5650	3,3	
Indéno (1,2,3-c,d) pyrène	1700	5650	4	
Fluoranthène	600	2850	12	
Benzo (a) pyrène	430	1015	5,9	
Acénaphène	15	260	<2,4	
Acénaphthylène	40	340	<2,4	
Anthracène	85	590	<2,4	
Benzo (a) anthracène	260	930	5,2	
Chrysène	380	1590	6,7	
Dibenzo (a-h) anthracène	60	160	<2,4	
Fluorène	20	280	<2,4	
Naphtalène	160	1130	<2,4	
Phénanthrène	240	870	<2,4	
Pyrène	500	1500	9,5	
<b>ORGANOCHLORES</b>				
PCB 28	5	10	<1	µg/kg MS
PCB 52	5	10	<1	
PCB 101	10	20	<1	
PCB 118	10	20	<1	
PCB 138	20	40	<1	
PCB 153	20	40	<1	
PCB 180	10	20	<1	

Tableau 4 : Résultats d'analyses des sédiments

■ : Concentration < N1 - ■ : N1 ≤ Concentration < N2 - ■ : Concentration ≥ N2

\*Les seuils N1 et N2 sont définis par l'arrêté modifié du 09 aout 2006. MS = Matière Sèche – PB = Poids Brut

En 2016, la qualité physico-chimique des sédiments était très bonne. Les contaminants étaient en concentration très faible voire non quantifiables, et tous bien inférieurs aux seuils N1 de l'arrêté du 9 aout 2006 modifié.

De plus, la présence de germes fécaux n'a jamais été détectée dans les eaux interstitielles des sédiments, de 2018 à 2021. Les sables ne présentent donc pas de risque sanitaire.

## 4.3 MILIEUX NATURELS

### 4.3.1 ZONES D'INVENTAIRE ET DE PROTECTION DE LA NATURE ET DU PAYSAGE

#### 4.3.1.1 Protections réglementaires

Aucun zonage réglementaire n'est présent sur le site d'étude.

Les sites protégés par des **Arrêtés de Protection de Biotope** les plus proches sont terrestres et se situent tous à plus de 5 km.

La commune de Carry-le-Rouet ne possède pas de monuments protégés au titre de la Loi 1913. Le massif de la Nerthe est classé au titre de la loi du 2 mai 1930, codifiée dans les articles L. 341-1 à 22 du Code de l'environnement, pour son caractère pittoresque. Le périmètre du classement s'étend sur 4965 ha et ne couvre qu'une faible partie du territoire communal de Carry-le-Rouet. Il est situé à 1,8 km à l'est de la plage du Cap Rousset. Un site inscrit est situé à environ 3,6 km à

l'ouest du site: « le Littoral méditerranée depuis le lieu dit « le Rouveau » jusqu'au Grand Vallat, à Sausset-les-Pins ».

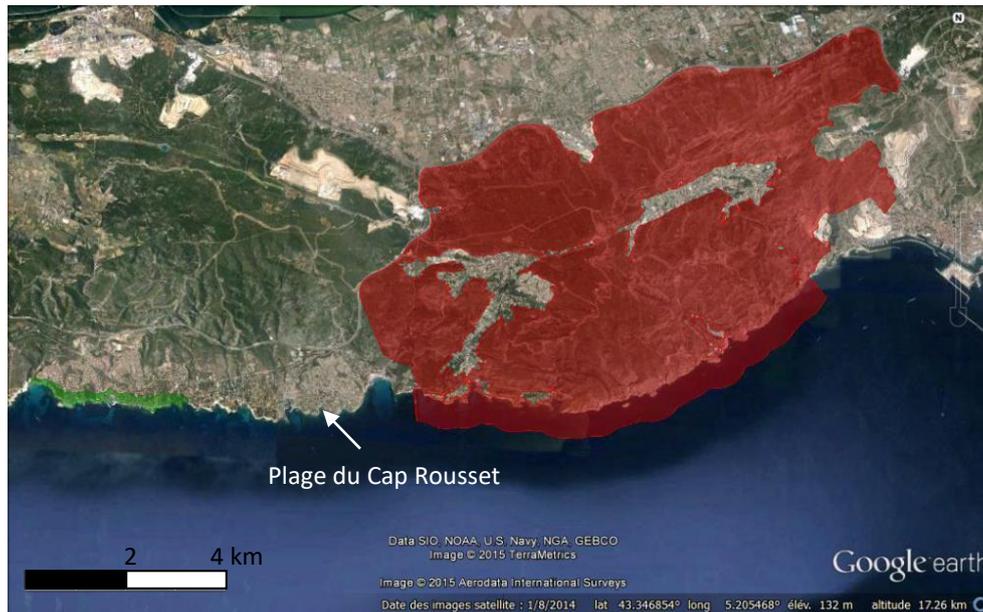


Figure 6 : Sites inscrits et classés de la cote bleue

 : Site inscrit « Le Littoral méditerranéen depuis le lieu dit "le Rouveau" jusqu'au Grand-Vallat, à Sausset-les-Pins » -  : Site classé « Massif de la Nerthe »

#### 4.3.1.2 Parc Marin de la Côte Bleue

L'aire d'étude est située dans le périmètre du **Parc Marin de la Côte Bleue (PMCB)**.

Deux zones marines protégées ont été délimitées dans le Parc : Zone Marine Protégée du cap couronne et Zone Marine Protégée de Carry-le-Rouet. Le projet est situé dans la zone marine protégée de Carry le Rouet.

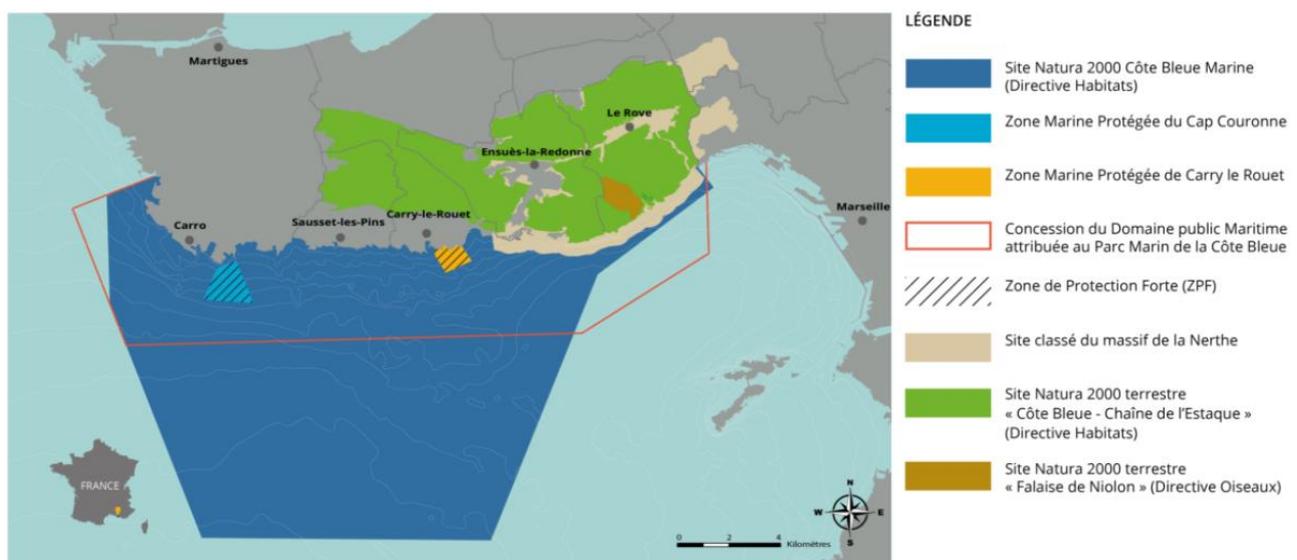


Figure 10 : Délimitation du Parc Marin de la Côte Bleue (source : PMCB)

Les Objectifs du Parc sont :

- La gestion, la protection et la revalorisation des milieux naturels marins et littoraux ;
- La contribution au développement économique et social des activités liées à la mer, et en particulier de la pêche professionnelle artisanale ;
- L'accueil, l'information, et l'éducation du public ;
- La réalisation d'actions expérimentales ou exemplaires dans les domaines ci-dessus, et la contribution à des programmes de recherche scientifique.

Le PMCB a été consulté dans le cadre de ce projet et l'opération sera réalisée conformément aux préconisations du parc.

#### 4.3.1.3 Sites NATURA 2000

La plage du Cap Rousset se trouve en limite du site Natura 2000 désigné **Zone Spéciale de Conservation (ZSC) « Cote Bleue » n° FR9301999** au titre de la directive « Habitats ».

D'autres sites sont situés aux alentours de Carry-le-Rouet :

- La ZSC FR9301601 « Cote bleue - Chaîne de l'Estaque », qui est entièrement terrestre et située au plus proche à environ 1 km de la zone des travaux.
- La Zone de Protection Spéciale (ZPS - Directive « Oiseaux ») FR9312017 « Falaises de Niolon » située au plus proche à environ 6 km.
- La ZPS FR9312007 « Iles Marseillaises » et la ZSC « FR9301602 » « Calanques et îles marseillaises - Cap Canaille et massif du Grand Caunet » situés au plus proche à 10 km.

Hormis la ZSC « Cote bleue », ces derniers sites ne sont pas susceptibles d'être influencés par les travaux de par l'éloignement du projet.



Figure 11 : Sites Natura 2000 - ■ ZSC Côte bleue marine - ■ ZSC Côte bleue - Chaîne de l'Estaque - ■ : ZPS Falaises de Niolon - ■ : ZPS Iles Marseillaises et ZSC Calanques et îles marseillaises - Cap Canaille et massif du Grand Caunet

#### 4.3.1.4 Zones naturelles d'inventaire écologique, floristique et faunistique

La plage se trouve à l'intérieur du périmètre de la ZNIEFF de type 1 « Zone marine protégée de Carry-le-Rouet ». Cette zone marine de 124 Ha abrite un herbier de posidonies et un certain nombre d'espèces protégées et déterminantes (*Pinna nobilis*, *Lithophaga lithophaga*, *Epinephelus marginatus*, *Corallium rubrum*, *Cystoseira amentacea var. stricta*). Son repeuplement naturel est important grâce au processus de l'effet-réserve largement mis en évidence et décrit à partir des études conduites dans cette zone, qui est soustraite depuis 1983 à toutes les formes de prélèvement humain. Son rôle pédagogique est important pour le grand public et les scolaires. Les autres ZNIEFF à proximité sont localisées sur la figure suivante.



Figure 12 : ZNIEFF de la côte bleue

■ : Herbier de Posidonies de la Côte Bleue - ■ : Chaînes de L'Estaque et de la Nerthe - massif du Rove - collines de Carro -  
■ : Coralligène profond de la côte bleue - ■ : Zone marine protégée de carry le Rouet - ■ : Du Rouet à Niolon - ■ : Ilot  
 Aragnon - ■ : Zone marine protégée du cap couronne - ■ : De Ponteau à la pointe de Carro

### 4.3.2 HABITATS MARINS

#### 4.3.2.1 Généralités

Les fonds de la calanque du Cap-Rousset ont fait l'objet d'une campagne de reconnaissance sous-marine et d'une ortho-photographie par drone en vue d'établir une cartographie des habitats et espèces (mars 2022). Les habitats marins suivants ont été observés :

- 1120 Herbiers de Posidonies (*Posidonia oceanica*) se déclinant en un habitat élémentaire :
  - 1120-1 Herbiers à Posidonie, ainsi que de la matte morte (habitat non communautaire)
- 1170 Récifs se déclinant en 4 habitats élémentaires :
  - 1170-10 Roche supralittorale (RS)
  - 1170-11 Roche médiolittorale supérieure (RMS)
  - 1170-12 Roche médiolittorale inférieure (RMI)
  - 1170-13 Roche infralittorales à algues photophiles (RIAP)

Les RMS et RMI ne sont pas représentées à la figure suivante, elles sont situées dans le prolongement des RIAP.

- 1110 Bancs de sable à faible ouverture permanente d'eau marine, cet habitat générique se décline en 3 habitats élémentaires :

- 1110-5 Sables Fins de Haut Niveau (SFHN)
- 1110-6 Sables Fins Bien Calibrés (SFBC)

Ces deux habitats sont désignés sous l'appellation « sables » dans la cartographie de la page suivante.

- 1110-9 Galets infralittoraux (GI)

- 1140 Replats boueux ou sableux exondés à marée basse qui se décline en 1 habitat élémentaire

- 1140-8 Laises à dessiccation lente dans l'étage supralittoral (non représentées sur la cartographie suivante, cet habitat correspond la partie émergée de la plage).

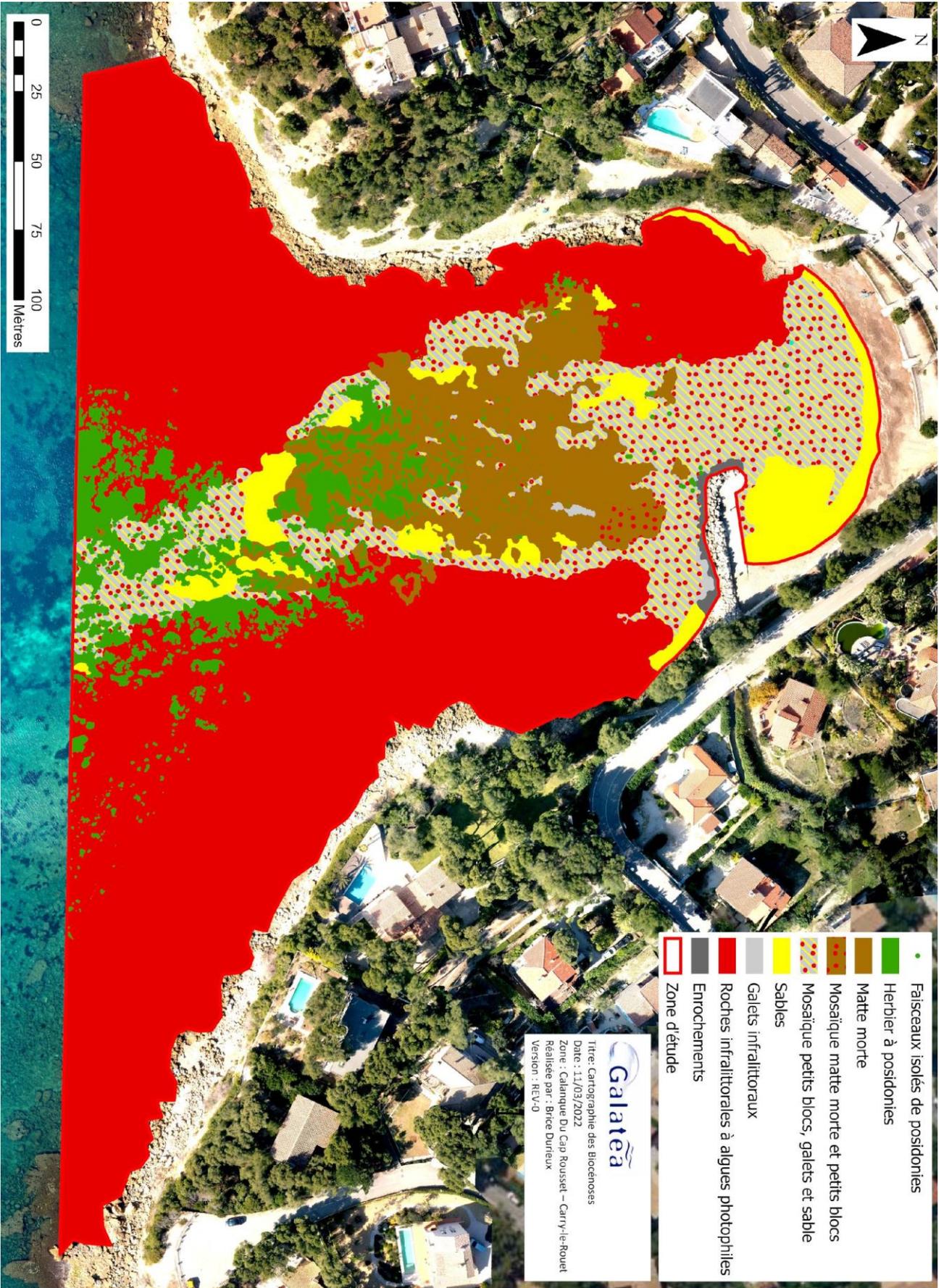


Figure 13 : Cartographie des habitats et biocénoses (GALATEA, mars 2022)

La figure ci-dessous présente la localisation de photos présentées dans la section suivante. Les numéros sur la carte correspondent aux numéros des photos.

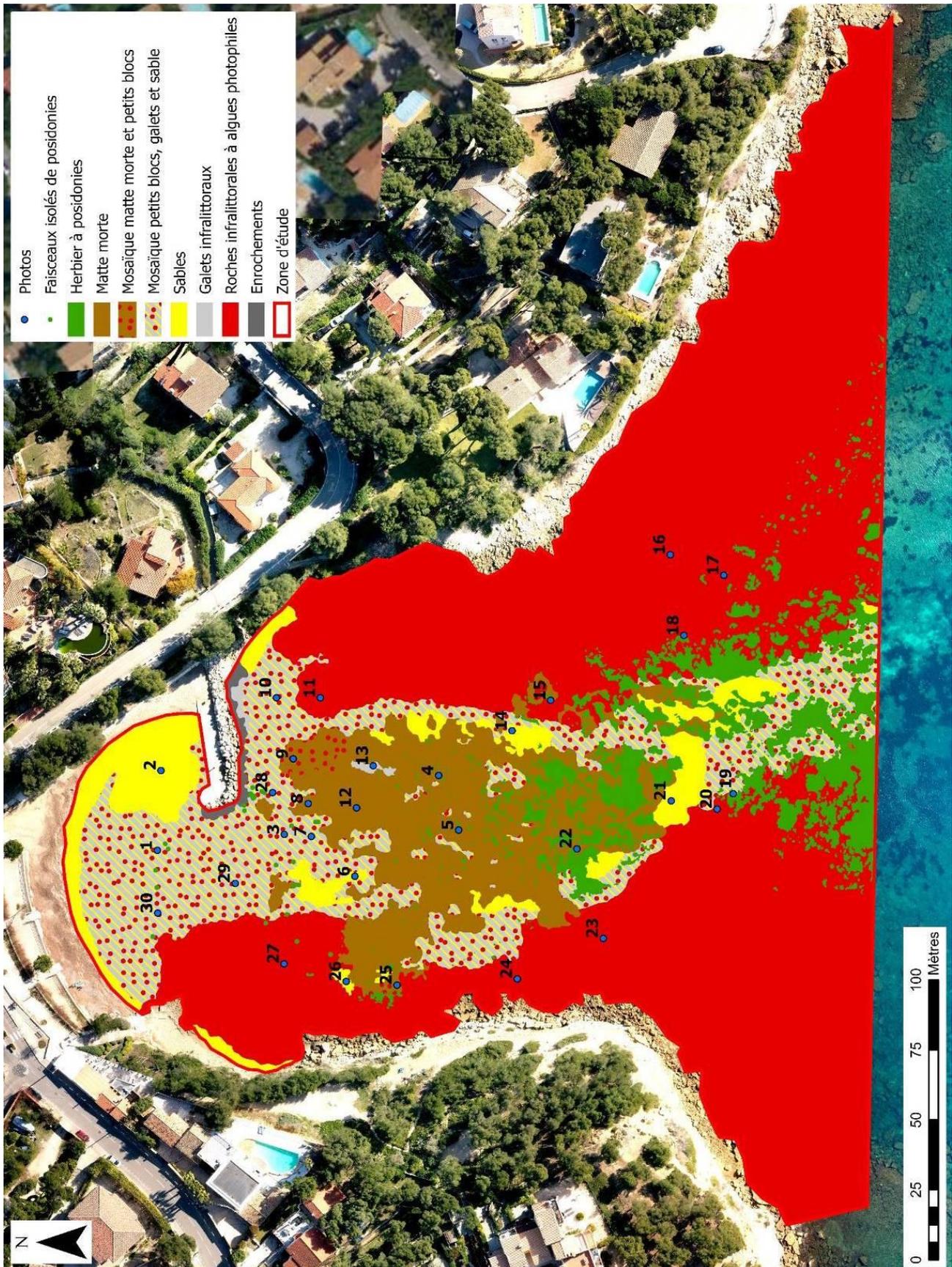
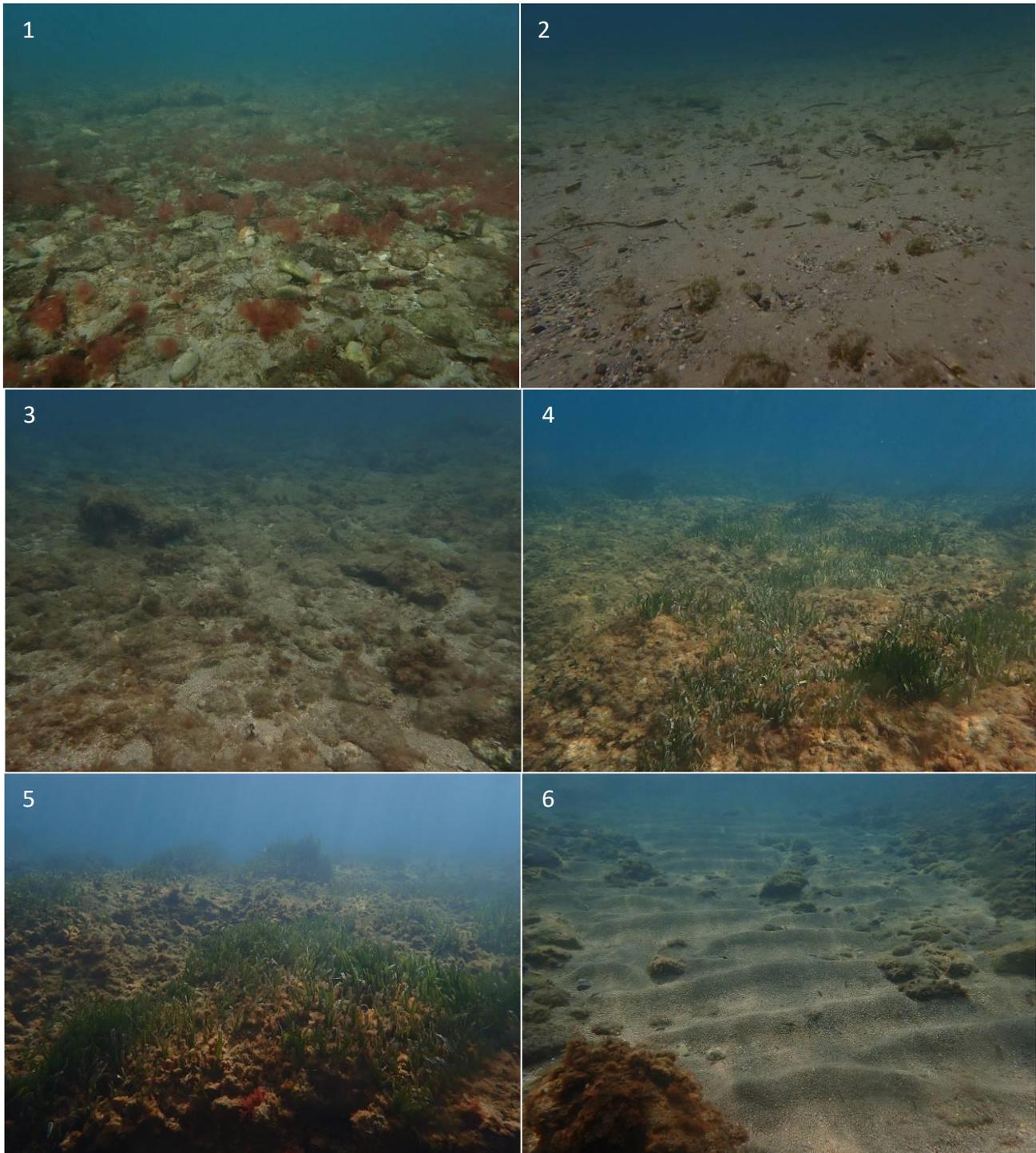
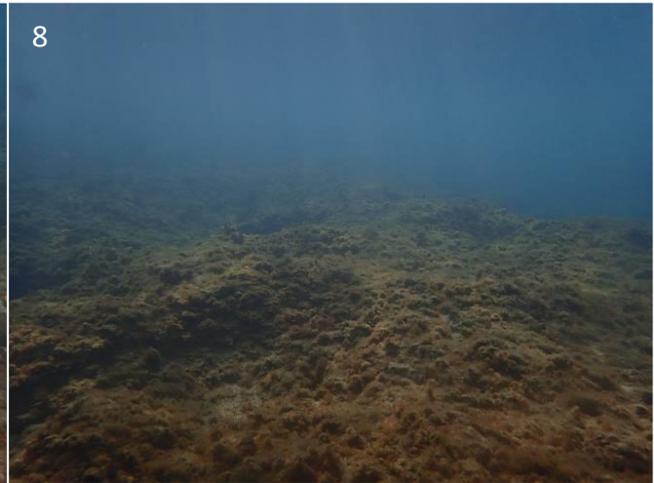


