

Étude sanitaire de la zone 13.06.01 « Anse de Carteau Sud » groupe 2 (coquillages bivalves fouisseurs)

Étude en vue du classement d'une zone de
production de coquillages

Convention DGAI/IFREMER dans le domaine de
la qualité sanitaire des coquillages pour l'année
2023, en application de la convention cadre
n°CC-2022-001 / 22/100246720

FICHE DOCUMENTAIRE

Étude sanitaire de la zone 13.06.01

« Anse de Carteau Sud » groupe 2 (coquillages bivalves fousseurs)

Référence interne :

ODE/UL/LER PAC 24-02

Diffusion

libre (internet)

restreinte (intranet)

levée d'embargo : AAAA/MM/JJ

interdite (confidentielle)

levée de confidentialité : AAAA/MM/JJ

Date de publication :

01/07/2024

Version : 1.1.0

Référence de l'illustration de couverture

Crédit photo : Anse de Carteau/B. de

Vogüé/22/04/2024

Langue(s) :

Résumé / Abstract :

La zone 13.06.01, « Anse de Carteau Sud » est classée B pour le groupe 2 (bivalves fousseurs), au titre de la salubrité et de la surveillance sanitaire des zones de production de coquillages vivants. A la demande des pêcheurs professionnels de la zone, une demande d'étude sanitaire a été formulée par la Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches-du-Rhône (DDTM 13) en vue de définir la stratégie d'échantillonnage microbiologique de cette zone pour le groupe 2.

Une étude de dossier a été réalisée afin de recenser les principales sources de contamination microbiologique, qui sont pour la zone : les rejets aqueux des bassins versants de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône et de l'ouest de la zone industrialo-portuaire de Fos sur mer, les rejets liés à l'assainissement collectif et non-collectif, les élevages d'animaux dans le bassin versant de proximité, les rejets des activités conchylicoles et les ports de plaisance.

Une étude de zone sur 2 points de prélèvements a été conduite entre avril 2023 et mars 2024 avec les palourdes (*Ruditapes philippinarum* et *decussatus*) comme taxon indicateur.

Les résultats des analyses chimiques effectuées en février 2023 se sont avérés compatibles avec le classement sanitaire de cette zone.

Au regard des critères du Règlement d'exécution (UE) 2019/627, les résultats des analyses microbiologiques ont conduit à estimer en B la qualité sanitaire des bivalves fousseurs de la zone Anse de Carteau Sud.

Le point 109-P-156 Îlot (palourdes) est retenu pour le suivi REMI des bivalves fousseurs de la zone.

Mots-clés / Key words :

Étude sanitaire, *Escherichia coli*, Bouches-du-Rhône, Carteau, classement sanitaire, contamination bactériologique des coquillages, palourdes.

Comment citer ce document :

Chavanon F, Herlory O, Marco-Miralles F, Rocq S (2024). Étude sanitaire de la zone 13.06.01 « Anse de Carteau Sud » groupe 2 (coquillages bivalves fousseurs)

Disponibilité des données de la recherche :

REMI dataset : the French microbiological monitoring program of mollusc harvesting areas. SEANOE. <http://doi.org/10.17882/47157>

DOI :

Commanditaire du rapport :
Direction Générale de l'Alimentation

Nom / référence du contrat :
 Rapport intermédiaire (Réf. Bibliographique : XXX)
 Rapport définitif

Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit (programme européen, campagne, etc.) :

Auteur(s) / adresse mail	Affiliation / Direction / Service, laboratoire
--------------------------	--

F. Chavanon / fabienne.chavanon@ifremer.fr	PDG-ODE-UL-LER PAC
--	--------------------

O. Herlory / olivier.herlory@ifremer.fr	PDG-ODE-UL-LER PAC
---	--------------------

F. Marco-Miralles / Francoise.Marco.Miralles@ifremer.fr	PDG-ODE-UL-LER PAC
--	--------------------

S. Rocq /sophie.rocq@ifremer.fr	PDG-RBE-MASAE-LSEM
---------------------------------	--------------------

Contributeur(s) / adresse mail	Affiliation / Direction / Service, laboratoire
--------------------------------	--