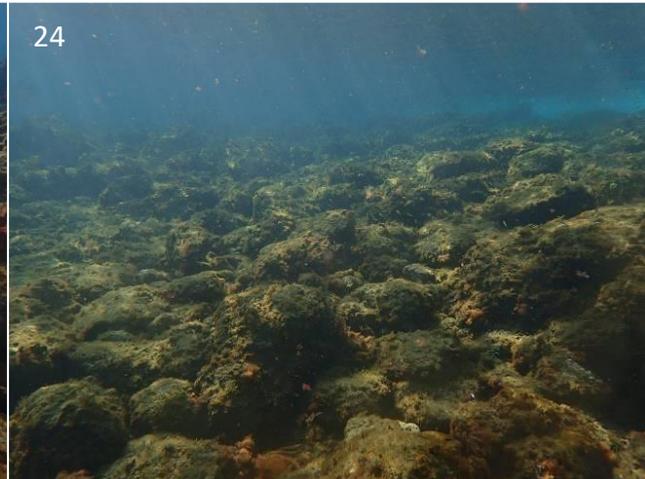
Figure 14 : Plan de localisation des photos sous-marines

La description des photos est présentée dans la section suivante (Tableau 5, p25).









Numéro	Description
1	Mosaïque de galets, de petits blocs et de sable
2	Sables fins bien calibrés
3	Mosaïque de galets, de petits blocs et de sable
4	Herbier à posidonies discontinu et clairsemé sur matre
5	Herbier à posidonies discontinu et clairsemé sur matre
6	Sables fins bien calibrés
7	Mosaïque de galets, de petits blocs et de sable
8	Matte morte de posidonies
9	Matte morte de posidonies et petits blocs de roche
10	Mosaïque de galets, de petits blocs et de sable
11	Roches infralittorales à algues photophiles
12	Matte morte de posidonies
13	Galets infralittoraux
14	Sables fins bien calibrés
15	Herbier à posidonies discontinu et clairsemé sur matre
16	Roches infralittorales à algues photophiles
17	Ilot de posidonie sur roches infralittorales à algues photophiles
18	Herbier à posidonies sur roche
19	Herbier à posidonies
20	Roches infralittorales à algues photophiles
21	Sables fins bien calibrés
22	Herbier à posidonies sur matre
23	Roches infralittorales à algues photophiles
24	Roches infralittorales à algues photophiles
25	Herbier à posidonies sur matre
26	Sables fins bien calibrés
27	Roches infralittorales à algues photophiles
28	Mosaïque de galets, de petits blocs et de sable
29	Mosaïque de galets, de petits blocs et de sable
30	Faisceaux isolés de posidonies

Tableau 5 : Tableau descriptif des photos

#### 4.3.2.2 Etat de vitalité de l'herbier de Posidonie

##### ❖ Protocole

La vitalité des herbiers à posidonies est établie à partir de mesures réalisées de 10 balises positionnées en limite supérieure au niveau de la « rivière de retour » où l'on trouve des zones sableuses.

Sur chaque balise, les mesures des paramètres permettant de déterminer la vitalité de l'herbier (densité, recouvrement, déchaussement) sont mesurées. Des photographies sont également effectuées.

Lors de l'état initial, des balises ont été positionnées puis géolocalisées à l'aide d'un GNSS RTK (précision centimétrique par correction en temps réel avec le réseau orpéon) situé en surface et à l'aplomb des balises.

Dix balises "Faynot polyroc" oranges ont été utilisées. Chaque balise est numérotée. Elles ont été posées le 04/03/2022 par une équipe de 3 plongeurs conformément à la réglementation en vigueur. La figure suivante présente le plan global de balisage. Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des balises relevées au GNSS.

L'évaluation de la vitalité de l'herbier à posidonies consiste en la mesure, à chaque station définie au préalable, des paramètres suivants :

- Type de limite et d'herbier.
- Taux de recouvrement de l'herbier.
- Densité des faisceaux de posidonies.
- Profondeur des mesures.
- Déchaussement.

Le **type de limite** peut apporter des informations importantes quant à l'état de santé d'un herbier. D'après Charbonnel *et al* (2000), on peut classer la limite supérieure d'un herbier en 5 catégories.

- La limite progressive est caractérisée par la présence de rhizomes plagiotropes en avant de la limite. Ceci indique une colonisation de l'herbier.
- Les limites franches montrent une démarcation bien nette entre les derniers rhizomes de posidonies et le sédiment (absence de matte morte en aval de la limite). Elle est caractérisée par la présence de rhizomes généralement orthotropes (à croissance verticale), mais sans édification d'une véritable matte. Ce type de limite traduit une stabilité de l'herbier.
- Une limite érosive de l'herbier présente un tombant de matte marquant la limite entre les posidonies et le sédiment. La formation de ce tombant de matte, de hauteur variable (20 cm à 1 m), résulte de l'hydrodynamisme. L'action des courants érode l'herbier et interdit toute progression.
- La limite régressive de l'herbier est caractérisée par la présence d'une étendue de matte morte, recouverte ou non par le sédiment, en amont de la limite de l'herbier. Ce type de limite traduit une régression de l'herbier.

- La limite morcelée traduit un déséquilibre du milieu. La limite supérieure de l'herbier, généralement franche, se morcelle. Selon l'importance du déséquilibre (rejets, aménagements, mouillages, dessalure, etc.), le morcellement de la limite d'herbier sera d'abord visible sous formes d'ondulations puis d'invaginations de son rebord et enfin d'un véritable fractionnement en taches et îlots de posidonies dont les tailles diminueront progressivement selon le gradient de proximité de la nuisance, pour aboutir à de petites touffes et groupes de faisceaux isolés (Charbonnel *et al*, 1995 in Charbonnel *et al*, 2000).

**Le type d'herbier** dépend des caractéristiques du milieu, notamment de l'hydrodynamisme et du substrat. On distingue l'herbier continu, l'herbier discontinu en mosaïque (alternance d'herbier et de matte morte, dans ce cas, la proportion de matte morte sera estimée), l'herbier de plaine (herbier sub-horizontal, sans relief particulier), herbier de colline, herbier ondoyant, etc. (Charbonnel *et al*, 2000. Boudouresque *et al*, 2006).

**Le recouvrement** correspond au pourcentage de couverture du substrat par les feuilles de posidonies, par rapport aux zones non couvertes (sable, matte morte, roche). Les valeurs de recouvrement varient selon l'état de vitalité de l'herbier. Dans le cas d'un herbier continu, présentant une vitalité élevée, le recouvrement atteint 80 à 100%. Ce recouvrement peut présenter des valeurs beaucoup plus faibles lorsque l'herbier est soumis à des conditions de développement défavorables.

Les valeurs diminuent selon la profondeur (au niveau de la limite inférieure, le recouvrement est généralement compris entre 5% et 40%) et avec la proximité de zones perturbées par des aménagements ou des rejets. Le recouvrement varie également de manière naturelle, selon la saison d'observation (du fait de la variation de la longueur des feuilles), ou par exemple, dans des secteurs soumis à un fort hydrodynamisme ou à une hyper-sédimentation (Charbonnel *et al*, 2000).

Le recouvrement est mesuré conformément à la méthode de Gravez *et al*. (1995 in Charbonnel *et al*, 2000) au moyen d'une plaque en plastique translucide de 30x30cm, divisée en 9 carrés de 10 cm de côtés. Le plongeur nage à au moins 2m au-dessus du fond (si possible) en tenant la plaque à bout de bras et compte le nombre de carrés occupés par *Posidonia oceanica* (Figure 15, p28). Le recouvrement est estimé globalement à l'arrière des balises.

Une échelle d'évaluation du recouvrement (faible, moyen, fort) est proposée, en fonction des valeurs moyennes mesurées. Les valeurs seuils considérées par cette échelle sont différentes selon la position de la limite (supérieure ou inférieure), puisque le recouvrement diminue de façon naturelle avec la profondeur.

Pourcentage de recouvrement (valeurs seuils)		
Limite supérieure	Limite inférieure	Interprétation
< 40%	< 20%	Faible recouvrement
40% à 80 %	20% à 50%	Recouvrement moyen
> 80%	> 50%	Fort recouvrement

Tableau 6 : Interprétation de la vitalité de l’herbier (tendance à la progression) en fonction des pourcentages moyens mesurés le long du balisage en limite supérieure d’herbier (d’après Charbonnel *et al*, 2000)

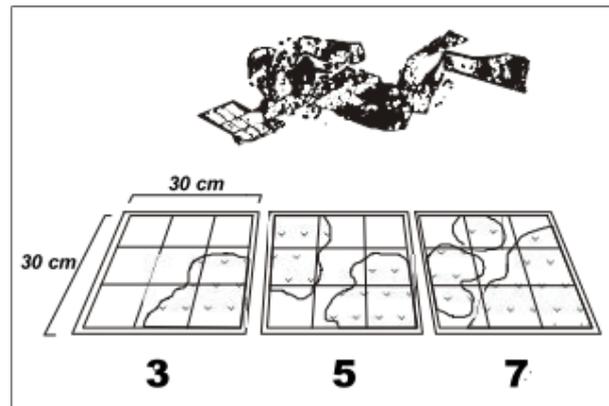


Figure 15 : Méthode d’évaluation du recouvrement de l’herbier de posidonie sur le substrat (d’après Gravez et al., 1995 *in* Charbonnel *et al*, 2000).

**La densité** correspond au nombre de faisceaux de posidonie par unité de surface ( $m^2$ ). La densité de l’herbier est calculée au niveau de chaque balise (3 mesures/balises) effectuées à l’aide de quadrats de  $0,04 m^2$  ( $0,20 \times 0,20 m$ ). Celle-ci varie en fonction de la profondeur et des conditions du milieu (lumière, type de substrat où l’herbier est implanté). Du fait de l’intensité lumineuse élevée près de la surface, un herbier présentera des valeurs de densité très élevées dans des secteurs superficiels, alors qu’elles seront beaucoup plus faibles en profondeur (limite inférieure) ou dans des zones présentant une turbidité élevée (Pergent et al., 1995 actualisé dans Pergent, 2007).

La grille de classification de la densité établie par Pergent (2007) permet de classer l’herbier en cinq catégories en prenant en compte la densité mesurée et la profondeur : densité très bonne, bonne, moyenne, médiocre et mauvaise.

La variabilité du facteur densité est expliquée à 54% par la profondeur (qui intègre également la pénétration de la lumière). Les 46% de variabilité restant sont liés à d’autres paramètres comme la turbidité moyenne, la pollution, l’hydrodynamisme ou la nature du substrat (Pergent-Martini, 1994). La **profondeur** est donc mesurée au profondimètre au niveau de chaque balise.

Profondeur (m)	Classes de densité (faisceaux.m <sup>-2</sup> )				
	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
1	>1195	1195 - 964	964 - 732	732 - 501	<501
2	>1126	1126 - 903	903 - 679	679 - 456	<456
3	>1061	1061 - 846	846 - 630	630 - 415	<415
4	>1000	1000 - 792	792 - 585	585 - 377	<377
5	>942	942 - 742	742 - 543	543 - 343	<343

Tableau 7 : Grille de classification de la densité (faisceaux/m<sup>2</sup>) de l'herbier de posidonie en fonction de la profondeur (m) (d'après Pergent, 2007 in Rouanet *et al*, 2014)

**Le déchaussement** représente la distance observée entre la base des feuilles (à laquelle l'on soustrait 2 cm pour les rhizomes orthotropes) et le sédiment (mesures réalisées selon les conventions décrites par Boudouresque *et al*, 1980).

Ce paramètre est mesuré directement en plongeant à l'aide d'une règle graduée, 3 mesures par balise sont effectuées.

Déchaussement valeurs seuils	Interprétation
< 5 cm	Déchaussement faible
5 à 15 cm	Déchaussement moyen
> 15 cm	Déchaussement important

Tableau 8 : Echelle d'évaluation du déchaussement (d'après Charbonnel *et al*, 2000)

#### ❖ [Plan de localisation des balises et photos](#)

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques (WGS84) des emplacements des balises et leur profondeur.

Balise	Latitude (° N) – WGS84	Longitude (° E) – WGS84	Profondeur (m)
1	43,3279525	5,1607005	1,2
2	43,3278057	5,1606913	1,6
3	43,3276914	5,1607748	2,5
4	43,3276181	5,1608617	1,9
5	43,3276881	5,1609433	2,3
6	43,3276764	5,1610940	1,4
7	43,3275843	5,1610621	1,9
8	43,3274949	5,1609668	2,8
9	43,3274153	5,1609944	3,3
10	43,3273706	5,1611739	2,3

Tableau 9 : Coordonnées géographiques et profondeur des balises



Figure 16 : Localisation des balises et orthophotographie drone du 04/03/2022

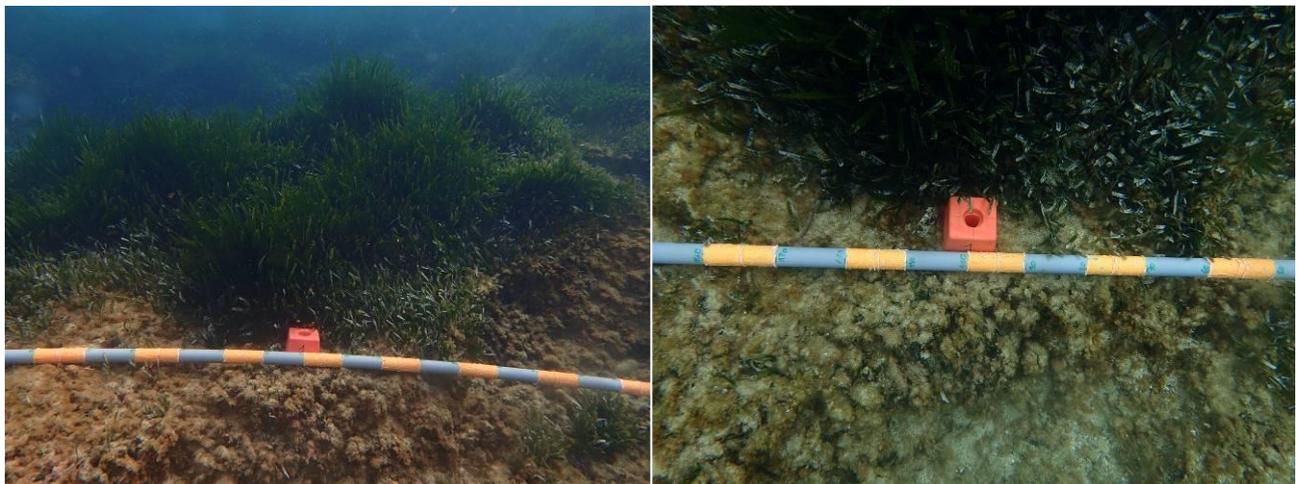


Figure 17 : Balise 1 de face (à gauche) et vue du dessus (à droite)

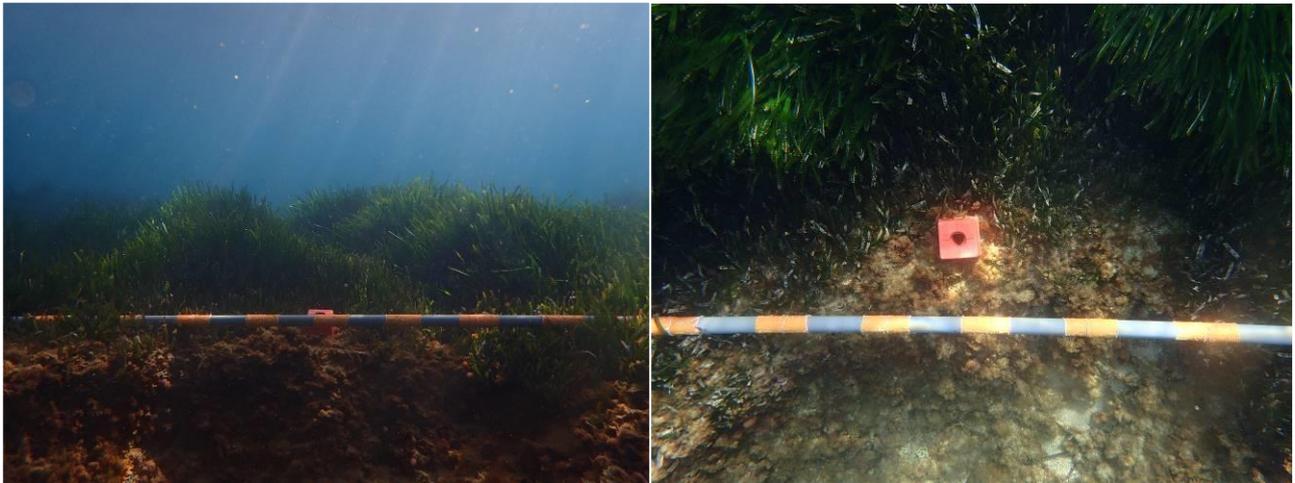


Figure 19 : Balise 2 de face (à gauche) et vue du dessus (à droite)

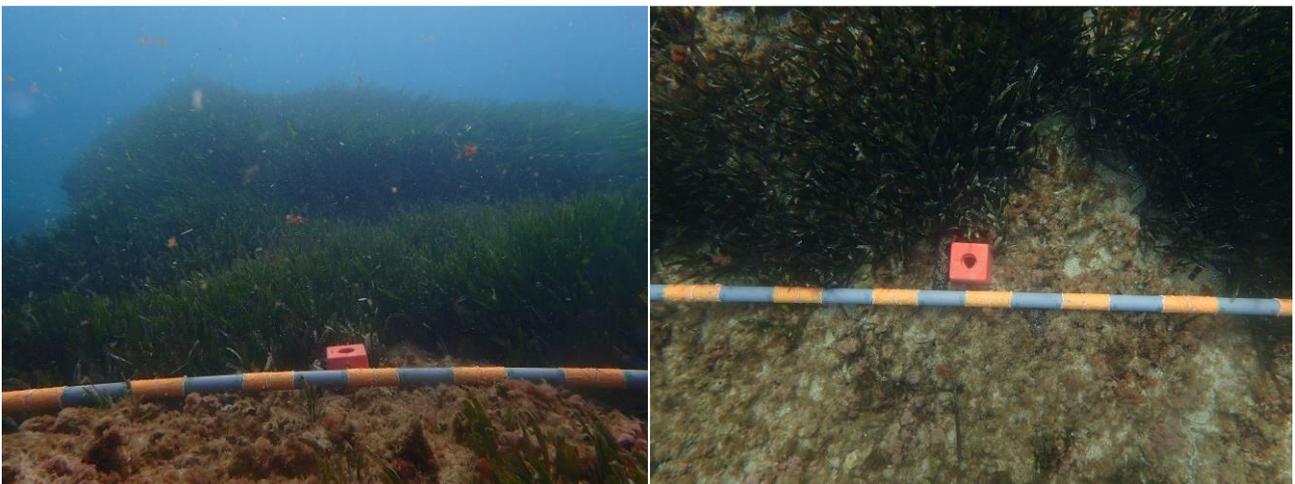


Figure 18 : Balise 3 de face (à gauche) et vue du dessus (à droite)



Figure 20 : Balise 4 de face (à gauche) et vue du dessus (à droite)



Figure 21 : Balise 5 de face (à gauche) et vue du dessus (à droite)

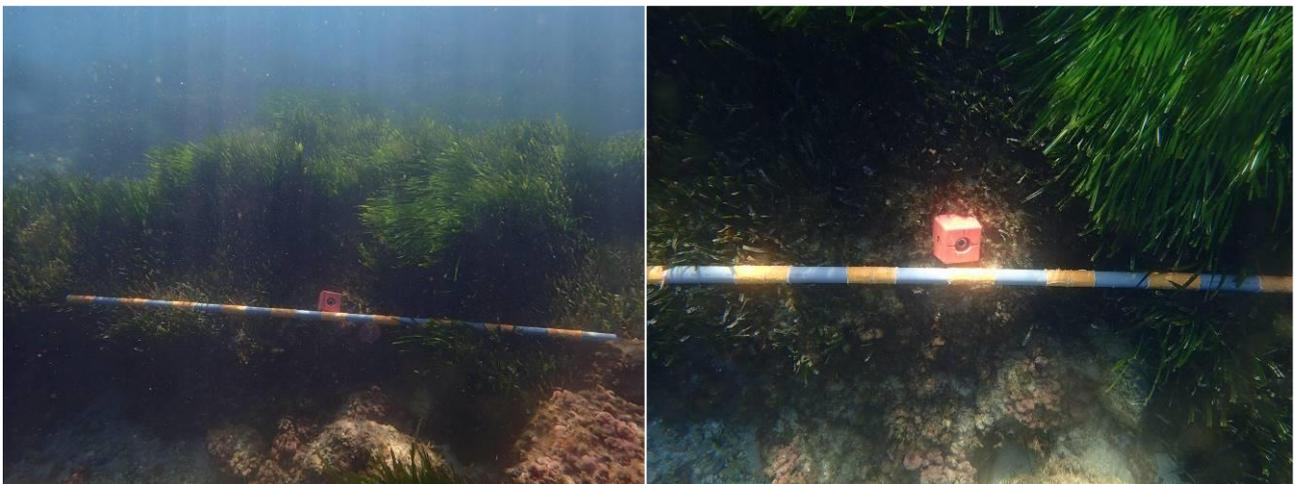


Figure 22 : Balise 6 de face (à gauche) et vue du dessus (à droite)



Figure 23 : Balise 7 de face (à gauche) et vue du dessus (à droite)

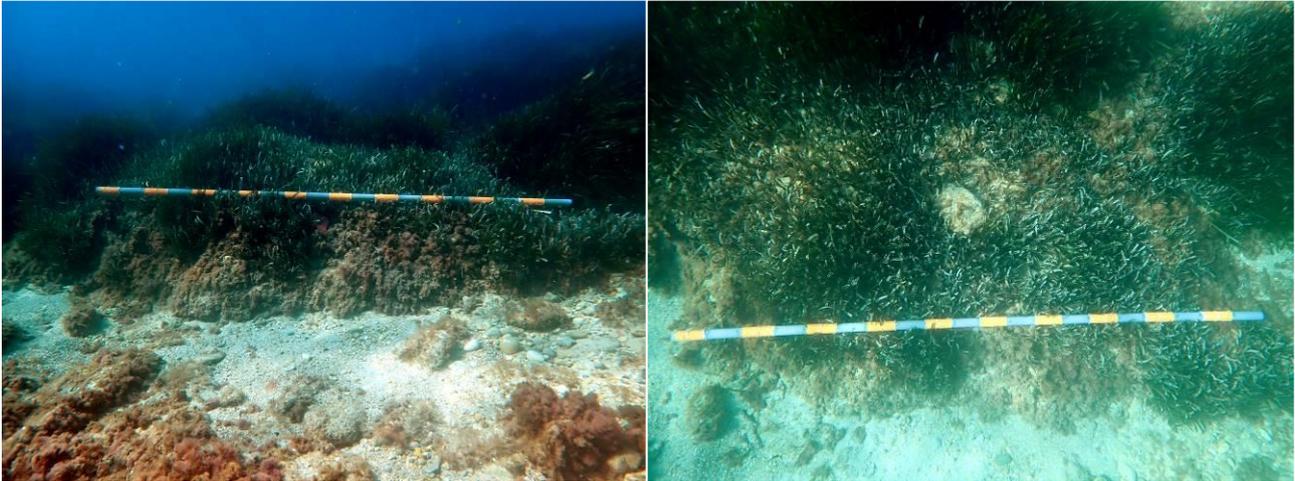


Figure 24 : Balise 8 de face (à gauche) et vue du dessus (à droite)



Figure 25 : Balise 9 de face (à gauche) et vue du dessus (à droite)



Figure 26 : Balise 10 de face (à gauche) et vue du dessus (à droite)

### ❖ Description de l'herbier et de la nature des fonds

L'herbier présente une limite supérieure morcelée : on observe de nombreux îlots de Posidonie et faisceaux isolés en mosaïque avec une grande superficie de matte morte. Ceci témoigne de la régression de la limite de l'herbier, mise en évidence ultérieurement par un suivi réalisé entre 1996 et 2001 par le parc marin de la côte bleue avant d'être abandonné, compte tenu de l'évolution et de l'état de vitalité dégradé de l'herbier en limite supérieure. Les résultats ayant montré une tendance globale à la régression, notamment dans les zones d'herbier les plus proches de la surface. Cette régression avait alors été attribuée à l'impact de l'activité de baignade mais également à l'action des organismes broutant l'herbier (saupes, oursins) (Sartoretto *et al*, 2009).

Les posidonies sont implantées principalement sur des fonds rocheux, de faible pente. On trouve de nombreuses structures érosives (tombant de matte) et une rivière de retour avec des fonds sableux au centre de la calanque.

### ❖ Faune et flore associée

De nombreuses espèces associées à l'herbier ont été observées. Ainsi, l'herbier abrite des oursins comestibles (*Paracentrotus lividus*), des holothuries, des poissons (Sars, Saupes, Girelles, Crénilabres, Serrans, Daurades royales, Loups, ...), des organismes filtreurs (ascidies, spirographes). L'algue envahissante *Cylindracea (racemosa)* a été observée sur la matte mais de manière éparsée et en couvert très peu dense (quelques stolons). Ceci n'est que temporaire, l'algue ayant un développement saisonnier marqué, elle sera plus dense au printemps et à l'été. Aucune grande nacre n'a été observée.

### ❖ Densité

La densité correspond au nombre de faisceaux de posidonie par unité de surface (m<sup>2</sup>). La densité de l'herbier est calculée au niveau de chaque balise à partir de cinq mesures effectuées à l'aide de quadrats de 0,04 m<sup>2</sup> (0,20 x 0,20 m).

**Globalement la densité révèle un très bon état de vitalité selon l'échelle de Pergent (2007).**

Balises	Profondeur (m)	Densité (faisceaux/m <sup>2</sup> )	Echelle Pergent 2007
1	1,2	1500	Très bonne
2	1,6	1600	Très bonne
3	2,5	1208	Très bonne
4	1,9	1517	Très bonne
5	2,3	1583	Très bonne
6	1,4	1792	Très bonne
7	1,9	1492	Très bonne
8	2,8	1033	Bonne
9	3,3	1333	Très bonne
10	2,3	1575	Très bonne
Moyenne		1463	
Ecart type		206	

Tableau 10 : Densités moyennes mesurées au niveau des balises

### ❖ Recouvrement

Le taux de recouvrement est le pourcentage de substrat recouvert par l'herbier.

Le taux de recouvrement est fort sur les deux transects, il ne semble pas y avoir de différence entre les deux zones.

Balises	Profondeur (m)	Recouvrement (%)	Echelle Charbonnel <i>et al</i> , 2000
1	1,2	81	Fort
2	1,6	89	Fort
3	2,5	100	Fort
4	1,9	78	Moyen
5	2,3	86	Fort
6	1,4	78	Moyen
7	1,9	70	Moyen
8	2,8	81	Fort
9	3,3	73	Moyen
10	2,3	100	Fort
Moyenne		84	Fort
Ecart type		10	

Tableau 11 : Recouvrement mesuré au niveau des balises

### ❖ Déchaussement

Le déchaussement est faible sur l'ensemble des balises.

Balises	Profondeur (m)	Déchaussement (cm)	Echelle Charbonnel <i>et al</i> , 2000
1	1,2	-1	Faible
2	1,6	-1	Faible
3	2,5	1	Faible
4	1,9	0	Faible
5	2,3	-2	Faible
6	1,4	0	Faible
7	1,9	1	Faible
8	2,8	-1	Faible
9	3,3	0	Faible
10	2,3	0	Faible
Moyenne		0	Faible
Ecart type		1	

Tableau 12 : Déchaussement moyen mesuré au niveau des balises

## ❖ Synthèse

L'ensemble des paramètres indique que la vitalité de l'herbier est bonne à très bonne. Ceci est à relativisé au vu du morcellement important de l'herbier et des traces de régressions.

Le tableau suivant rassemble les résultats des observations et mesures réalisées sur les 12 balises.

Balise	Prof (m)	Densité		Recouvrement		Déchaussement	
		Faisceaux/m <sup>2</sup>	Echelle Pergent 2007	%	Echelle Charbonnel <i>et al</i> , 2000	cm	Echelle Charbonnel <i>et al</i> , 2000
1	1,2	1500	Très bonne	81	Fort	-1	Faible
2	1,6	1600	Très bonne	89	Fort	-1	Faible
3	2,5	1208	Très bonne	100	Fort	1	Faible
4	1,9	1517	Très bonne	78	Moyen	0	Faible
5	2,3	1583	Très bonne	86	Fort	-2	Faible
6	1,4	1792	Très bonne	78	Moyen	0	Faible
7	1,9	1492	Très bonne	70	Moyen	1	Faible
8	2,8	1033	Bonne	81	Fort	-1	Faible
9	3,3	1333	Très bonne	73	Moyen	0	Faible
10	2,3	1575	Très bonne	100	Fort	0	Faible
Moyenne	2,12	1463	Très bonne	84	Fort	-0,2	Faible

Tableau 13 : Synthèse de l'évaluation de la vitalité de la limite supérieure de l'herbier de Posidonie

### 4.3.3 ESPECES MARINES

Une espèce protégée est présente dans la calanque :

- Posidonie (présence avérée).

Deux espèces protégées sont potentiellement présentes à proximité :

- Datte de mer (présence probable au niveau des zones rocheuses situées de part et d'autre de la plage)
- Grande nacre (présence probable dans l'herbier de posidonie et dans la matre).

Ces deux espèces n'ont pas été observées lors des plongées réalisées les 03 et 04 mars 2022 pour la réalisation de la cartographie des habitats marins.

Des espèces d'intérêt patrimonial ou écologique dont la présence à proximité est avérée :

- Oursin comestible (sur les zones rocheuses et de posidonie).
- Cystoseires (au niveau des zones rocheuses situées de part et d'autre de la plage, Figure 19, p24).

*Cystoseira amentacea var. stricta* est l'espèce de Cystoseire dominante sur la ZSC « Côte bleue marine », mais deux autres espèces sont communément observées au sein de la Roches Infralittorales à Algues Photophiles. Il s'agit de *Cystoseira crinita* et *C. compressa*, qui sont abondantes sur le littoral de la réserve de Carry-le-Rouet au Cap Rousset.

*Cystoseira amentacea var. stricta* a été observée sous forme de taches nombreuses au niveau des roches supralittorales de l'anse du Cap Rousset.



Figure 27 : Cartographie des zones colonisées par la Cystoseire (Parc Marin de la Côte Bleue, 2012)

D'autres espèces d'intérêt patrimonial ou écologique peuvent potentiellement se trouver dans l'anse ou la fréquenter épisodiquement :

- Poissons (Corb, Mérou),
- Crustacés (la grande cigale de mer),
- Cnidaires (gorgonaires),
- Cétacés,
- Tortues marines.

La zone de réalisation du mille-feuille n'abrite pas d'espèces envahissantes. Aucune destruction d'espèces protégées, ou d'intérêts patrimonial et écologique ne sera engendrée par les travaux.

Plusieurs espèces invasives sont présentes dans les eaux de la côte bleue. La *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*, colonise les zones de mette et les roches de manière éparse selon les observations de mars 2022.

D'autres espèces ont été observées dans les eaux de la côte bleue comme les Rhodobiontes filamenteuses *Acrothamnion preisseii* et *Womersleyella setacea* et le poisson lapin à queue tronquée (*Siganus luridus*). Elles n'ont pas été observées lors des plongées.

On exclut la présence de ces espèces au niveau de la plage ainsi qu'un effet des travaux sur leur dissémination.

## 4.4 ACTIVITES ET USAGES

### 4.4.1 EQUIPEMENTS ET ACTIVITES PORTUAIRES

La commune est dotée de 2 ports de plaisance, qui sont gérés par la Métropole Aix Marseille Provence :

- Port de Carry-le-Rouet (559 places + 30 passagers), à 500 m à l'ouest du Cap Rousset
- Port du Rouet (100 places), à 1 km à l'Est

Le port de Carry-le-Rouet est engagé dans la démarche Ports Propres.

Le mouillage des navires est interdit dans la réserve de Carry.

#### 4.4.2 ACTIVITES NAUTIQUES ET BALNEAIRES

La plage du Cap Rousset fait partie des 5 zones de baignade faisant l'objet d'un contrôle sanitaire sur la commune de Carry. La qualité des eaux de cette plage est évaluée comme bonne en 2020 et 2021.

Elle est fortement fréquentée en période estivale, notamment pour la baignade et la pratique du palme masque et tuba (PMT).

La fréquentation de la réserve marine de Carry-le-Rouet en période estivale a été estimée entre 8 000 et 10 000 visiteurs aquatiques par an sur la période 2009-2012 (source : DOCOB du site Natura 2000 « Côte Bleue Marine », 2013).

L'Association de Voile de Carry le Rouet (AVCR) est une structure associative indépendante qui propose à ses membres de pratiquer les sports nautiques, encadrés par des professionnels. L'école de Voile propose diverses activités, telles que la voile scolaire, la voile habitable, la voile légère et son école de sport, mais également le pôle formation avec son brevet professionnel.

L'AVCR est basée en partie Est de la plage du Rouet, qui est soumis à un ensablement important.

#### 4.4.3 PECHE

La pêche professionnelle est pratiquée dans le Parc Marin de la Côte Bleue, en dehors des zones de protection.

La pêche au filet est le métier le plus pratiqué. Cette pêche est pratiquée à partir de bateaux généralement inférieurs à 12 mètres de long, qui utilisent différents filets en fonction de la saison et des espèces ciblées : filets maillants fixes (rougets, sparidés, loups, pélamides, muges), trémails (poissons de soupe, seiches, langoustes, mostelles, chapons, soles).

Les filets maillants fixes, les trémails et les filets combinés sont soumis à la réglementation du Journal Officiel de l'Union Européenne de 26 décembre 2006, modifié le 07 janvier 2007.

#### 4.4.4 BALISAGE ET REGLEMENTATION EN MER

Dans le périmètre de la réserve de Carry, les activités anthropiques suivantes sont interdites :

- Pêche professionnelle et de loisir,
- Mouillage sur ancre,
- Plongée en bouteille,
- Tout prélèvement d'espèces et dégradation d'habitat marin sensible.

La navigation et la dérive des navires et embarcations restent autorisées.

Les activités nautiques dans la calanque du Cap Rousset (bande littorale des 300 m) sont réglementées par l'arrêté préfectoral n°137/2016 et l'arrêté municipal n°2016/182 qui prévoient :

- Une zone réservée uniquement à la baignade surveillée (ZRUB), d'une largeur de 90m et une profondeur de 45 m en fond de calanque,
- Une zone interdite aux embarcations à moteur (ZIEM) à l'entrée de la calanque, de la limite extérieure de la ZRUB à la sortie de la calanque.

Dans la bande littorale des 300 m balisée de la commune, le mouillage des navires et la plongée sous-marine sont interdits.

L'arrêté préfectoral n°159/2016 et l'arrêté inter préfectoral n°48/2021 règlementent le mouillage des navires de longueur supérieure ou égale à 20 mètres dans le Parc Marin de la Côte Bleue et le site Natura 2000 Côte Bleue Marine. Le mouillage des navires entre la côte et la bathymétrie des 30 mètres de profondeur de Carro à l'Erevine est ainsi interdit, à l'exception des navires de longueur comprise entre 20 et 40 mètres qui sont autorisés à mouiller sur 3 zones sableuses définies précisément, dont une au Rouet.

#### 4.4.5 ACCES ET DEPLACEMENTS

La calanque du Cap Rousset est accessible par la route départementale D5, puis par l'avenue Gérard Montus.

La distance par la route entre le centre de voile du Rouet et la calanque est d'environ 2,5 km. L'itinéraire est représenté sur la figure suivante.

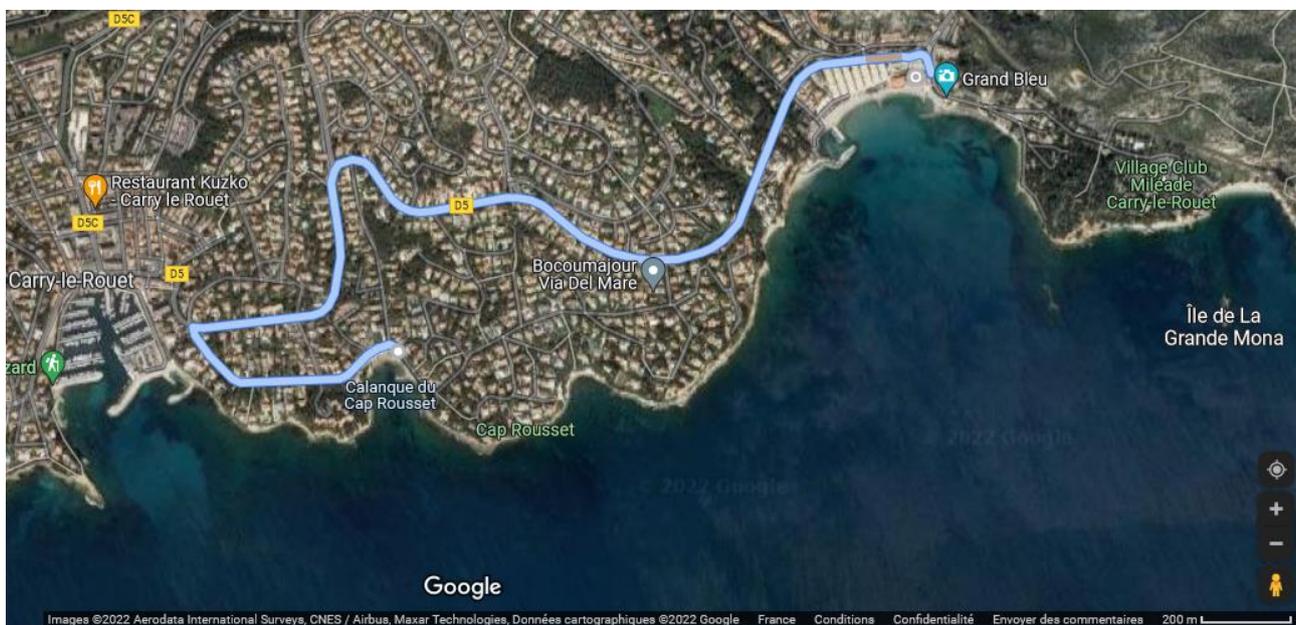


Figure 28 : Itinéraire entre la calanque et le centre de voile (source : Google Maps)

#### 4.4.6 RESSOURCES EN EAU ET ASSAINISSEMENT

Le service de l'eau potable et de l'assainissement est assuré respectivement par les sociétés délégataires Eau de Marseille Métropole et Assainissement Ouest Métropole.

La station d'épuration intercommunale de Carry-Sausset est située sur la commune de Sausset-les-Pins. D'une capacité de 26 000 équivalent habitants, elle se compose d'un traitement biologique à boues activées.

#### 4.4.7 PAYSAGE

D'après l'Atlas paysager des Bouches du Rhône, la commune de Carry-le-Rouet appartient à l'unité paysagère « La chaîne de L'Estaque, la Nerthe, la côte Bleue ».

Les sites et les paysages sont originaux et contrastés et l'image des lieux est forte.

Le rivage marin de la « Côte Bleue » est un lieu de détente, de résidence et de loisirs.

Carry-le-Rouet est une cité littorale alliant caractère résidentiel et vocation balnéaire et touristique.

La calanque du Cap Rousset se situe à la limite des sous-unités de paysages « 5. Les calanques » à l'Ouest et « 6. La côte de Sausset-les-Pins à Carry-le-Rouet ».

L'adret du massif situé entre l'Estaque et Carry-le-Rouet forme la façade maritime la plus pittoresque : la Côte Bleue, caractéristique et identitaire des lieux.

Le relief accidenté, hautes falaises de calcaire blanc plongeant dans la mer, est entaillé de petites calanques au débouché des vallons. Vers l'Ouest, les reliefs s'abaissent progressivement après la calanque de Méjean.

La colline sèche, souvent ravagée par les incendies, ne présente qu'une végétation rase, une garrigue à romarin, à thym, à cistes, à argeiras et à chênes kermès d'où émergent quelques bosquets de pins.

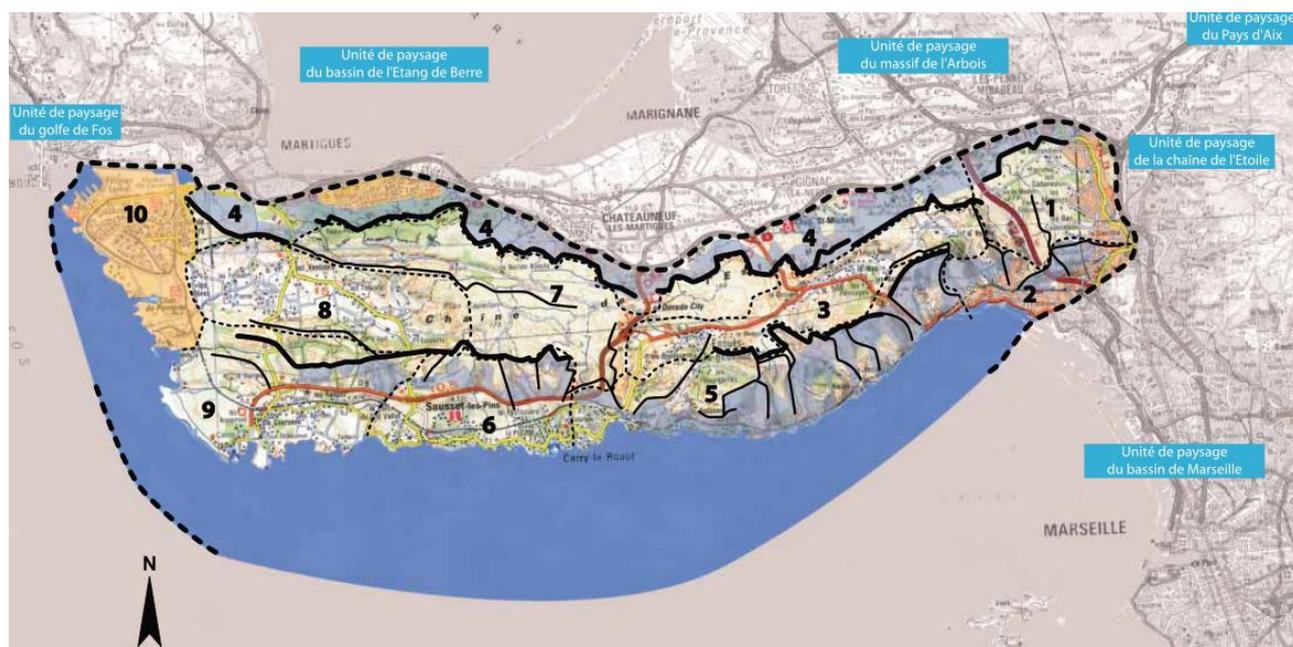


Figure 29 : Unité de paysage de la chaîne de l'Estaque (source : Atlas paysager des Bouches du Rhône)

## 4.5 RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES

Le Documents d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM) décrit plusieurs risques majeurs sur la commune Carry-le-Rouet.

### 4.5.1 INONDATION

#### 4.5.1.1 Ruissellement urbain

La commune de Carry-le-Rouet est concernée par un risque d'inondation par ruissellement urbain. Ce sont des inondations rapides provoquées par des précipitations importantes sur des surfaces imperméabilisées qui occasionnent la saturation et le refoulement du réseau d'assainissement des eaux pluviales.

Sur le secteur du Cap Rousset, ce risque est très faible à moyen.

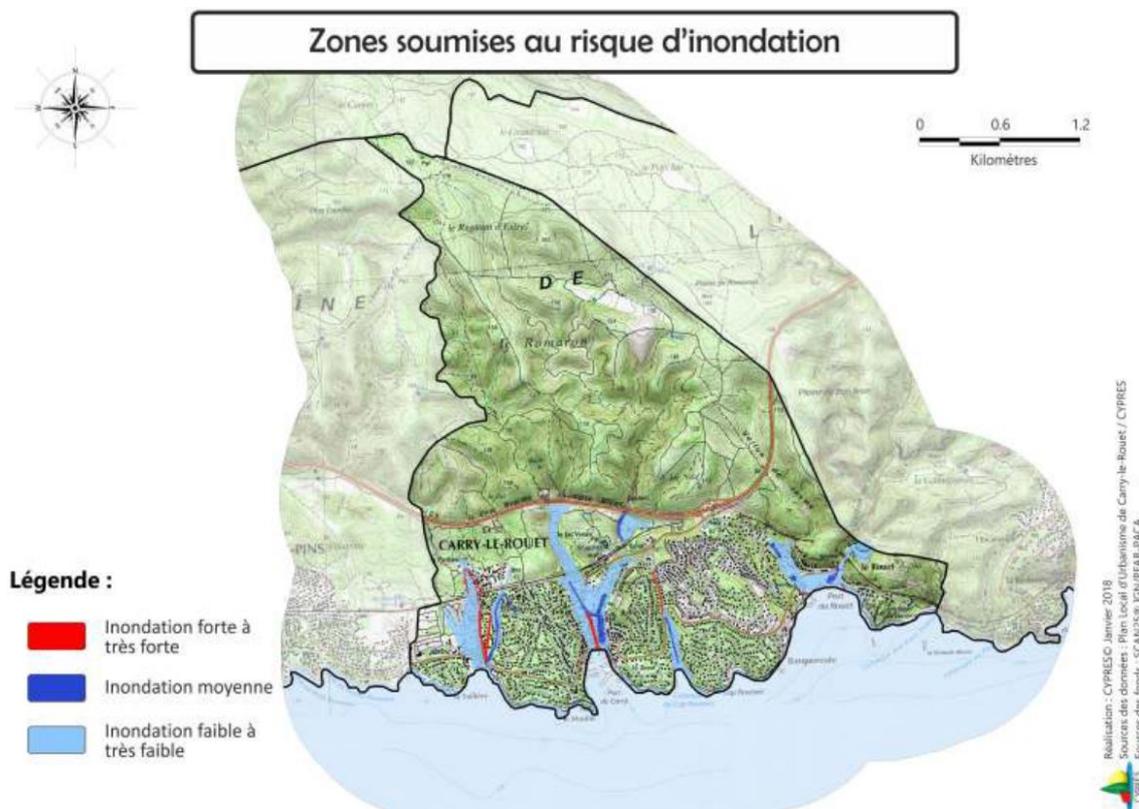


Figure 30 : Zones soumises au risque inondation par ruissellement (source : DICRIM, 2018)

#### 4.5.1.2 Submersion marine

Carry-le-Rouet est également concernée par un risque de submersion marine au niveau du littoral. Le niveau d'aléa dans la calanque du Cap Rousset est faible et limité à la plage, la voirie et le bâti étant assez surélevés par rapport au niveau de la mer.

### 4.5.2 MOUVEMENTS DE TERRAIN

La commune de Carry-le-Rouet est concernée par le risque de mouvement de terrain lié à des chutes de blocs, du retrait-gonflement des argiles et des glissements de terrain.

Des phénomènes d'érosion en zone littorale peuvent entraîner des chutes de blocs isolés ou des mouvements gravitaires de masses qui peuvent se manifester par des chutes de surplombs rocheux (calcaires en surplomb) ou par glissement (marnes).

L'aire d'étude n'est pas particulièrement vulnérable au risque de mouvement de terrain.

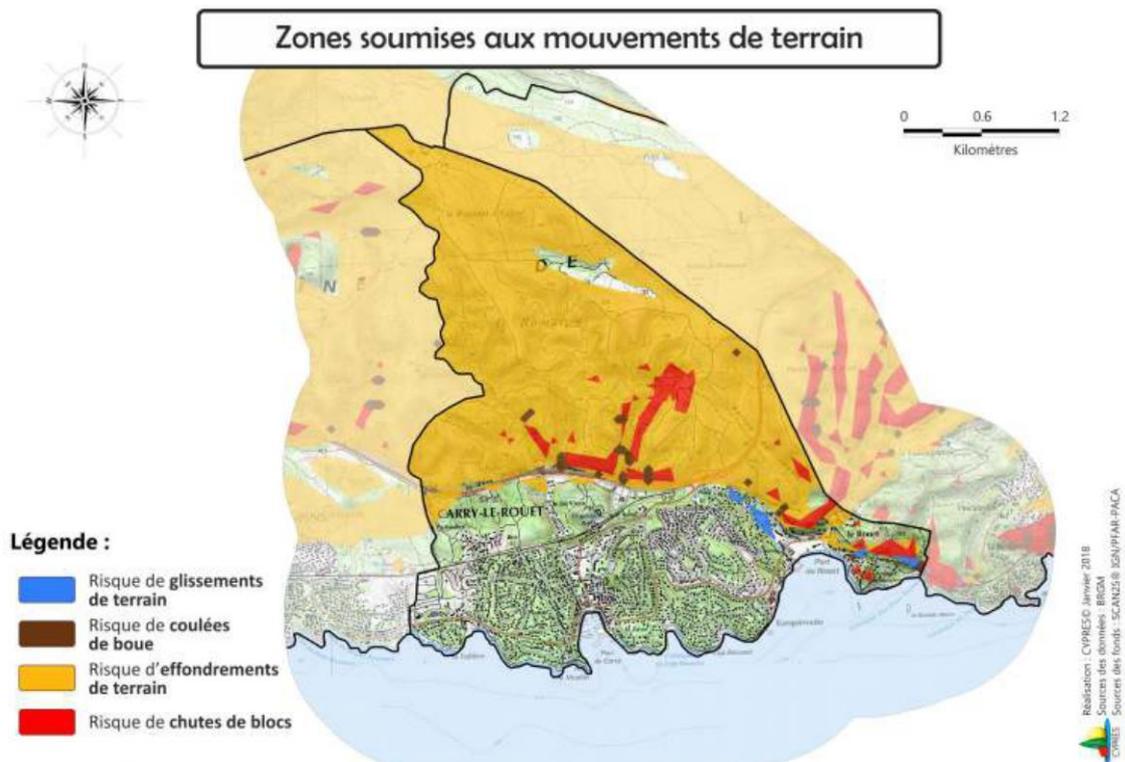


Figure 31 : Zones soumises au risque de mouvements de terrain (source : DICRIM, 2018)

Une étude de caractérisation des risques liés aux chutes de masses rocheuses du littoral, a été conduite en juillet 2010, par le bureau d'études géotechnique ANTEA (2010).

Le BRGM a également réalisé une cartographie de l'aléa instabilités de falaises côtières sur le littoral des Bouches-du-Rhône (Marçot *et al*, 2014).

L'aléa est moyen sur les secteurs rocheux de l'anse du Cap Rousset, mais la plage à recharger n'est pas prise en compte.

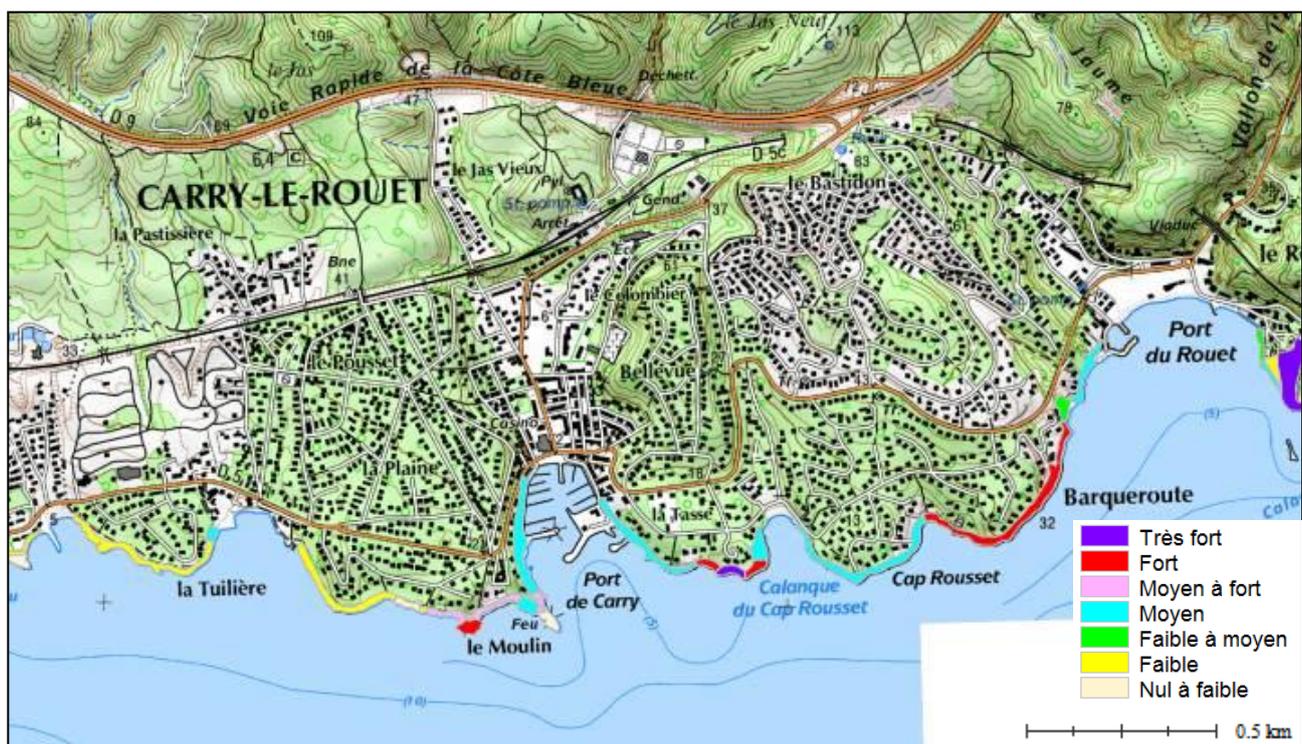


Figure 32 : Aléa instabilité des falaises côtières (Marçot *et al*, 2014)

### 4.5.3 FEU DE FORET

Le risque feux de forêts est important sur la commune de Carry-le-Rouet, une large partie de la commune étant située dans le massif de la Côte bleue.

La zone d'étude n'est pas concernée par ce risque.

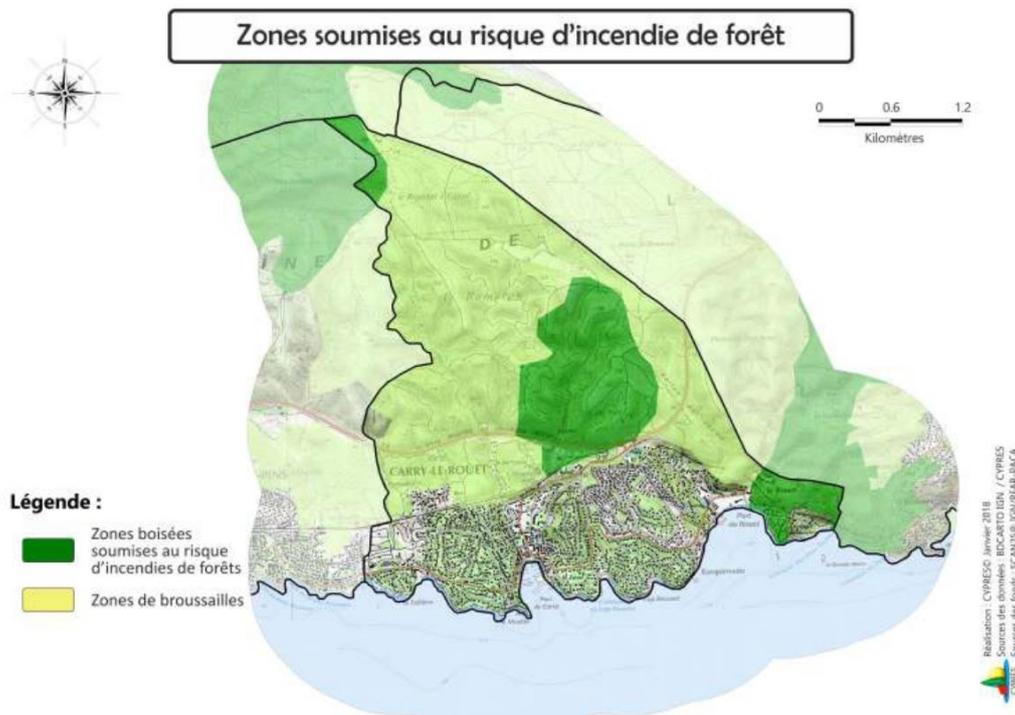


Figure 33 : Zones soumises au risque incendie (source : DICRIM, 2018)

### 4.5.4 SÉISMES

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'un séisme.

La commune de Carry-le-Rouet est située en zone de sismicité 3 « modérée ».

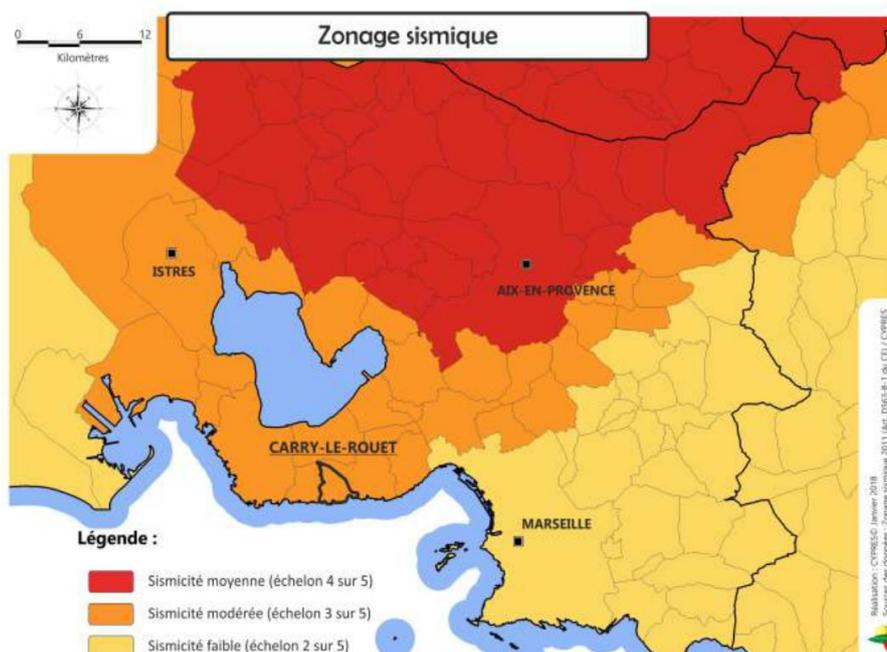


Figure 34 : Carte de zonage sismique (source : DICRIM, 2018)

#### 4.5.5 RISQUES TECHNOLOGIQUES

La commune de Carry-le-Rouet est concernée par le transport de matières dangereuses (TMD) par voie routière avec la D9, par voie ferrée, par voie maritime et par canalisation enterrée.

L'aire d'étude n'est concernée que par le transport routier.

## 5 EVALUATION SYNTHETIQUE DES INCIDENCES – MESURES ERCAS

### 5.1 INCIDENCES SUR LE MILIEU PHYSIQUE

Les travaux de rechargement seront réalisés sur la plage sèche n'auront pas d'incidence sur les conditions hydrodynamiques locales.

En phase aménagée, le rechargement par un mille feuilles de sables et posidonies (une sous couche de Posidonies et une couche superficielle de sable) jouera un rôle de protection de la plage contre le recul du trait de côte. En effet, la présence de cette sous couche de posidonies limite l'érosion en piégeant les grains de sable.

Une partie du sable d'apport pourra toutefois être emporté lors des coups de mer hivernaux, mais dans de faibles quantités du fait du volume d'apport réduit, de la granulométrie et de la présence de posidonies améliorant son maintien.

Un suivi du trait de côte et de l'herbier de posidonie sera réalisé afin de préciser le fonctionnement hydrosédimentaire dans la calanque et les effets potentiels de l'opération (cf. 6.2, p47).

### 5.2 INCIDENCES SUR LA QUALITE DU MILIEU

Le sable issu du centre de voile du Rouet est de bonne qualité physico-chimique : sables exempts de fractions fines et de contaminants. Le rechargement ne concerne que la partie émergée de la plage. Il n'est pas attendu d'augmentation de la turbidité. L'apport de ces sables sur la plage du Cap Rousset n'aura pas d'impact sur la qualité physico-chimique des eaux et des sédiments.

La qualité bactériologique des sables extraites a été évaluée de 2018 à 2021 par des prélèvements et analyses de sédiments. La présence de germes témoins de contamination fécale n'a jamais été détectée. La qualité microbiologique des sables est bonne. De plus, les travaux sont prévus en dehors de la saison balnéaire. Ils ne présentent pas de risque de dégradation de la qualité sanitaire des eaux de baignade.

Le projet de rechargement n'aura pas d'impact sur la qualité du milieu en phase travaux et aménagé.

Les travaux sont également susceptibles de transférer accidentellement des pollutions vers le milieu marin dues à d'éventuels déversements (carburant, huiles, déchets...) entraînant une pollution chimique accidentelle des sols de l'eau, autour de la zone de travaux. Des mesures de prévention et d'intervention en cas d'incident seront définies préalablement.

## 5.3 INCIDENCES SUR LE MILIEU NATUREL

### 5.3.1 INCIDENCE SUR LES HABITATS MARINS

Le rechargement ne se fera que sur la partie émergée de la plage et représente un faible volume (100m<sup>3</sup>), il n'impactera pas directement les habitats marins et les espèces associées. Les îlots de Posidonie les plus proches sont situés à environ 50 m de la plage. Le sable d'apport comporte très peu de fractions fines susceptibles d'être remises en suspension et d'envaser les fonds de la calanque. Il sera de plus maintenu par les posidonies.

Les travaux ne généreront donc pas de dégradation de l'herbier par ensablement ou augmentation de la turbidité.

En phase aménagée, un suivi sera mis en place pour s'assurer de l'absence d'ensablement de l'herbier par le sable apporté, en particulier.

### 5.3.2 DERANGEMENT DE LA FAUNE

Les travaux ne sont pas de nature à engendrer de nuisances sonores sous-marines pouvant être perçues par la faune marine potentiellement présente à proximité de la plage, étant donné que les travaux seront effectués sur la partie hors d'eau.

Cette incidence est jugée négligeable.

## 5.4 INCIDENCES SUR LES ACTIVITES ET USAGES

Les travaux se feront en journée et hors saison estivale afin de limiter l'incidence sur les usagers et riverains.

### 5.4.1 ACTIVITES NAUTIQUES ET BALNEAIRES

Les travaux ne se feront pas pendant la période balnéaire. Des mesures seront mises en place pour interdire l'accès du chantier au public et limiter les risques de dégradation de la qualité de l'eau.

L'accès à la zone des travaux durant l'opération sera interdit au public. Afin de sécuriser cette zone (exclusivement terrestre), un balisage adapté sera mis en place, ainsi qu'un affichage à l'entrée de la plage informant de l'opération et de sa durée.

L'impact en phase travaux sur la baignade et les activités nautiques est négligeable.

En phase aménagés, les matériaux d'apport étant de bonne qualité (cf. 5.2), ils n'auront aucun impact sur la qualité physico-chimique et sanitaire des eaux de baignade.

L'apport de sable améliorera le confort pour les usages et l'attractivité de la plage, tout en permettant une gestion écologique des banquettes de Posidonies pour cette dernière.

### 5.4.2 ACCES ET DEPLACEMENTS

Le trafic routier généré par les travaux pour l'acheminement du sable sera très limité, estimé à 10 rotations de camion maximum sur 2 jours.

L'impact en phase travaux sera négligeable.

### 5.4.3 NUISANCES SONORES

Le bruit généré par les engins de chantier (tractopelle, camions) pourra être perçu par les usagers présents aux alentours. Toutefois le matériel utilisé et les travaux seront menés conformément à

la réglementation sur le bruit, notamment suivant l'article R. 1334-31 du Code de la Santé Publique : « *Aucun bruit particulier ne doit, par sa durée, sa répétition ou son intensité, porter atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme, dans un lieu public ou privé [...]* »

Ainsi, le désagrément sera de faible ampleur et très ponctuel, il se limitera aux heures du jour (9h à 18h).

#### **5.4.4 ODEUR ET EMISSIONS ATMOSPHERIQUES**

Le fonctionnement d'engins de chantier génère des émissions de gaz d'échappements. Les moyens utilisés dans le cadre de cet opération seront très limités (tractopelle, camion).

L'acheminement du sable et du matériel se fera par la route et nécessitera 5 à 10 rotations de camions-benne pour le sable, en fonction du volume de la benne.

La décharge du sable par camion étant très rapide, ce dernier restera sur zone peu de temps lors de chaque rotation. Cet impact sera très faible et temporaire.

Les engins utilisés devront justifier d'un entretien régulier et du respect de la réglementation en termes d'émissions de gaz et de particules polluantes. Les polluants atmosphériques émis par les engins de chantier sont rapidement dispersés en milieu ouvert.

Le remaniement des banquettes de Posidonie peut également dégager des odeurs de matière organique en décomposition, mais celles-ci seront temporaires et atténuées une fois les feuilles mortes recouvertes par le sable.

#### **5.4.5 POLLUTION LUMINEUSE**

Le projet n'est pas susceptible d'engendrer de pollution lumineuse. Les travaux ne se feront que de jour.

#### **5.4.6 INSERTION PAYSAGERE**

La présence du chantier aura un impact local et temporaire sur le paysage.

L'emprise du chantier sera remise en état à l'issue des travaux, avant la période estivale.

A l'issue des travaux, le rechargement aura un impact plutôt positif sur le paysage local.

### **5.5 RISQUES**

Les travaux de rechargement sont réalisés dans le but de réduire le phénomène d'érosion observé suite aux tempêtes. Ils n'auront pas d'incidence en phase travaux et aménagée sur les risques naturels identifiés (inondation, éboulement de falaises, sismicité).

Une veille météo sera réalisée en amont de la réalisation de l'opération pour intervenir dans des conditions favorable et garantir la sécurité des biens et de personnes.

## **6 MESURES ENVIRONNEMENTALES, MOYENS DE SURVEILLANCE ET D'INTERVENTION EN CAS D'INCIDENT OU D'ACCIDENT**

### **6.1 MESURES PREVUES EN PHASE TRAVAUX**

#### **6.1.1 PREVENTION DES POLLUTIONS ACCIDENTELLES**

Les engins de chantier devront être en bonne état de marche et bien entretenus. Aucun entretien pouvant être à l'origine de déversement d'hydrocarbure ne devra être réalisé sur le site des travaux.

Un kit environnement permettant la récupération des hydrocarbures (buvards, ...) en cas de fuite accidentelle (huile, système hydraulique...) sera présent sur le chantier.

Un barrage anti-pollution sera également prévu et prêt à être mis en œuvre en cas de besoin.

Si une pollution de ce type est avérée, les mesures envisagées seront les suivantes :

- Mise en œuvre des mesures de confinement et des dispositifs de récupération et d'évacuation des substances polluantes.
- Alerte du maître d'ouvrage, la police de l'eau et les pompiers.

#### **6.1.2 CONTROLE DE LA QUALITE DES SABLES**

Les sables issus du centre de voile utilisés pour le rechargement feront préalablement l'objet d'analyses, conformément à la circulaire du 14 juin 2000.

Le plan d'échantillonnage sera préalablement soumis à la validation de la DDTM13.

#### **6.1.3 CONTROLE DE L'ABSENCE DE PANACHE TURBIDE**

Il n'est pas attendu de formation de panache turbide (sable exempt de fines posé en haut de plage), une veille visuelle sera toutefois mise en place. En cas d'apparition d'un panache les travaux seront suspendus.

### **6.2 MESURES DE SUIVI APRES TRAVAUX**

#### **6.2.1 SUIVI DE L'EVOLUTION DE LA PLAGE**

Un suivi du trait de côte sera réalisé. Des clichés photographiques en des points fixes (par drone ou à pied) seront pris à fréquence trimestrielle et après des événements océano-météo majeurs, afin d'illustrer, par comparaison entre eux, les changements de morphologie dans le temps.

A ces occasions, des observations visuelles seront également réalisées dans les petits fonds de la calanque pour préciser les déplacements sédimentaires et la zone de dépôt des sables de la plages soumis à l'érosion. En cas de constat de comblement de la partie Est protégée par la digue, un suivi topo-bathymétrique pourra être mis en œuvre.

#### **6.2.2 SUIVI DES POSIDONIES**

Avant le démarrage des travaux, la vitalité des herbiers à posidonies a été évaluée à partir de mesures réalisées en limite supérieure de l'herbier (état initial – cf. § 4.3.2.2, p26).

Le suivi sera ensuite effectué selon la même méthodologie (état de vitalité en limite supérieure) en fin de période hivernale afin de relever d'éventuelles traces d'ensablement de l'herbier par les sables d'apport.

En cas d'atteinte avérée à l'herbier de Posidonie de la calanque, les opérations de rechargement ne seront pas réitérées.

### 6.2.3 PROTOCOLE DE DECISION DE RENOUVELLEMENT DE L'OPERATION

Les besoins en rechargement feront l'objet d'une réévaluation et d'une validation annuelle, sur la base des suivis réalisés, pour pouvoir ajuster les rechargements nécessaires ou possibles.

Le Parc Marin de la Côte Bleue, gestionnaire de la réserve, et animateur du site Natura 2000 « Côte Bleue Marine », sera associé à l'ensemble de ce processus.

Selon les préconisations du Parc marin, les hypothèses engagées sont les suivantes :

- Si le sable reste sur la plage, ce qui est une hypothèse peu probable, les rechargements annuels deviendront inutiles et ne seront pas reconduits ;
- Si le sable s'accumule dans la zone de baignade, entre la plage et la digue à l'Est, les rechargements annuels vont aboutir à combler progressivement cette zone. Un suivi de la bathymétrie et du profil de l'anse serait à envisager pour, dans ce cas-là également, suspendre les rechargements annuels, et éventuellement récupérer le sable parti à l'eau pour reconstituer le mille-feuille en fin de printemps ;
- Si le sable reste, au-delà de la zone de baignade à l'intérieur de l'anse du Cap-Rousset, il peut porter atteinte aux herbiers de Posidonie en place. Les rechargements seront alors suspendus ;
- Enfin, si le sable disparaît chaque hiver de l'anse du Cap-Rousset, il sera très difficile de déterminer s'il est repris par la courantologie générale pour se déposer dans les zones de dépôts naturelles de la Côte Bleue (dont l'anse du Rouet), ou s'il s'accumule quelque part plus profond dans la réserve.

## 7 BIBLIOGRAPHIE

**BOUDOURESQUE C.F., GIRAUD G., PANAYOTIDIS P., 1980.** Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc National). XIX- Mise en place d'un transect permanent. Trav sci. Parc nation. Port-Cros, Fr., 6 : 207-221.

<http://www.portcros-parcnational.fr/fr/rapports-scientifiques/vegetation-marine-de-lile-de-port-cros-parc-national-xix-mise-en-place-dun>

**CHARBONNEL E., BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., BERNARD G., BONHOMME P., PATRONE J., KRUCZEK R., COTTALORDA J.M., BERTRANDY M.C., FORET P., RAGAZZI M., LE DIREAC'H L., 2000.** - Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Première partie : Présentation et Guide Méthodologique. Année 2000. Région PACA/ Agence de l'Eau RMC/GIS Posidonie/CQEL13/CQEL 83/Conseil Général 06. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 1-76.

**CHARBONNEL E., CADVILLE B., BACHET F., 2013.** Document d'Objectifs du site Natura 2000 FR 9301999 « Côte Bleue Marine ». Tome 1 : diagnostic écologique et socio-économique, enjeux et objectifs de conservation. Convention cadre Etat/Parc Marin de la Côte Bleue. Parc Marin de la Côte Bleue publ., Fr. : 1-264 + annexes.

**NOËL C., BOISSERY P., QUELIN N., RAIMONDINO V., 2012.** Cahier Technique du Gestionnaire : Analyse comparée des méthodes de surveillance des herbiers de posidonies. 96 p CartOcean, Agence de l'eau RMC, Dreal PACA, Région PACA.

[http://cartocean.fr/Downloads/CTG\\_Suivi\\_Herbier\\_Guide\\_V2\\_TBR.pdf](http://cartocean.fr/Downloads/CTG_Suivi_Herbier_Guide_V2_TBR.pdf)

**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 : Etat des connaissances. Mésogée, 54 :3-27.

[https://www.researchgate.net/publication/284699162\\_Utilisation\\_de\\_l%27herbier\\_a\\_Posidonia\\_oceanica\\_comme\\_indicateur\\_biolgique\\_de\\_la\\_qualite\\_du\\_milieu\\_littoral\\_en\\_MediterraneeEtat\\_des\\_connaissances](https://www.researchgate.net/publication/284699162_Utilisation_de_l%27herbier_a_Posidonia_oceanica_comme_indicateur_biolgique_de_la_qualite_du_milieu_littoral_en_MediterraneeEtat_des_connaissances)

**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., Univ. de Corse : 1-190.

**ROUANET E., BONHOMME D., ASTRUCH P., 2014.** Diagnostic de l'herbier de posidonie (*Posidonia oceanica*) en vue d'une opération de travaux dans l'anse de la Potinière. Contrat Mairie de Hyères les Palmiers & GIS Posidonie. GIS Posidonie publ., Fr., 1 – 49.

[https://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/F09314P0290\\_diagnostic\\_posidonie\\_cle717515.pdf](https://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/F09314P0290_diagnostic_posidonie_cle717515.pdf)

**SARTORETTO S., PITHOIS D., RAIMONDINO V., 2009.** Préfiguration d'un nouveau Réseau de Surveillance Posidonie en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. 84p.

[http://cartocean.fr/biblio/Sartoretto\\_et\\_al\\_2009.pdf](http://cartocean.fr/biblio/Sartoretto_et_al_2009.pdf)

### Sites internet consultés :

- <http://baignades.sante.gouv.fr>
- <http://carto.geo-ide.application.developpement-durable.gouv.fr>
- <https://data.shom.fr>
- <https://www.georisques.gouv.fr/>
- <https://infoterre.brgm.fr>

## ANNEXES : RESULTATS D'ANALYSES DE SEDIMENTS

## FICHE DE PRELEVEMENTS SEDIMENTS – PLAGE DU CAP ROUSSET 2022

**LIEU :** Plage du cap Rousset / Carry-le-Rouet (13)  
**DATE :** 28 février 2022  
**OPERATEURS :** Brice DURIEUX – Pierre GRILLON  
**NATURE DES PRELEVEMENTS :** Sédiments marins  
**METEO :** Ensoleillé – Vent de Nord-Nord-Ouest de force 1 à 2 – Mer calme



### **1 PRELEVEMENTS SEDIMENTS**

Conformément au plan d'échantillonnage présenté à la page suivante (Figure 1, p2), 3 échantillons élémentaires (Rousset 1, Rousset 2 et Rousset 3) ont été prélevés sur la plage du cap Rousset. Les échantillons élémentaires ont été mélangés afin de constituer un échantillon moyen « CAP ROUSSET » à analyser.



Figure 1 : Plan d'échantillonnage de la plage du cap Rousset

L'échantillon élémentaire a été conditionné dans le flaconnage fourni par le laboratoire d'analyse CARSO, conservé dans une glacière isotherme dont la température se situe entre 0°C et 4°C, et transmis dans la journée au du laboratoire agréé par le Ministère en charge de l'Ecologie.

Le tableau suivant indique l'aspect du sédiment et les caractéristiques organoleptiques.

Echantillon	Aspect/caractéristiques organoleptiques
R1	Mélange de sables fins et de sables grossiers. Pas d'odeur. Couleur brun
R2	Mélange de sables fins et de sables grossiers. Pas d'odeur. Couleur brun
R3	Sables fins. Pas d'odeur. Couleur brun-gris

Tableau 1 : Aspect des échantillons élémentaires

La photo suivante présente les trois échantillons élémentaires prélevés.

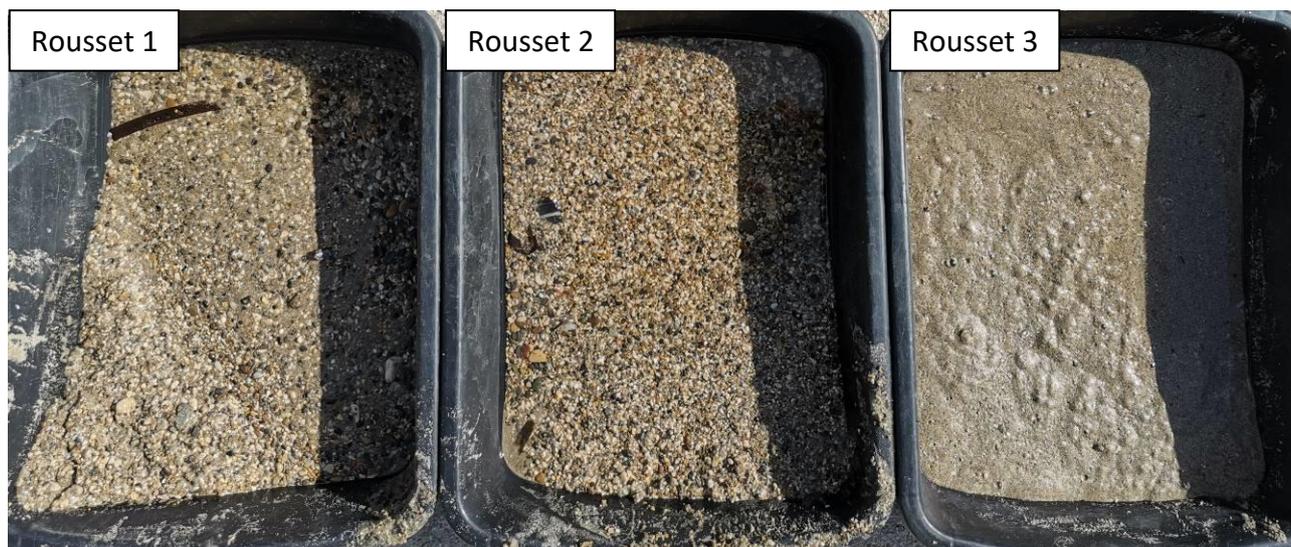


Figure 2 : Echantillons élémentaires

## 2 PARAMETRES ANALYSES

Les analyses seront réalisées par le laboratoire CARSO, accrédité COFRAC pour les analyses de sédiments.

Les paramètres analysés sur l'échantillon « CAP ROUSSET », afin de vérifier la compatibilité du sable dragué au centre de Voile de l'anse du Rouet (AVCR) avec celui de la plage du cap Rousset, sont les suivants :

- Refus de tamisage à 2 mm
- Granulométrie laser

Les résultats d'analyses seront interprétés par rapport aux caractéristiques physiques des matériaux. Une comparaison de l'aspect et de la granulométrie entre les sables à draguer et les sables de la plage du cap Rousset sera également réalisée afin de vérifier la compatibilité du rechargement avec ces matériaux.

Edité le : 02/03/2022

Rapport d'analyse Page 1 / 2

Galatea  
Brice DURIEUX  
  
Actiparc 2 - Bâtiment A  
Chemin Saint Lambert  
13821 LA PENNE SUR HUVEAUNE

**Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.**  
**La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.**  
**Dans le cas où le laboratoire n'a pas réalisé l'étape de prélèvement, les résultats s'appliquent uniquement à l'échantillon tel qu'il a été reçu.**  
**L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.**  
**Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).**

<b>Identification dossier :</b>	LSE22-29272	<b>Référence contrat :</b>	LSEC22-1490
<b>Identification échantillon :</b>	<b>LSE2203-27762-1</b>		
<b>Nature:</b>	Sédiments		
<b>Origine :</b>	CAP ROUSSET		
<b>Dept et commune :</b>	<b>13 CARRY LE ROUET</b>		
<b>Prélèvement :</b>	Prélevé le 28/02/2022 à 13h00 Réception au laboratoire le 01/03/2022 Prélevé par le client GALATEA / DURIEUX		

**Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.**

**Toutes les informations relatives aux conditions de prélèvement ont été transmises par le client. Le laboratoire n'est pas responsable de la validité des informations transmises par le client.**

Date de début d'analyse le 01/03/2022

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Analyses physiques</b>							
Fraction <2µm	0.93	%	Granulométrie Laser	NF ISO 13320-1			
Fraction 2-63 µm	5.28	%	Granulométrie Laser	NF ISO 13320-1			
Fraction 63-200µm	12.00	%	Granulométrie Laser	NF ISO 13320-1			
Fraction 200-2000 µm	78.39	%	Granulométrie Laser	NF ISO 13320-1			
Densité apparente	1.97	g/cm3 MB	Méthode avec cuillère volumétrique	Méthode interne			
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<b>Préparation</b>							
Refus de tamisage à 2 mm	25.40	%	Séchage, tamisage	Méthodes internes			#

Limites de Qualité : Les limites de qualités sont soit des limites de qualité réglementaires , soit des limites de qualité du client.

Les valeurs en gras, italiques et soulignées sont non conformes aux seuils indiqués dans le rapport d'analyse.

.../...

CARSO-LSEHL

Rapport d'analyse Page 2 / 2

Edité le : 02/03/2022

**Identification échantillon :** LSE2203-27762-1

Destinataire : Galatea

**Si certains paramètres soumis à des seuils de conformité ne sont pas couverts par l'accréditation alors la déclaration de conformité n'est pas couverte par l'accréditation.**

LASBET salah  
Responsable Adjoint de Laboratoire

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'LASBET salah', written in a cursive style.

### Identification Echantillon

**Nom de l'échantillon** Moyenne des "LSE2203-27762"  
**Nom de l'opérateur** msolides

### Identification Echantillon

**Date et heure d'analyse** 02/03/2022 14:01:10  
**Date Heure mesure** 02/03/2022 14:01:10

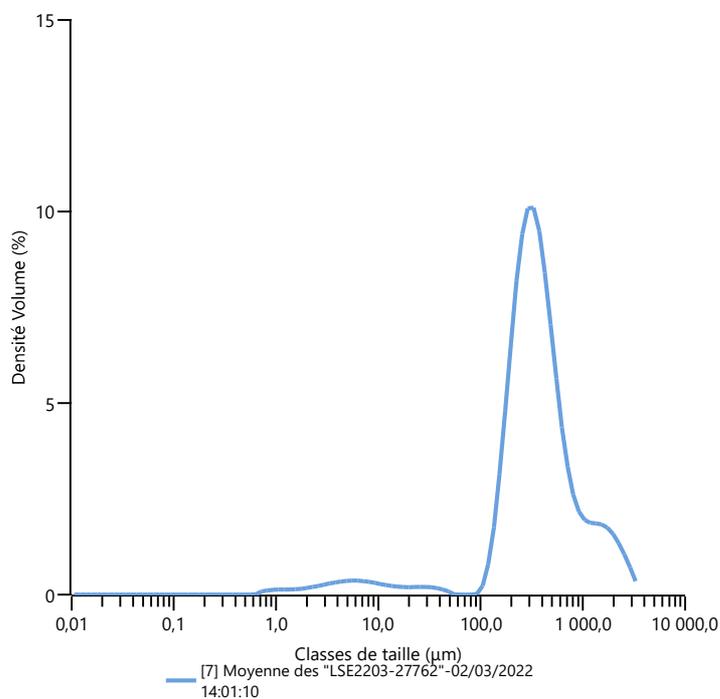
### Parametres SOP

**Nom des Particules** Fraunhofer  
**Indice de réfraction des particules** 0,000  
**Indice d'Absorption Des Particules** 0,000  
**Nom du dispersant** Water  
**Indice de réfraction des dispersants** 1,330  
**Modèle de diffusion** Mie  
**Modèle d'Analyse** Analyse standard  
**Résiduels pondérés** 0,43 %  
**Obscuracion du laser** 14,10 %

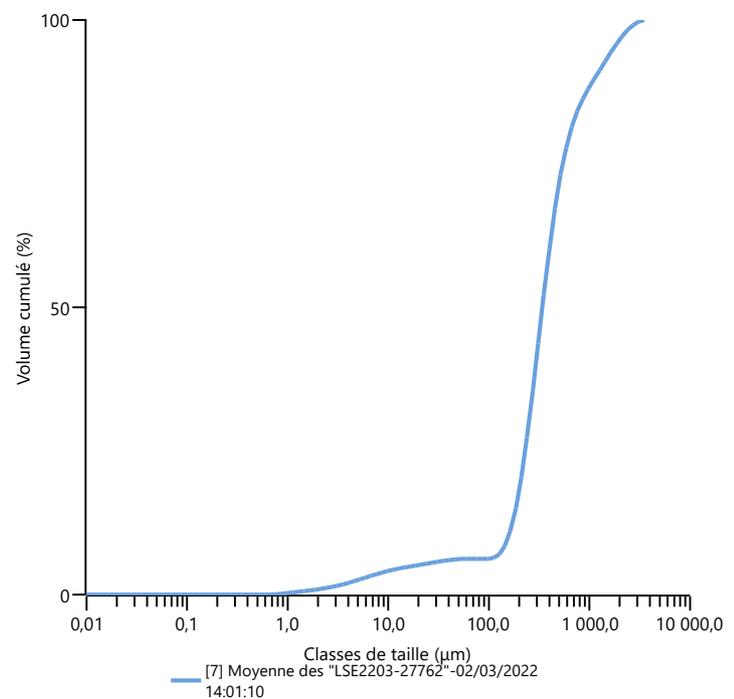
### Résultat

**Concentration** 0,1047 %  
**Span (largeur de distribution)** 2,890  
**Uniformité** 0,872  
**Surface spécifique** 110,0 m<sup>2</sup>/kg  
**D [3;2]** 51,9 µm  
**D [4;3]** 509 µm  
**Dv (10)** 155 µm  
**Dv (50)** 340 µm  
**Dv (90)** 1140 µm

### Histogramme



### Passant



### Résultats

Taille (µm)	% Volume Dans
0,0200	0,93
2,00	5,28
63,0	12,00
200	78,39
2000	

DRAGAGE D'ENTRETIEN DU CENTRE DE VOILE  
AVCR – CARRY-LE-ROUET  
ANNEE 2021  
INTERPRETATION DES RESULTATS  
D'ANALYSES DES SEDIMENTS



Date	Version	Auteur(s)	Vérifié par	Validé par
27/04/2021	V0	B. DURIEUX	B DURIEUX A MOULIN	A. MOULIN

## SOMMAIRE

1	CONTEXTE .....	1
2	QUALITE DES SEDIMENTS .....	2
2.1	PRELEVEMENTS .....	2
2.2	PARAMETRES ANALYSES .....	4
2.3	PHOTOS DES ECHANTILLONS .....	4
2.4	RESULTATS D'ANALYSES .....	5
2.4.1	GRANULOMETRIE.....	5
2.4.2	ALUMINIUM ET COT.....	6
2.4.3	MATIERES SECHES.....	7
2.4.4	GERMES TEMOINS DE CONTAMINATION FECALE .....	7
3	CONCLUSION.....	7
ANNEXE 1	RAPPORT D'ANALYSES .....	8

## 1 CONTEXTE

La ville de Carry-le-Rouet souhaite réaliser un désensablement et un déplacement des feuilles mortes de Posidonies situées au niveau de la passe d'entrée du centre de voile du Rouet. En effet, cette zone est soumise, depuis la création de la digue de protection de la cale de mise à l'eau, à une accumulation de sable et de feuilles mortes de Posidonies qui ne permet pas une exploitation normale du centre de voile et qui présente des risques pour les usagers du centre et de la plage.

Ainsi, un dragage d'entretien est prévu au printemps 2021. La zone à draguer est présentée à la figure suivante. Elle couvre une surface de 1000 m<sup>2</sup>.

Notons que l'opération s'inscrit dans un plan de dragage pluriannuel sur une durée de 10 ans, qui fait l'objet d'un dossier de déclaration au titre des articles L214-1 à 6 du Code de l'Environnement ayant donné lieu au récépissé de déclaration n°27-2019-ED du 25/02/2019 et approbation par le préfet (courrier du 30/04/2019).

**Ce document présente l'interprétation des résultats d'analyses des sédiments prélevés avant les travaux de dragage.**



Figure 1 : Zone à draguer au centre de voile du Rouet

## 2 QUALITE DES SEDIMENTS

### 2.1 PRELEVEMENTS

Le plan d'échantillonnage appliqué a été préalablement validé par le service en charge de la police de l'eau. Les prélèvements de sédiments ont été réalisés en trois points de la zone à draguer (AVCR-1.1, 1.2 et 1.3). Les trois prélèvements élémentaires ont été mélangés pour constituer l'échantillon moyen AVCR-1. C'est ce dernier qui a été analysé.

En complément, trois échantillons de sédiments (AVCR-Plage1 à 3) ont été prélevés au niveau de la plage situé à l'Ouest du centre de voile qui est la zone de dépôt des sédiments à draguer. Les échantillons élémentaires ont été mélangés afin de constituer l'échantillon moyen AVCR-Plage.

Les prélèvements ont été réalisés par un plongeur à l'aide d'un carottier à main en PVC sur l'épaisseur de sédiments à draguer soit jusqu'à la côte de -1,2 m NGF. Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des points de prélèvement, la hauteur d'eau et l'épaisseur prélevée, l'aspect du sédiment et les caractéristiques organoleptiques.

Echantillon	Coordonnées (WGS84)		Bathymétrie (m NGF)	Epaisseur prélevée (m)	Aspect/caractéristiques organoleptiques
	°N	°E			
<b>Centre de voile</b>					
AVCR-1.1	43,334354	5,175582	-0,1	1,1	Sable fin avec quelques galets. Pas d'odeur. Pas de débris végétaux. Couleur brun
AVCR-1.2	43,334223	5,175648	-0,5	0,7	
AVCR-1.3	43,334264	5,175510	-0,7	0,5	
<b>Plage</b>					
AVCR-Plage1	43,334467	5,174321	0	0,3	Sable fin avec quelques galets. Pas d'odeur. Présence de débris végétaux. Couleur brun
AVCR-Plage2	43,334505	5,174703	0	0,3	
AVCR-Plage3	43,334493	5,175175	0	0,3	

Tableau 1 : Caractéristiques des prélèvements

Les deux échantillons moyens ont été conditionnés dans le flaconnage fourni par le laboratoire d'analyse CARSO, conservé dans une glacière isotherme dont la température se situe entre 0°C et 4°C, et transmis dans la journée auprès du laboratoire.

Les prélèvements ont été réalisés le 14 avril 2021. Le temps était ensoleillé, il n'y avait pas de vent et la mer était calme.

Les points de prélèvement élémentaires (AVCR-1.1 à 3) de la zone de dragage sont localisés sur le plan d'échantillonnage ci-dessous d'après la bathymétrie faite le 08 avril 2021.

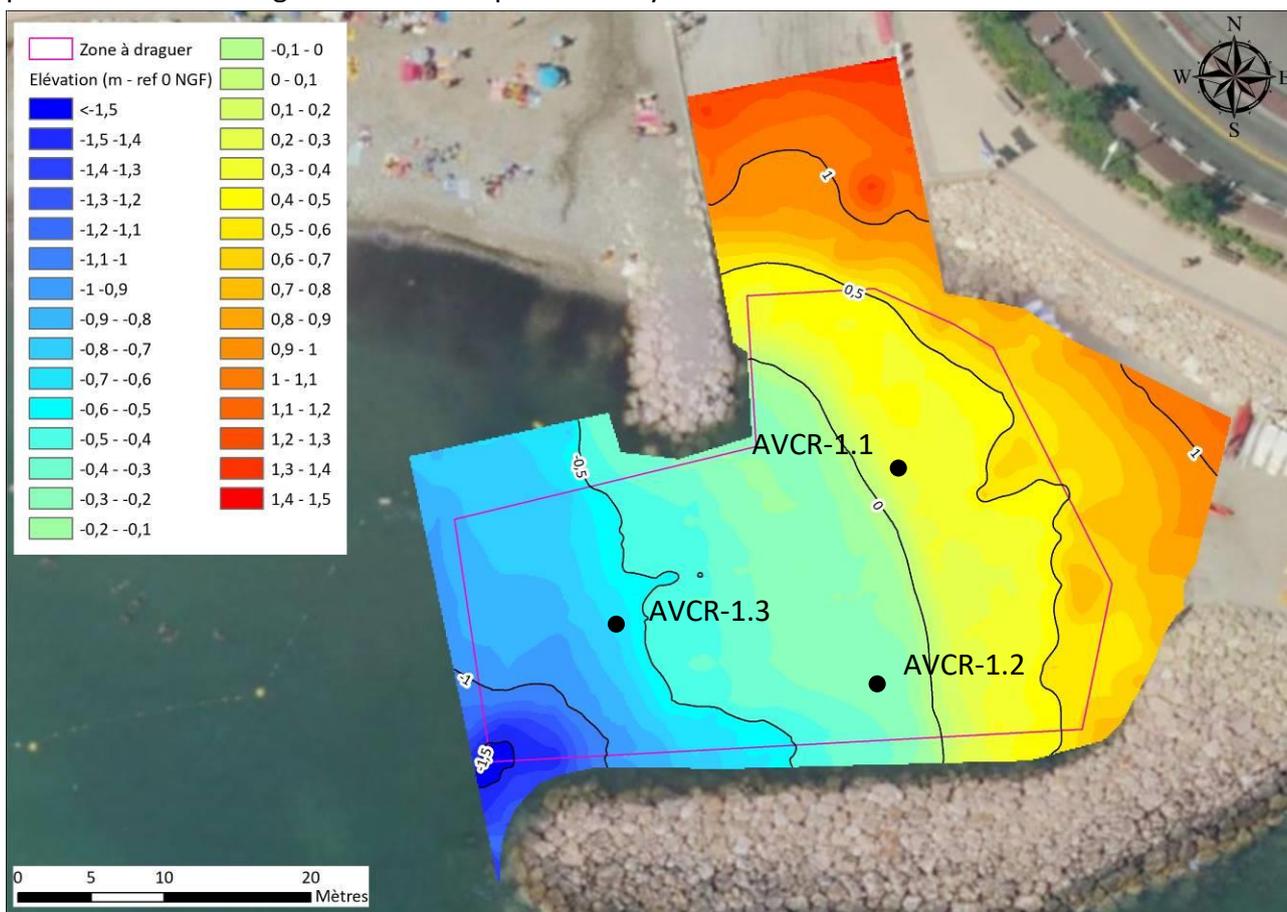


Figure 2 : Plan d'échantillonnage dans la zone à draguer – Echantillon « AVCR-1 »

Les points de prélèvement élémentaires (AVCR-Plage1 à 3) de la zone de rechargement sont localisés sur le plan d'échantillonnage ci-dessous.

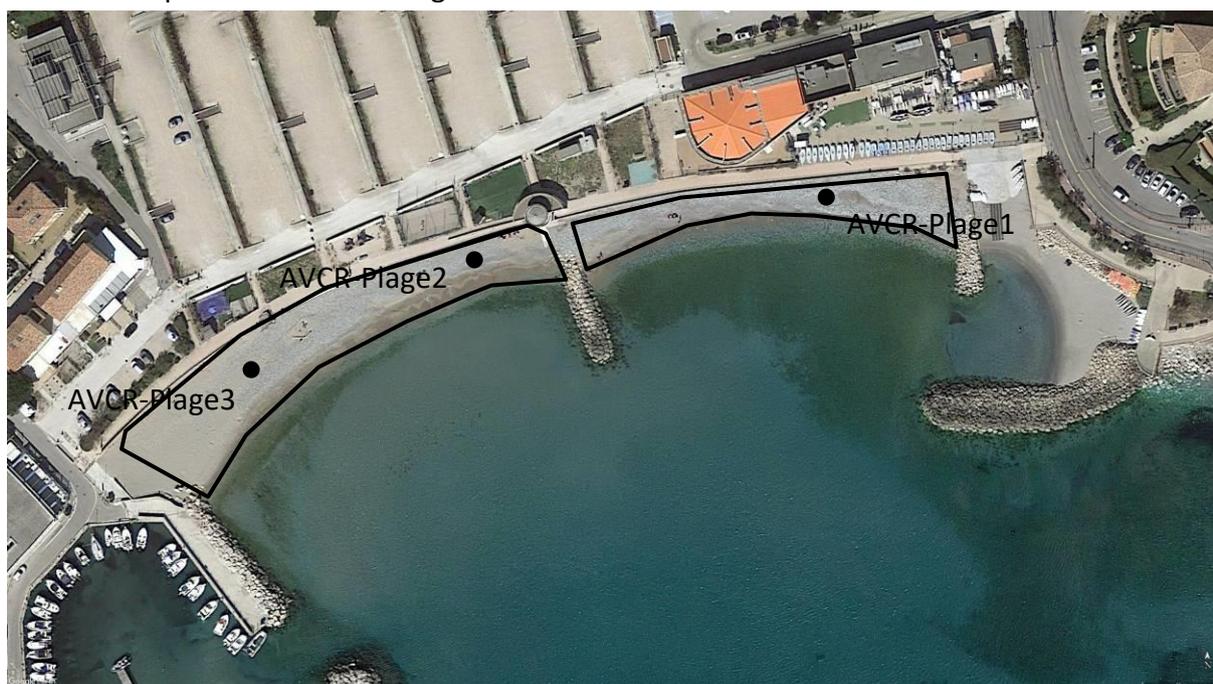


Figure 3 : Plan d'échantillonnage sur la zone de rechargement – Echantillon « AVCR-Plage »

## 2.2 PARAMETRES ANALYSES

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire CARSO (Laboratoire Santé Environnement Hygiène de Lyon), accrédité COFRAC pour les analyses de sédiments.

Les paramètres analysés pour évaluer les qualités physiques et bactériologique des matériaux sont listés ci-dessous :

- Sur l'échantillon moyen de sédiments à draguer (échantillon « AVCR-1 ») :
  - Granulométrie
  - % Matière sèche
  - Densité
  - Teneur en Aluminium
  - Carbone Organique Total
  - Entérocoques intestinaux et Escherichia Coli (sur les eaux interstitielles des sédiments)
- Sur l'échantillon moyen de sable de la plage à recharger (échantillon « AVCR-Plage ») :
  - Granulométrie
  - % Matière sèche
  - Densité
  - Teneur en Aluminium
  - Carbone Organique Total

## 2.3 PHOTOS DES ECHANTILLONS

Les photos suivantes montrent les échantillons élémentaires prélevés.

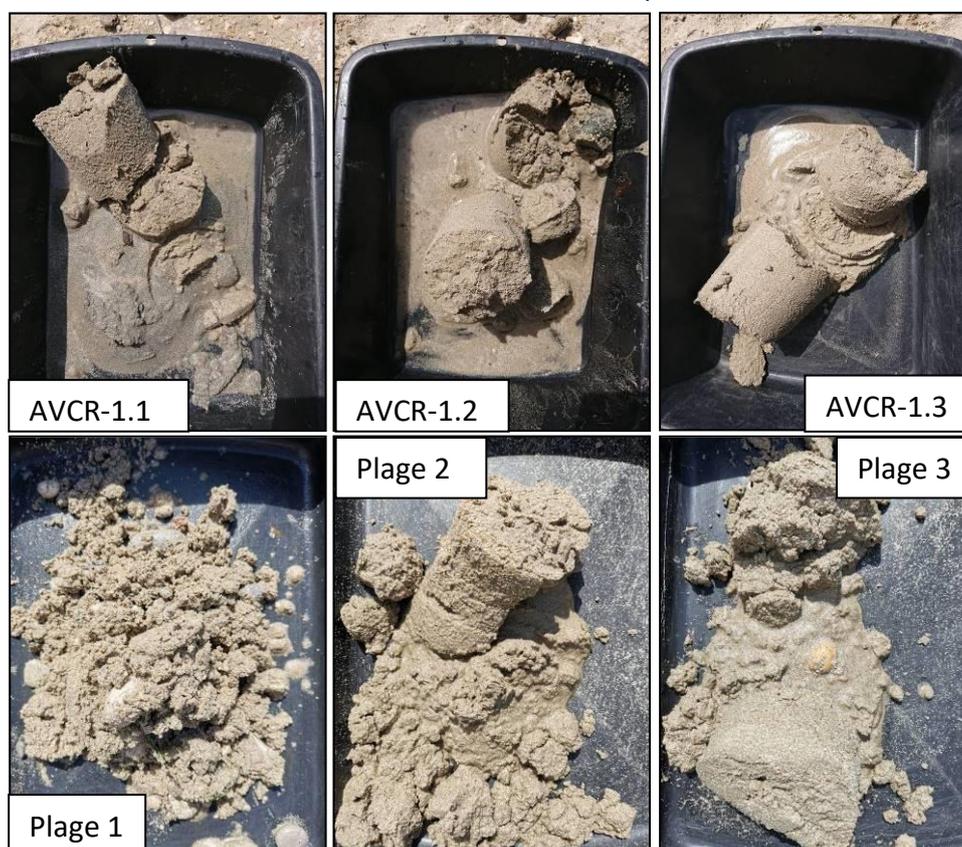


Figure 4 : Photos des prélèvements élémentaires

## 2.4 RESULTATS D'ANALYSES

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire CARSO. Les paramètres analysés sont conformes au titre V de la circulaire du 14 juin 2000 :

« (...) les renseignements relatifs aux propriétés physiques doivent être déterminés car ces dernières permettent de connaître le comportement des sédiments pendant les opérations de dragage et d'élimination des matériaux, et de savoir si des analyses chimiques et/ou biologiques sont nécessaires.

Hormis la quantité de matériaux à éliminer, il est nécessaire de déterminer les éléments suivants : -

- **granulométrie** (% sable, vase, argile), au minimum jusqu'à 63 microns et, dans la mesure du possible, quantification de la teneur inférieure à 2 microns ;
- **% de matières sèches** ;
- **densité** ;
- teneur en **Al**, sur la fraction inférieure à 2 millimètres ;
- matière organique exprimée sous forme de **carbone organique total (COT)**, sur la fraction inférieure à 2 millimètres.

Au vu de ces résultats, les matériaux de dragage sont susceptibles d'être exemptés des autres phases d'analyses s'ils satisfont à l'un des critères stipulés ci-dessous :

- a) Ils sont composés de matériaux géologiques jusqu'alors intacts ; ou
  - b) Ils sont presque exclusivement composés de sable, gravier ou roche ; ou
  - c) Le milieu dans lequel ils se trouvent se caractérise par l'absence de sources appréciables de pollution, ce qui doit être étayé par des analyses de micropolluants datant de moins de 3 ans.
- Les matériaux de dragage ne répondant pas à l'un de ces critères doivent faire l'objet d'une caractérisation plus poussée, afin de pouvoir apprécier leurs effets potentiels sur le milieu marin. »

### 2.4.1 GRANULOMETRIE

La granulométrie renseigne sur la contamination potentielle des sédiments. En effet, les contaminants se fixent préférentiellement sur les particules fines (<63 µm) de par leur surface spécifique plus importante et la présence de sites d'adsorption. Ainsi, toutes choses égales par ailleurs, la contamination des sédiments fins de type vaseux sera plus importante que celle d'un sédiment plus grossier de type sableux.

L'échantillon AVCR-1 est uniquement constitué de sables avec une prédominance des sables grossiers. La proportion de fines est nulle, ce qui indique une contamination potentielle en métaux lourds et composés organiques négligeable.

L'échantillon AVCR-Plage présente des caractéristiques comparables à AVCR-1. Les sables grossiers y sont toutefois plus dominants.

On note que les densités des deux échantillons sont comparables.

	AVCR - 1	AVCR - Plage
<b>Sables grossiers : 200-2000 <math>\mu\text{m}</math></b>	67,37	85,98
<b>Sables fins : 63-200 <math>\mu\text{m}</math></b>	32,63	14,01
<b>Limons : 2-63 <math>\mu\text{m}</math></b>	0	0
<b>Argiles : &lt; 2 <math>\mu\text{m}</math></b>	0	0
<b>Densité (g/cm<sup>3</sup> MB)</b>	1,70	1,79

Tableau 2 : Caractéristiques physiques des échantillons

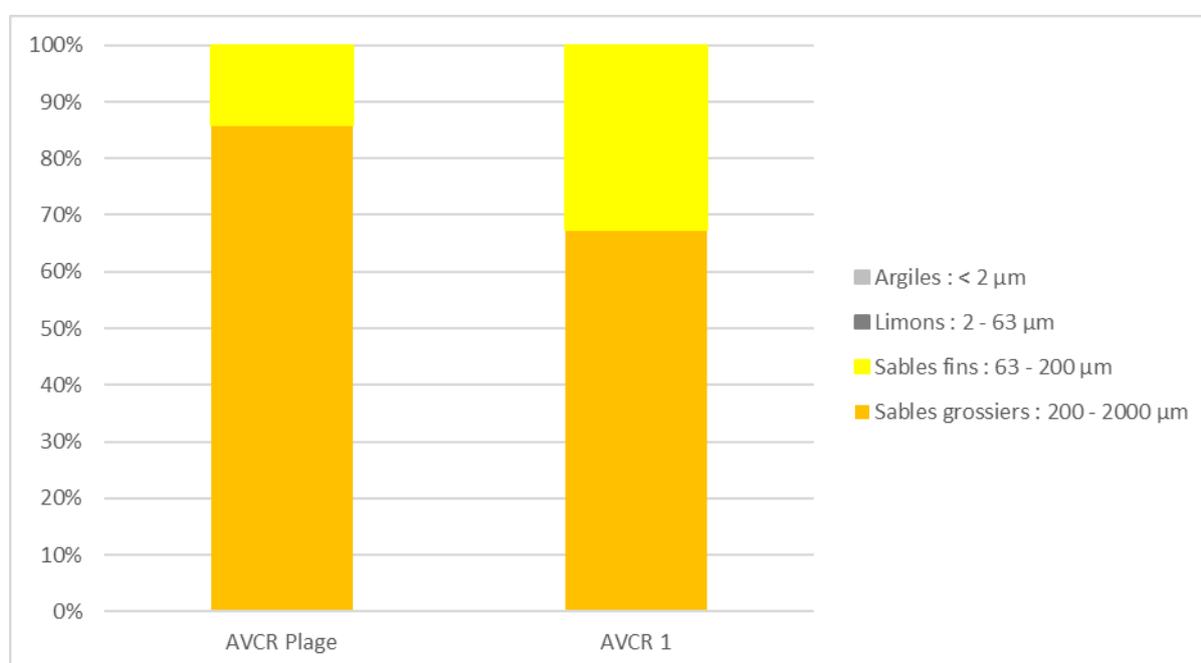


Figure 5 : Granulométrie des échantillons prélevés en 2021

#### 2.4.2 ALUMINIUM ET COT

L'aluminium est un constituant des argiles (silicates d'alumine), c'est un des éléments principaux de la croûte terrestre. La mesure de la teneur en Aluminium est représentative de la quantité d'argile dans le sédiment et, comme pour la proportion de fines, de sa contamination potentielle en métaux lourds et composés organiques.

Le Carbone Organique Total est un indicateur de la quantité de matière organique présente dans les sédiments. Les particules du COT possèdent une forte capacité d'adsorption des contaminants organiques hydrophobes (HAP, PCB) et d'accumulation des métaux traces.

Les concentrations, dans l'échantillon AVCR-1, en aluminium (865 mg/kg MS) et en COT (0,52 %) sont faibles. Ces données sont cohérentes avec les caractéristiques granulométriques de l'échantillon analysé. Les résultats confirment la très faible contamination potentielle des sédiments.

On note que ces teneurs sont comparables à celles mesurées dans l'échantillon AVCR-Plage. Ce dernier présente en effet une concentration en aluminium de 736 mg/kg MS et une teneur en COT de 0,2 %.

### 2.4.3 MATIERES SECHES

Les taux de matière sèche (79,4 % pour AVCR-1 et 80,4 % pour AVCR-Plage) sont importants. Ils traduisent la porosité des sédiments, elle-même liée à leur granulométrie grossière. Les taux de matière sèches des deux échantillons sont comparables.

### 2.4.4 GERMES TEMOINS DE CONTAMINATION FECALE

Les entérocoques intestinaux et Escherichia coli sont non quantifiables (<56 NPP/100 ml) dans l'échantillon AVCR-1, témoignant d'une bonne qualité bactériologique des sédiments et de l'absence de risque sanitaire.

## 3 CONCLUSION

Les sédiments à draguer (AVCR-1) sont composés de sables fins et grossiers et ne contiennent pas de particules fines (fraction < 63 µm). Les teneurs en aluminium et en COT sont faibles.

Au vu de ces caractéristiques et conformément à la circulaire du 14 juin 2000, il semble que les sédiments peuvent être exemptés d'analyses complémentaires portant sur les contaminants (métaux lourds, HAP, TBT, PCB).

En effet, la circulaire du 14 juin stipule que :

*« Au vu (des) résultats, les matériaux de dragage sont susceptibles d'être exemptés des autres phases d'analyses s'ils satisfont à l'un des critères stipulés ci-dessous :*

*a) Ils sont composés de matériaux géologiques jusqu'alors intacts ; ou*

***b) Ils sont presque exclusivement composés de sable, gravier ou roche ; ou***

*c) Le milieu dans lequel ils se trouvent se caractérise par l'absence de sources appréciables de pollution, ce qui doit être étayé par des analyses de micropolluants datant de moins de 3 ans.*

*Les matériaux de dragage ne répondant pas à l'un de ces critères doivent faire l'objet d'une caractérisation plus poussée, afin de pouvoir apprécier leurs effets potentiels sur le milieu marin. »*

De plus, les sables à draguer peuvent être utilisés pour recharger la plage du Rouet, car ils ne présentent pas de risque sanitaire (absence de germes fécaux) et ils ont des caractéristiques granulométriques proches.

Rapport d'analyse \_ Granulométrie

CARSO-LSEHL

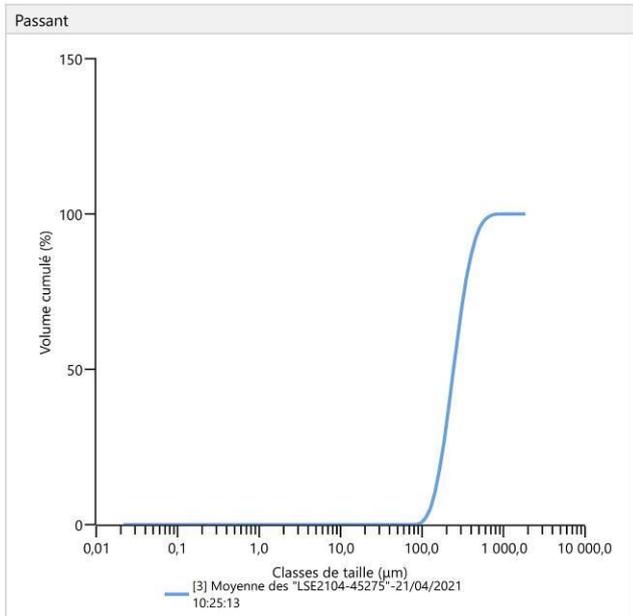
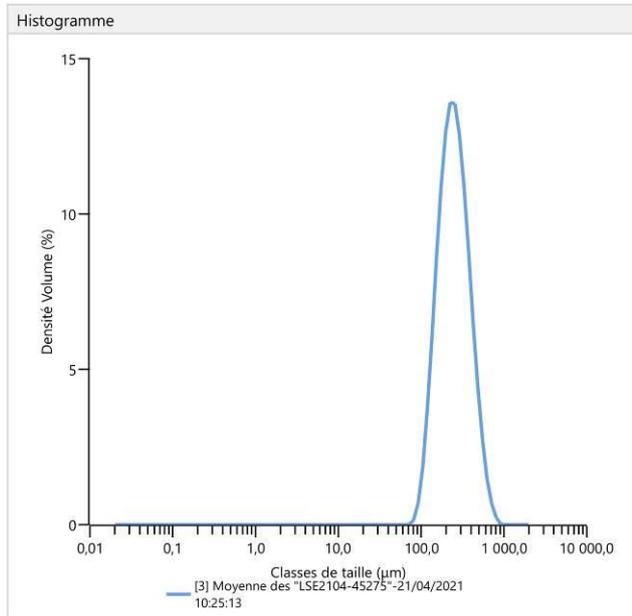


Identification Echantillon
<b>Nom de l'échantillon</b> Moyenne des "LSE2104-45275"
<b>Nom de l'opérateur</b> msolides

Identification Echantillon
<b>Date et heure d'analyse</b> 21/04/2021 10:25:13
<b>Date Heure mesure</b> 21/04/2021 10:25:13

Parametres SOP
<b>Nom des Particules</b> Fraunhofer
<b>Indice de réfraction des particules</b> 0,000
<b>Indice d'Absorption Des Particules</b> 0,000
<b>Nom du dispersant</b> Water
<b>Indice de réfraction des dispersants</b> 1,330
<b>Modèle de diffusion</b> Mie
<b>Modèle d'Analyse</b> Analyse standard
<b>Résiduels pondérés</b> 0,58 %
<b>Obscurtion du laser</b> 11,74 %

Résultat
<b>Concentration</b> 0,3656 %
<b>Span (largeur de distribution)</b> 1,182
<b>Uniformité</b> 0,367
<b>Surface spécifique</b> 25,28 m <sup>2</sup> /kg
<b>D [3;2]</b> 226 µm
<b>D [4;3]</b> 269 µm
<b>Dv (10)</b> 143 µm
<b>Dv (50)</b> 244 µm
<b>Dv (90)</b> 431 µm



Résultats													
Taille (µm)	% Volume Dans												
0.0100	0.00	0.0597	0.00	0.357	0.00	2.13	0.00	12.7	0.00	76.0	0.08	454	3.66
0.0114	0.00	0.0679	0.00	0.405	0.00	2.42	0.00	14.5	0.00	86.4	0.53	516	2.24
0.0129	0.00	0.0771	0.00	0.460	0.00	2.75	0.00	16.4	0.00	98.1	1.52	586	1.21
0.0147	0.00	0.0876	0.00	0.523	0.00	3.12	0.00	18.7	0.00	111	3.06	666	0.54
0.0167	0.00	0.0995	0.00	0.594	0.00	3.55	0.00	21.2	0.00	127	5.02	756	0.18
0.0189	0.00	0.113	0.00	0.675	0.00	4.03	0.00	24.1	0.00	144	7.15	859	0.00
0.0215	0.00	0.128	0.00	0.767	0.00	4.58	0.00	27.4	0.00	163	9.12	976	0.00
0.0244	0.00	0.146	0.00	0.872	0.00	5.21	0.00	31.1	0.00	186	10.62	1110	0.00
0.0278	0.00	0.166	0.00	0.991	0.00	5.92	0.00	35.3	0.00	211	11.40	1260	0.00
0.0315	0.00	0.188	0.00	1.13	0.00	6.72	0.00	40.1	0.00	240	11.36	1430	0.00
0.0358	0.00	0.214	0.00	1.28	0.00	7.64	0.00	45.6	0.00	272	10.53	1630	0.00
0.0407	0.00	0.243	0.00	1.45	0.00	8.68	0.00	51.8	0.00	310	9.09	1850	0.00
0.0463	0.00	0.276	0.00	1.65	0.00	9.86	0.00	58.9	0.00	352	7.29	2100	0.00
0.0526	0.00	0.314	0.00	1.88	0.00	11.2	0.00	66.9	0.00	400	5.40	2390	0.00



# CARSO - LABORATOIRE SANTÉ ENVIRONNEMENT HYGIÈNE DE LYON

Laboratoire Agréé pour les analyses d'eaux par le Ministère de la Santé



Edité le : 26/04/2021

Rapport d'analyse Page 1 / 2

Galatea

Anne Moulin

Actiparc 2 - Bâtiment A

Chemin Saint Lambert

13821 La Penne Sur Huveaune

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.

La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.

Dans le cas où le laboratoire n'a pas réalisé l'étape de prélèvement, les résultats s'appliquent uniquement à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.

Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

<b>Identification dossier :</b>	LSE21-53116	<b>Référence contrat :</b>	LSEC21-2600
<b>Identification échantillon :</b>	LSE2104-45275-1		
<b>Nature:</b>	Sédiments marins -DDTM		
<b>Origine :</b>	AVCR-1		
<b>Dept et commune :</b>	13 CARRY LE ROUET		
<b>Prélèvement :</b>	Prélevé le 14/04/2021 à 12h15 Réception au laboratoire le 16/04/2021 Prélevé par le client GALATEA / DURIEUX		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Toutes les informations relatives aux conditions de prélèvement ont été transmises par le client.

Le laboratoire n'est pas responsable de la validité des informations transmises par le client.

Date de début d'analyse le 20/04/2021

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Analyses microbiologiques</b>							
Escherichia coli sur eau interstitielle	< 56	NPP/100 ml	NPP microplaques	NF EN ISO 9308-3			
Entérocoques (eau interstitielle)	< 56	NPP/100 ml	NPP microplaques	NF EN ISO 7899-1			
<b>Analyses physiques</b>							
Granulométrie laser	cf rapport joint	-	Granulométrie Laser	NF ISO 13320-1			
Fraction <2µm	0.00	%	Granulométrie Laser	NF ISO 13320-1			
Fraction 2-63 µm	0.00	%	Granulométrie Laser	NF ISO 13320-1			
Fraction 63-200µm	32.63	%	Granulométrie Laser	NF ISO 13320-1			
Fraction 200-2000 µm	67.37	%	Granulométrie Laser	NF ISO 13320-1			
Fraction <2000µm calculée	100.00	%	Granulométrie Laser	NF ISO 13320-1			

.../...

CARSO-LSEHL

Rapport d'analyse Page 2 / 2

Edité le : 26/04/2021

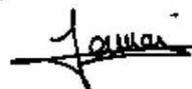
Identification échantillon : LSE2104-45275-1

Destinataire : Galatea

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité
Densité apparente	1.70	g/cm <sup>3</sup> MB	Méthode avec cuillère volumétrique	Méthode interne		
<b>Analyses physicochimiques</b> <b>Préparation</b>						
Refus de tamisage à 2 mm <b>Analyses physicochimiques de base</b>	3.70	%	Séchage, tamisage	Méthodes internes		#
Matières sèches <b>Analyses physicochimiques de base sur fraction sèche &lt; 2mm</b>	79.4	% MB	Gravimétrie	Méthode interne selon NF EN 15934		#
Carbone organique total <b>Métaux sur fraction sèche &lt; 2mm</b>	5.2	g/kg MS	Combustion sèche	NF EN 15936 méth.B		#
Minéralisation HCl/HNO <sub>3</sub>	-	-	Minéralisation aux micro-ondes	Méthode interne		#
Aluminium total	865	mg/kg MS	ICP/AES après minéralisation eau régale	Méthode interne M SM052		

Si certains paramètres soumis à des seuils de conformité ne sont pas couverts par l'accréditation alors la déclaration de conformité n'est pas couverte par l'accréditation.

Laure LAMAISON  
Responsable de laboratoire



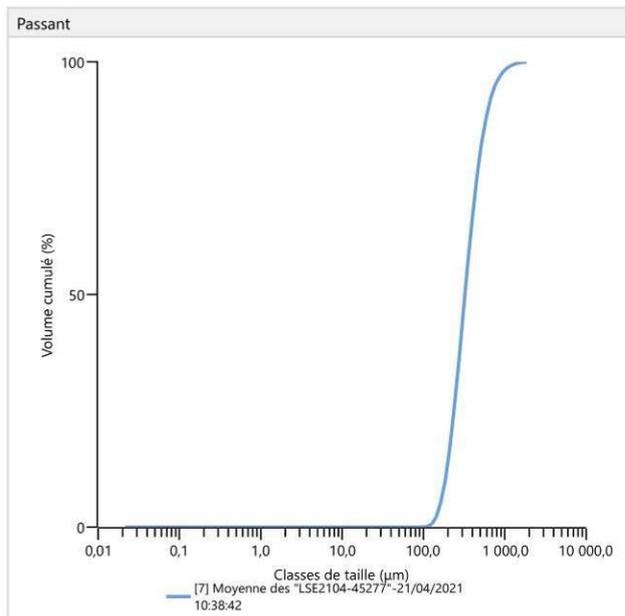
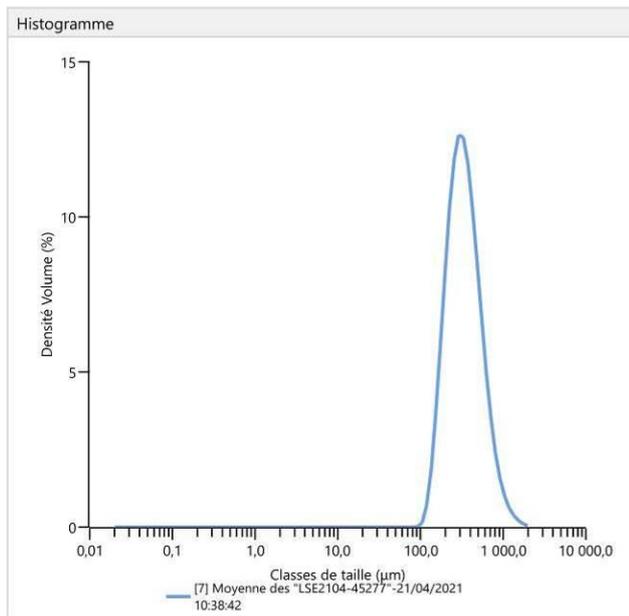
# Rapport d'analyse \_ Granulométrie

CARSO-LSEHL



<b>Identification Echantillon</b> <b>Nom de l'échantillon</b> Moyenne des "LSE2104-45277" <b>Nom de l'opérateur</b> msolides	<b>Identification Echantillon</b> <b>Date et heure d'analyse</b> 21/04/2021 10:38:42 <b>Date Heure mesure</b> 21/04/2021 10:38:42
--	---

<b>Parametres SOP</b> <b>Nom des Particules</b> Fraunhofer <b>Indice de réfraction des particules</b> 0,000 <b>Indice d'Absorption Des Particules</b> 0,000 <b>Nom du dispersant</b> Water <b>Indice de réfraction des dispersants</b> 1,330 <b>Modèle de diffusion</b> Mie <b>Modèle d'Analyse</b> Analyse standard <b>Résiduels pondérés</b> 0,50 % <b>Obscurisation du laser</b> 12,58 %	<b>Résultat</b> <b>Concentration</b> 0,5229 % <b>Span (largeur de distribution)</b> 1,364 <b>Uniformité</b> 0,433 <b>Surface spécifique</b> 18,98 m <sup>2</sup> /kg <b>D [3;2]</b> 301 µm <b>D [4;3]</b> 376 µm <b>Dv (10)</b> 186 µm <b>Dv (50)</b> 325 µm <b>Dv (90)</b> 628 µm
--	---



Résultats													
Taille (µm)	% Volume Dans												
0.0100	0.00	0.0597	0.00	0.357	0.00	2.13	0.00	12.7	0.00	76.0	0.00	454	7.12
0.0114	0.00	0.0679	0.00	0.405	0.00	2.42	0.00	14.5	0.00	86.4	0.00	516	5.58
0.0129	0.00	0.0771	0.00	0.460	0.00	2.75	0.00	16.4	0.00	98.1	0.09	586	4.15
0.0147	0.00	0.0876	0.00	0.523	0.00	3.12	0.00	18.7	0.00	111	0.54	666	2.93
0.0167	0.00	0.0995	0.00	0.594	0.00	3.55	0.00	21.2	0.00	127	1.52	756	1.98
0.0189	0.00	0.113	0.00	0.675	0.00	4.03	0.00	24.1	0.00	144	3.02	859	1.29
0.0215	0.00	0.128	0.00	0.767	0.00	4.58	0.00	27.4	0.00	163	4.88	976	0.81
0.0244	0.00	0.146	0.00	0.872	0.00	5.21	0.00	31.1	0.00	186	6.86	1110	0.50
0.0278	0.00	0.166	0.00	0.991	0.00	5.92	0.00	35.3	0.00	211	8.64	1260	0.30
0.0315	0.00	0.188	0.00	1.13	0.00	6.72	0.00	40.1	0.00	240	9.95	1430	0.18
0.0358	0.00	0.214	0.00	1.28	0.00	7.64	0.00	45.6	0.00	272	10.60	1630	0.09
0.0407	0.00	0.243	0.00	1.45	0.00	8.68	0.00	51.8	0.00	310	10.53	1850	0.03
0.0463	0.00	0.276	0.00	1.65	0.00	9.86	0.00	58.9	0.00	352	9.81	2100	0.00
0.0526	0.00	0.314	0.00	1.88	0.00	11.2	0.00	66.9	0.00	400	8.60	2390	0.00



Malvern Instruments Ltd.  
www.malvern.com

Mastersizer - v3.63  
Page 1 of 1

LSE2104-45277  
Created: 13/11/2019  
Printed: 21/04/2021 10:44

# CARSO - LABORATOIRE SANTÉ ENVIRONNEMENT HYGIÈNE DE LYON

Laboratoire Agréé pour les analyses d'eaux par le Ministère de la Santé



Edité le : 26/04/2021

Rapport d'analyse Page 1 / 2

Galatea  
Anne Moulin

Actiparc 2 - Bâtiment A  
Chemin Saint Lambert  
13821 La Penne Sur Huveaune

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
Dans le cas où le laboratoire n'a pas réalisé l'étape de prélèvement, les résultats s'appliquent uniquement à l'échantillon tel qu'il a été reçu.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

<b>Identification dossier :</b>	LSE21-53116	<b>Référence contrat :</b>	LSEC21-2600
<b>Identification échantillon :</b>	LSE2104-45277-1		
<b>Nature:</b>	Sédiments marins -DDTM		
<b>Origine :</b>	AVCR - PLAGE		
<b>Dept et commune :</b>	13 CARRY LE ROUET		
<b>Prélèvement :</b>	Prélevé le 14/04/2021 à 12h30 Réception au laboratoire le 16/04/2021 Prélevé par le client GALATEA / DURIEUX		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Toutes les informations relatives aux conditions de prélèvement ont été transmises par le client.  
Le laboratoire n'est pas responsable de la validité des informations transmises par le client.

Date de début d'analyse le 20/04/2021

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Analyses physiques</b>							
Granulométrie laser	cf rapport joint	-	Granulométrie Laser	NF ISO 13320-1			
Fraction <2µm	0.00	%	Granulométrie Laser	NF ISO 13320-1			
Fraction 2-63 µm	0.00	%	Granulométrie Laser	NF ISO 13320-1			
Fraction 63-200µm	14.01	%	Granulométrie Laser	NF ISO 13320-1			
Fraction 200-2000 µm	85.98	%	Granulométrie Laser	NF ISO 13320-1			
Fraction <2000µm calculée	100.00	%	Granulométrie Laser	NF ISO 13320-1			
Densité apparente	1.79	g/cm3 MB	Méthode avec cuillère volumétrique	Méthode interne			
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<i>Préparation</i>							

.../...

CARSO-LSEHL

Rapport d'analyse Page 2 / 2

Edité le : 26/04/2021

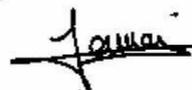
Identification échantillon : LSE2104-45277-1

Destinataire : Galatea

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	
Refus de tamisage à 2 mm <b>Analyses physicochimiques de base</b>	20.70	%	Séchage, tamisage	Méthodes internes			#
Matières sèches <b>Analyses physicochimiques de base sur fraction sèche &lt; 2mm</b>	80.4	% MB	Gravimétrie	Méthode interne selon NF EN 15934			#
Carbone organique total <b>Métaux sur fraction sèche &lt; 2mm</b>	2.0	g/kg MS	Combustion sèche	NF EN 15936 méth.B			#
Minéralisation HCl/HNO3	-	-	Minéralisation aux micro-ondes	Méthode interne			#
Aluminium total	736	mg/kg MS	ICP/AES après minéralisation eau régale	Méthode interne M_SM052			

Si certains paramètres soumis à des seuils de conformité ne sont pas couverts par l'accréditation alors la déclaration de conformité n'est pas couverte par l'accréditation.

Laure LAMAISON  
Responsable de laboratoire



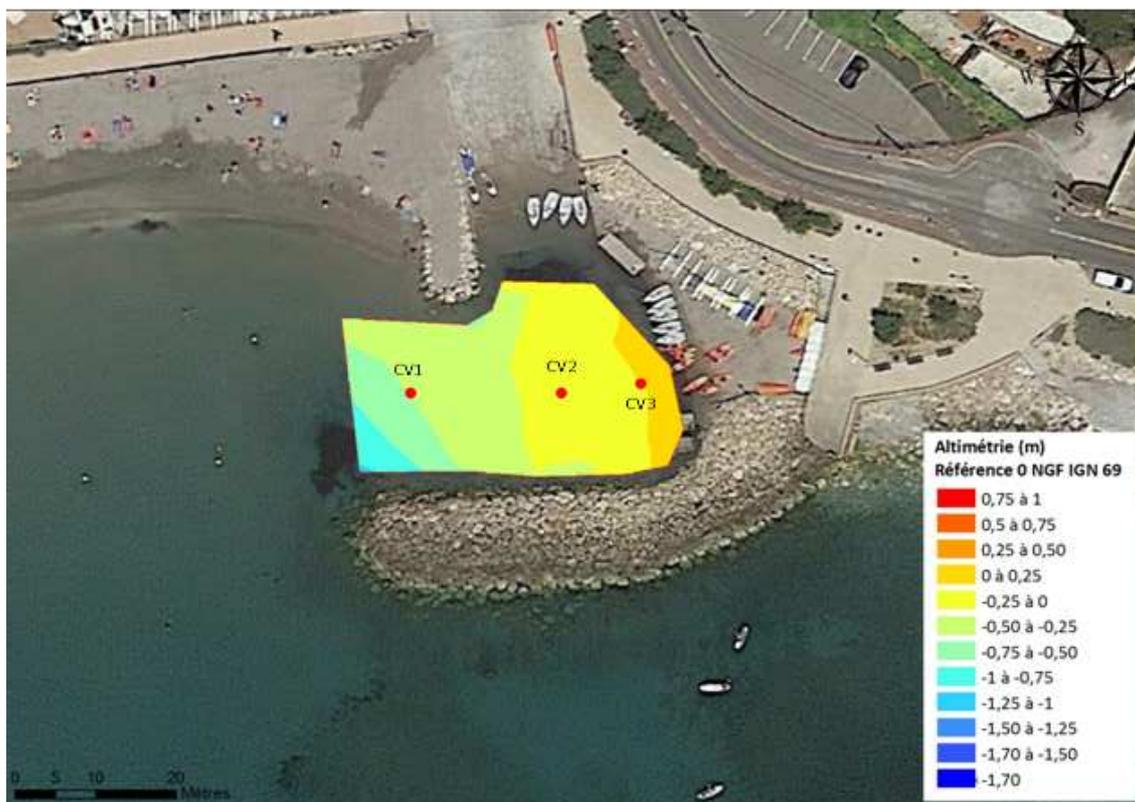
## FICHE DE PRELEVEMENTS DE SEDIMENTS

### CENTRE DE VOILE DU ROUET

DATE : 23 MAI 2016

Opérateurs : Anne Moulin – Hélène Silve

Nature des prélèvements : sédiments marins



PLAN D ECHANTILLONNAGE – CV = CV1 + CV2 + CV3



NATURE DES ECHANTILLONS CV 1 – CV 2 – CV 3

Les trois échantillons sont constitués de sable.

**GALATEA**  
**Madame Anne MOULIN**  
 1 rue fortia  
 13001 MARSEILLE

---

## RAPPORT D'ANALYSE

---

**Dossier N° : 16E040129**

Version du : 09/06/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-048508-01

Date de réception : 24/05/2016

Référence Dossier : N° Projet : essau

Nom Projet: essai

Référence Commande :

Coordinateur de projet client : Marion Davril / MarionDavril@eurofins.com /

N° Ech	Matrice	Référence échantillon
001	Sédiments (SED)	ROUET CV

## RAPPORT D'ANALYSE

### Dossier N° : 16E040129

Version du : 09/06/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-048508-01

Date de réception : 24/05/2016

Référence Dossier : N° Projet : essai

Nom Projet: essai

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

**001**  
**ROUET CV**  
**SED**

24/05/2016

### Préparation Physico-Chimique

LSA07 : <b>Matière sèche</b>	% P.B.	*	80.7
XXS07 : <b>Refus Pondéral à 2 mm</b>	% P.B.	*	2.75
XXS06 : <b>Séchage à 40°C</b>		*	-

### Mesures physiques

LS08F : <b>Granulométrie laser à pas variable (0 à 2 000 µm) - Tranches : 2 / 20 / 63 / 200 / 2000 µm</b>			
Pourcentage cumulé 0.02µm à 2µm	%	*	Cf détail ci-joint
Pourcentage cumulé 0.02µm à 20µm	%	*	Cf détail ci-joint
Pourcentage cumulé 0.02µm à 63µm	%	*	Cf détail ci-joint
Pourcentage cumulé 0.02µm à 200µm	%	*	Cf détail ci-joint
Pourcentage cumulé 0.02µm à 2000µm	%	*	Cf détail ci-joint
LS918 : <b>Masse volumique sur échantillon brut</b>	g/cm³		1.65
LS995 : <b>Perte au feu à 550°C</b>	% MS		1.13

### Analyses immédiates

LSL4H : <b>pH H2O</b>			
pH extrait à l'eau			9.3
Température de mesure du pH	°C		21

### Indices de pollution

LS916 : <b>Azote Kjeldahl (NTK)</b>	g/kg MS	*	<0.5
LSSKM : <b>Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments)</b>	mg/kg MS	*	<1000

### Métaux

XXS01 : <b>Minéralisation eau régale - Bloc chauffant</b>		*	-
LS862 : <b>Aluminium (Al)</b>	mg/kg MS	*	433
LS865 : <b>Arsenic (As)</b>	mg/kg MS	*	1.26
LS874 : <b>Cuivre (Cu)</b>	mg/kg MS	*	<5.00
LS881 : <b>Nickel (Ni)</b>	mg/kg MS	*	<1.00
LS882 : <b>Phosphore (P)</b>	mg/kg MS	*	79.4
LS883 : <b>Plomb (Pb)</b>	mg/kg MS	*	<5.00
LS894 : <b>Zinc (Zn)</b>	mg/kg MS	*	5.59
LSA09 : <b>Mercure (Hg)</b>	mg/kg MS	*	<0.10
LS931 : <b>Cadmium (Cd)</b>	mg/kg MS	*	<0.10

## RAPPORT D'ANALYSE

### Dossier N° : 16E040129

Version du : 09/06/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-048508-01

Date de réception : 24/05/2016

Référence Dossier : N° Projet : essai

Nom Projet: essai

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

001

ROUET CV

SED

24/05/2016

### Métaux

LS934 : <b>Chrome (Cr)</b>	mg/kg MS	*	3.63
LSA6B : <b>Phosphore total (P2O5)</b>	mg/kg MS		182

### Hydrocarbures totaux

LS919 : <b>Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)</b>			
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg MS	*	<15.0
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg MS		-
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg MS		-
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg MS		-
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg MS		-

### Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSA33 : <b>Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)</b>			
Naphtalène	mg/kg MS	*	<0.0024
Acénaphthylène	mg/kg MS	*	<0.0024
Acénaphtène	mg/kg MS	*	<0.0024
Fluorène	mg/kg MS	*	<0.0024
Phénanthrène	mg/kg MS	*	<0.0024
Anthracène	mg/kg MS	*	<0.0024
Fluoranthène	mg/kg MS	*	0.012
Pyrène	mg/kg MS	*	0.0095
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	*	0.0052
Chrysène	mg/kg MS	*	0.0067
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	*	0.0068
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	*	0.0028
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	*	0.0059
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	*	<0.0024
Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg MS	*	0.0033
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg MS	*	0.004
Somme des HAP	mg/kg MS		0.056<x<0.073

### Polychlorobiphényles (PCBs)

LSA42 : <b>PCB congénères réglementaires (7)</b>			
PCB 28	mg/kg MS	*	<0.001
PCB 52	mg/kg MS	*	<0.001
PCB 101	mg/kg MS	*	<0.001
PCB 118	mg/kg MS	*	<0.001
PCB 138	mg/kg MS	*	<0.001

## RAPPORT D'ANALYSE

**Dossier N° : 16E040129**

Version du : 09/06/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-048508-01

Date de réception : 24/05/2016

Référence Dossier : N° Projet : essai

Nom Projet: essai

Référence Commande :

N° Echantillon

**001  
ROUET CV  
SED**

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

24/05/2016

### Polychlorobiphényles (PCBs)

**LSA42 : PCB congénères réglementaires (7)**

PCB 153	mg/kg MS	*	<0.001
PCB 180	mg/kg MS	*	<0.001
SOMME PCB (7)	mg/kg MS		<0.007

### Composés Volatils

LS0XU : <b>Benzène</b>	mg/kg MS		<0.10
LS0Y4 : <b>Toluène</b>	mg/kg MS		<0.20
LS0XW : <b>Ethylbenzène</b>	mg/kg MS		<0.20
LS0Y6 : <b>o-Xylène</b>	mg/kg MS		<0.20
LS0Y5 : <b>m+p-Xylène</b>	mg/kg MS		<0.20
LS0IK : <b>Somme des BTEX</b>	mg/kg MS		<0.900

### Organoétains

**LSKP5 : Injection GC/MS/MS -  
Extraction Acide acétique**

LS2GK : <b>Dibutylétain cation (DBT)</b>	µg Sn/kg MS	*	<2.0
LS2GL : <b>Tributylétain cation (TBT)</b>	µg Sn/kg MS	*	<2.0
LS2IJ : <b>Tétra-butylétain (TeBT)</b>	µg Sn/kg MS		<15
LS2IK : <b>Monobutylétain cation (MBT)</b>	µg Sn/kg MS	*	<2.0
LS2IL : <b>Triphénylétain cation (TPhT)</b>	µg Sn/kg MS	*	<2.0
LS2IM : <b>MonoOctylétain cation (MOT)</b>	µg Sn/kg MS	*	<2.0
LS2IN : <b>DiOctylétain cation (DOT)</b>	µg Sn/kg MS	*	<2.0
LS2IP : <b>Tricyclohexylétain cation (TcHexT)</b>	µg Sn/kg MS	*	<2.0

### Lixiviation

**LSA36 : Lixiviation 1x24 heures**

Lixiviation 1x24 heures			Fait
Refus pondéral à 4 mm	% P.B.		1.8
<b>XXS4D : Pesée échantillon lixiviation</b>			
Volume	ml		240
Masse	g		23.7

### Analyses immédiates sur éluat

**LSQ13 : Mesure du pH sur éluat**

pH (Potentiel d'Hydrogène)			8.4
----------------------------	--	--	-----

## RAPPORT D'ANALYSE

### Dossier N° : 16E040129

Version du : 09/06/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-048508-01

Date de réception : 24/05/2016

Référence Dossier : N° Projet : essai

Nom Projet: essai

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

**001**  
**ROUET CV**  
**SED**

24/05/2016

### Analyses immédiates sur éluat

#### LSQ13 : Mesure du pH sur éluat

Température de mesure du pH °C 20

#### LSQ02 : Conductivité à 25°C sur éluat

Conductivité corrigée automatiquement à 25°C µS/cm 863

Température de mesure de la conductivité °C 19.6

#### LSM46 : Résidu sec à 105°C (Fraction soluble) sur éluat

Résidus secs à 105 °C mg/kg MS 4740

Résidus secs à 105°C (calcul) % MS 0.5

### Indices de pollution sur éluat

LSM68 : Carbone Organique par oxydation (COT) sur éluat mg/kg MS &lt;51

LS04Y : Chlorures sur éluat mg/kg MS 2200

LSN71 : Fluorures sur éluat mg/kg MS &lt;5.08

LS04Z : Sulfate (SO4) sur éluat mg/kg MS 432

LSM90 : Indice phénol sur éluat mg/kg MS &lt;0.51

### Métaux sur éluat

LSM04 : Arsenic (As) sur éluat mg/kg MS &lt;0.20

LSM05 : Baryum (Ba) sur éluat mg/kg MS &lt;0.10

LSM11 : Chrome (Cr) sur éluat mg/kg MS &lt;0.10

LSM13 : Cuivre (Cu) sur éluat mg/kg MS &lt;0.20

LSM19 : Molybdène (Mo) sur éluat mg/kg MS &lt;0.10

LSM20 : Nickel (Ni) sur éluat mg/kg MS &lt;0.10

LSM22 : Plomb (Pb) sur éluat mg/kg MS &lt;0.10

LSM35 : Zinc (Zn) sur éluat mg/kg MS &lt;0.20

LS04W : Mercure (Hg) sur éluat mg/kg MS &lt;0.001

LSM97 : Antimoine (Sb) sur éluat mg/kg MS &lt;0.005

LSN05 : Cadmium (Cd) sur éluat mg/kg MS &lt;0.002

LSN41 : Sélénium (Se) sur éluat mg/kg MS &lt;0.01

### Microbiologie

UMW87 : Escherichia coli (microplaques) NPP/g &lt; 40

## RAPPORT D'ANALYSE

**Dossier N° : 16E040129**

Version du : 09/06/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-048508-01

Date de réception : 24/05/2016

Référence Dossier : N° Projet : essai

Nom Projet: essai

Référence Commande :

Observations	N° Ech	Réf client

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 10 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole \*.

D : détecté / ND : non détecté

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : [www.eurofins.fr](http://www.eurofins.fr) ou disponible sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.



Marie-Cécile Jacques

Resp. dpt. Reception Codage Microbiology

## Annexe technique

Dossier N° : 16E040129

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-048508-01

Emetteur : Mme Anne Moulin

Commande EOL : 0068153150226

Nom projet : essai

Référence commande :

### Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Incert.	Prestation réalisée sur le site de :
LS04W	Mercure (Hg) sur éluat	ICP-MS - NF EN ISO 17294-2 / NF EN 16192	0.001	mg/kg MS		Eurofins Analyse pour l'Environnement France
LS04Y	Chlorures sur éluat	Spectrophotométrie (UV/VIS) - NF EN 16192 - NF ISO 15923-1	10	mg/kg MS		
LS04Z	Sulfate (SO4) sur éluat		50	mg/kg MS		
LS08F	Granulométrie laser à pas variable (0 à 2 000 µm) - Tranches : 2 / 20 / 63 / 200 / 2000 µm Pourcentage cumulé 0.02µm à 2µm Pourcentage cumulé 0.02µm à 20µm Pourcentage cumulé 0.02µm à 63µm Pourcentage cumulé 0.02µm à 200µm Pourcentage cumulé 0.02µm à 2000µm		Mesure de la taille des particules par granulométrie laser - MO/ENV/PS/17 - Méthode interne		% % % % %	
LS01K	Somme des BTEX	Calcul - Calcul		mg/kg MS		
LS0XU	Benzène	HS-GC-MS [Extraction méthanolique] - NF EN ISO 22155 (sol) ou Méthode interne (boue, séd)	0.1	mg/kg MS		
LS0XW	Ethylbenzène		0.2	mg/kg MS		
LS0Y4	Toluène		0.2	mg/kg MS		
LS0Y5	m+p-Xylène		0.2	mg/kg MS		
LS0Y6	o-Xylène		0.2	mg/kg MS		
LS2GK	Dibutylétain cation (DBT)		GC-MS/MS [Dérivation, extraction Solide/Liquide] - XP T 90-250	2	µg Sn/kg MS	
LS2GL	Tributylétain cation (TBT)	2		µg Sn/kg MS		
LS2IJ	Tétrabutylétain (TeBT)	15		µg Sn/kg MS		
LS2IK	Monobutylétain cation (MBT)	2		µg Sn/kg MS		
LS2IL	Triphénylétain cation (TPHT)	2		µg Sn/kg MS		
LS2IM	MonoOctylétain cation (MOT)	2		µg Sn/kg MS		
LS2IN	DiOctylétain cation (DOT)	2		µg Sn/kg MS		
LS2IP	Tricyclohexylétain cation (TcHexT)	2		µg Sn/kg MS		
LS862	Aluminium (Al)	ICP-AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B	5	mg/kg MS		
LS865	Arsenic (As)		1	mg/kg MS		
LS874	Cuivre (Cu)		5	mg/kg MS		
LS881	Nickel (Ni)		1	mg/kg MS		
LS882	Phosphore (P)		1	mg/kg MS		
LS883	Plomb (Pb)		5	mg/kg MS		
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg MS		
LS916	Azote Kjeldahl (NTK)		Volumétrie [Minéralisation] - Adaptée de NF EN 13342 (Sols) - NF EN 13342	0.5	g/kg MS	
LS918	Masse volumique sur échantillon brut	Méthode interne		g/cm³		
LS919	Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40) Indice Hydrocarbures (C10-C40) HCT (nC10 - nC16) (Calcul) HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	GC-FID [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN ISO 16703 (Sols) - NF EN 14039	15	mg/kg MS mg/kg MS mg/kg MS		

## Annexe technique

Dossier N° : 16E040129

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-048508-01

Emetteur : Mme Anne Moulin

Commande EOL : 0068153150226

Nom projet : essai

Référence commande :

### Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Incert.	Prestation réalisée sur le site de :
	HCT (>nC22 - nC30) (Calcul) HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)			mg/kg MS mg/kg MS		
LS931	Cadmium (Cd)	ICP-MS [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 17294-2 - NF EN 13346 Méthode B	0.1	mg/kg MS		
LS934	Chrome (Cr)		0.1	mg/kg MS		
LS995	Perte au feu à 550°C	Gravimétrie - NF EN 12879	0.1	% MS		
LSA07	Matière sèche	Gravimétrie - NF EN 12880	0.1	% P.B.		
LSA09	Mercuré (Hg)	CV-AFS [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B (Sol) - NF ISO 16772 (Sol) - Adaptée de NF ISO 16772 (Boue, Sédiments)	0.1	mg/kg MS		
LSA33	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)	GC-MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF ISO 18287 (Sols) - XP X 33-012 (boue, sédiment)				
	Naphtalène		0.002	mg/kg MS		
	Acénaphthylène		0.002	mg/kg MS		
	Acénaphthène		0.002	mg/kg MS		
	Fluorène		0.002	mg/kg MS		
	Phénanthrène		0.002	mg/kg MS		
	Anthracène		0.002	mg/kg MS		
	Fluoranthène		0.002	mg/kg MS		
	Pyrène		0.002	mg/kg MS		
	Benzo(a)anthracène		0.002	mg/kg MS		
	Chrysène		0.002	mg/kg MS		
	Benzo(b)fluoranthène		0.002	mg/kg MS		
	Benzo(k)fluoranthène		0.002	mg/kg MS		
	Benzo(a)pyrène		0.002	mg/kg MS		
	Dibenzo(a,h)anthracène		0.002	mg/kg MS		
	Benzo(ghi)Pérylène		0.002	mg/kg MS		
	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène		0.002	mg/kg MS		
	Somme des HAP			mg/kg MS		
LSA36	Lixiviation 1x24 heures  Lixiviation 1x24 heures  Refus pondéral à 4 mm	Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2				
			0.1	% P.B.		
LSA42	PCB congénères réglementaires (7)	GC-MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 16167 (Sols) - XP X 33-012 (boue, sédiment)				
	PCB 28		0.001	mg/kg MS		
	PCB 52		0.001	mg/kg MS		
	PCB 101		0.001	mg/kg MS		
	PCB 118		0.001	mg/kg MS		
	PCB 138		0.001	mg/kg MS		
	PCB 153		0.001	mg/kg MS		
	PCB 180		0.001	mg/kg MS		
	SOMME PCB (7)			mg/kg MS		
LSA6B	Phosphore total (P2O5)	Calcul - Calcul		mg/kg MS		

## Annexe technique

Dossier N° : 16E040129

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-048508-01

Emetteur : Mme Anne Moulin

Commande EOL : 0068153150226

Nom projet : essai

Référence commande :

### Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Incert.	Prestation réalisée sur le site de :
LSKP5	Injection GC/MS/MS - Extraction Acide acétique	GC-MS/MS -				
LSL4H	pH H2O pH extrait à l'eau Température de mesure du pH	Potentiométrie - NF EN 12176		°C		
LSM04	Arsenic (As) sur éluat	ICP-AES - NF EN ISO 11885 / NF EN 16192	0.2	mg/kg MS		
LSM05	Baryum (Ba) sur éluat		0.1	mg/kg MS		
LSM11	Chrome (Cr) sur éluat		0.1	mg/kg MS		
LSM13	Cuivre (Cu) sur éluat		0.2	mg/kg MS		
LSM19	Molybdène (Mo) sur éluat		0.1	mg/kg MS		
LSM20	Nickel (Ni) sur éluat		0.1	mg/kg MS		
LSM22	Plomb (Pb) sur éluat		0.1	mg/kg MS		
LSM35	Zinc (Zn) sur éluat		0.2	mg/kg MS		
LSM46	Résidu sec à 105°C (Fraction soluble) sur éluat Résidus secs à 105 °C Résidus secs à 105°C (calcul)	Gravimétrie - NF T 90-029 / NF EN 16192	2000 0.2	mg/kg MS % MS		
LSM68	Carbone Organique par oxydation (COT) sur éluat	Spectrophotométrie (IR) [à chaud en milieu acide] - NF EN 16192 - NF EN 1484 - Adaptée de NF EN 1484 (hors Sol)	50	mg/kg MS		
LSM90	Indice phénol sur éluat	Flux Continu - NF EN ISO 14402 (adaptée sur sédiment, boue) - NF EN 16192	0.5	mg/kg MS		
LSM97	Antimoine (Sb) sur éluat	ICP-MS - NF EN ISO 17294-2 / NF EN 16192	0.005	mg/kg MS		
LSN05	Cadmium (Cd) sur éluat		0.002	mg/kg MS		
LSN41	Sélénium (Se) sur éluat		0.01	mg/kg MS		
LSN71	Fluorures sur éluat	Electrométrie [Potentiométrie] - NF T 90-004 (adaptée sur sédiment, boue) - NF EN 16192	5	mg/kg MS		
LSQ02	Conductivité à 25°C sur éluat Conductivité corrigée automatiquement à 25°C Température de mesure de la conductivité	Potentiométrie [Méthode à la sonde] - NF EN 27888 / NF EN 16192		µS/cm °C		
LSQ13	Mesure du pH sur éluat pH (Potentiel d'Hydrogène) Température de mesure du pH	Potentiométrie - NF EN ISO 10523 / NF EN 16192		°C		
LSSKM	Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments)	Combustion [sèche] - NF EN 13137	1000	mg/kg MS		
UMW87	Escherichia coli (microplaques)	Numération - NPP miniaturisé - ISO 9308-3-M		NPP/g		
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide - NF EN 13346 Méthode B				
XXS06	Séchage à 40°C	Séchage - NF ISO 11464				
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Gravimétrie - NF ISO 11464	1	% P.B.		
XXS4D	Pesée échantillon lixiviation Volume Masse	Gravimétrie -		ml g		

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande

Méthodes de calcul de l'incertitude (valeur maximisée) : (A) : Eurachem (B) : XP T 90-220 (C) : NF ISO 11352 (D) : ISO 15767 (e) : Méthode interne

## Annexe de traçabilité des échantillons

*Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire*

**Dossier N° : 16E040129**

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-048508-01

Emetteur : Mme Anne Moulin

Commande EOL : 0068153150226

Nom projet : essai

Référence commande :

### Sédiments

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
16E040129-001	ROUET CV			

# Annexe au rapport d'analyse

## LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne MO/ENV/PS/17/V2

Référence de l'échantillon (Matrice) :

16e040129-001(SED) - Average

Opérateur :

ffb4

Date de l'analyse :

lundi 30 mai 2016 12:12:41

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

### Données statistique

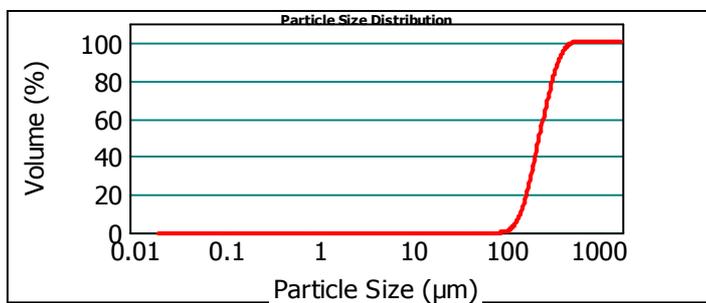
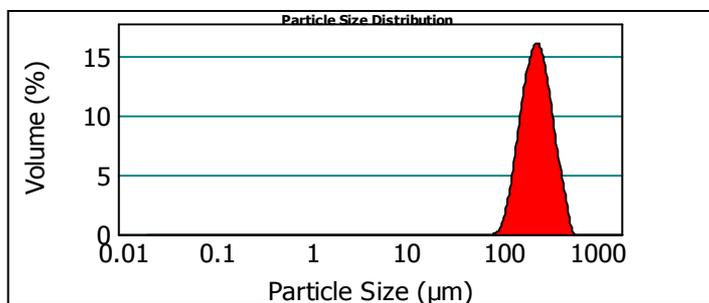
**Surface spécifique :** 0.0249 m<sup>2</sup>/g    **Moyenne :** 272.949 µm    **Médiane :** 257.216 µm    **Variance :** 9279.535 µm<sup>2</sup>    **Ecart type :** 96.33 µm    **Rapport moyenne/médiane :** 1.061 µm    **Mode :** 257.474 µm

#### \* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.00%  
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 0.00%  
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 0.00%  
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 25.09%  
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

#### Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.00%  
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 0.00%  
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 0.00%  
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 25.09%  
*Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 0.00%*  
*Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 25.09%*  
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 74.91%



16e040129-001(SED) - Average

lundi 30 mai 2016 12:12:41

Size (µm)	Volume In %
0.020	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
2.500	0.00
4.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
4.000	0.00
8.000	0.00
10.000	0.00
15.000	0.00
20.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
20.000	0.00
30.000	0.00
40.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
63.000	0.02
100.000	25.07
200.000	21.91
250.000	41.77
400.000	

Size (µm)	Volume In %
400.000	8.91
500.000	2.32
600.000	0.00
800.000	0.00
900.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
900.000	0.00
1000.000	0.00
1500.000	0.00
2000.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
2.500	0.00

Size (µm)	Vol Under %
4.000	0.00
8.000	0.00
10.000	0.00
15.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
20.000	0.00
30.000	0.00
40.000	0.00
50.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
63.000	0.00
100.000	0.02
200.000	25.09
250.000	47.00

Size (µm)	Vol Under %
400.000	88.77
500.000	97.68
600.000	100.00
800.000	100.00

Size (µm)	Vol Under %
900.000	100.00
1000.000	100.00
1500.000	100.00
2000.000	100.00

### Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU  
0.020 µm à 2000 µm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 5.89 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole \*

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne  
 5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -  
 Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env  
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971