B. de Vogüé / benoist.de.vogue@ifremer.fr	PDG-ODE-UL-LER PAC
---	--------------------

C. Ravel / christophe.ravel@ifremer.fr	PDG-ODE-UL-LER PAC
--	--------------------

Destinataires :
DGA

Contributeurs :
C. Ravel, B. de Vogüé

Validé par :
Coordination RÉMI

SOMMAIRE

1. Introduction	6
2. Description générale de la zone de production	7
2.1. Situation géographique	7
2.2. Zone de production	7
2.3. Réseau hydrographique	8
2.4. Caractéristiques climatiques	10
2.4.1. Pluviométrie	10
2.4.2. Vents	12
2.5. Hydrodynamisme de la zone	13
2.6. Population	13
2.7. Zonages de protection environnementale	14
2.7.1. Réserve de biosphère	14
2.7.2. Zone Naturelle d'Intérêt Écologique floristique et faunistique (ZNIEFF)	15
2.7.3. Site Natura 2000 Camargue	16
2.7.4. Biocénoses remarquables	17
3. Identification des sources de contamination	19
3.1. Rejets aqueux dans le golfe de Fos	19
3.2. Assainissement	20
3.2.1. Assainissement collectif	20
3.2.2. Assainissement non collectif	21
3.3. Plaisance	22
3.4. Rejet des activités conchylicoles	23
3.5. Agriculture	23
4. Données de surveillance existantes	24
4.1. Surveillance de la qualité des coquillages	24
4.1.1. Qualité microbiologique des fousseurs (groupe 2)	24
4.1.2. Qualité microbiologique des filtreurs (groupe 3)	27
5. Synthèse des principales informations sur les sources potentielles de contamination microbiologique	28
6. Matériel et méthodes pour l'évaluation de la qualité sanitaire de la zone de production	29
6.1. Évaluation de la contamination microbiologique	29
6.1.1. Indicateur de contamination microbiologique	29
6.1.2. Critères d'évaluation des niveaux de contamination microbiologique	30
6.2. Évaluation de la contamination chimique	31
6.2.1. Indicateur de contamination chimique	31
6.2.2. Critères d'évaluation des niveaux de contamination chimique	32
6.3. Stratégie d'échantillonnage	33
6.3.1. Choix des points de prélèvement et du taxon indicateur	33

6.3.2. Fréquence d'échantillonnage.....	34
6.4. Prélèvement des coquillages.....	35
6.4.1. Pour l'évaluation de la contamination microbiologique.....	35
6.4.2. Pour l'évaluation de la contamination chimique	35
7. Résultats et discussion.....	36
7.1. Bilan des prélèvements.....	36
7.2. Estimation de la qualité chimique	38
7.3. Estimation de la qualité microbiologique	39
7.3.1. Point Mas	39
7.3.2. Point Îlot.....	40
7.3.3. Comparaison des points de prélèvements et sensibilité aux précipitations	41
8. Conclusion	42
9. Annexe.....	43
9.1. Résultats des analyses microbiologiques aux points Mas et Îlot	43

1. Introduction

La zone 13.06.01 « Anse de Carteau Sud » est classée, au titre de la salubrité et de la surveillance sanitaire des zones de production de coquillages vivants, par l'Arrêté préfectoral du 24 janvier 2018¹ et conformément aux exigences du Règlement d'exécution (UE) 2019/627² pour :

- Le groupe 1 (les gastéropodes marins, les échinodermes et les tuniciers) en classe A (*i.e.* mise à la consommation directe possible après la récolte) ;
- Le groupe 2 (les bivalves fouisseurs) en classe B (*i.e.* purification obligatoire avant mise à la consommation) ;
- Le groupe 3 (les bivalves non fouisseurs) en classe B (*i.e.* purification obligatoire avant mise à la consommation).

Les professionnels de la zone de production conchylicole de Carteau ont déposé une fiche de demande d'étude sanitaire le 24 juin 2022 pour les bivalves fouisseurs alors que ce groupe ne faisait plus l'objet d'un suivi de la salubrité sanitaire depuis 1999.

La Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches-du-Rhône (DDTM 13) a fait remonter cette demande à la Direction Générale de l'Alimentation (DGAI), qui a sollicité l'Ifremer pour la réalisation d'une étude sanitaire en vue de définir la stratégie d'échantillonnage REMI de cette zone pour le groupe 2 (bivalves fouisseurs).

La DDTM 13 est le maître d'ouvrage de l'étude sanitaire et le Laboratoire Environnement Ressources Provence Azur Corse de l'Ifremer (LER PAC) en est le maître d'œuvre en charge de réaliser l'étude proprement dite. L'échantillonnage des coquillages a été réalisé en collaboration avec le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins de Provence-Alpes-Côte d'Azur (CRPMEM PACA).

Basée sur un paramètre microbiologique (*Escherichia coli*) et des paramètres chimiques (plomb, mercure, cadmium et certains polluants organiques), l'étude sanitaire a pour objectifs :

- D'estimer la qualité microbiologique et chimique en vue du classement sanitaire de la zone par l'administration conformément aux exigences des règlements européens UE 2019/627² et UE n°2023/915³ ;
- De déterminer la stratégie d'échantillonnage à mettre en œuvre dans le cadre de la surveillance sanitaire régulière de cette zone suite à son classement.

Pour la réalisation d'une étude sanitaire, trois étapes principales sont généralement réalisées :

- L'étude de dossier qui consiste en un recueil des données disponibles sur la zone de production et sur les sources de contamination d'origine humaine ou animale. Cette étape doit permettre d'aboutir à une proposition d'échantillonnage *a priori*. Cette étape inclut l'analyse des données de surveillance déjà disponibles (qualité d'eau, pêche récréative...).
- L'inspection du littoral qui permet de confirmer la présence des sources de contamination préalablement identifiées lors de l'étude de dossier, et/ou d'en révéler de nouvelles. À l'issue de cette inspection, le programme d'échantillonnage proposé est confirmé ou modifié.

¹ Direction départementale des territoires et de la mer 13-2018-01-24-013, arrêté préfectoral portant classement de salubrité et de surveillance sanitaire des zones de production de coquillages vivants des Bouches-du-Rhône.

² Règlement d'exécution (UE) 2019/627 de la Commission du 15 mars 2019 établissant des modalités uniformes pour la réalisation des contrôles officiels en ce qui concerne les produits d'origine animale destinés à la consommation humaine conformément au Règlement (UE) 2017/625 du Parlement européen et du Conseil et modifiant le Règlement (CE) n°2074/2005 de la Commission en ce qui concerne les contrôles officiels.

³ Règlement (UE) 2023/915 de la commission du 25 avril 2023 concernant les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires et abrogeant le règlement (CE) no 1881/2006.

- L'étude de zone : c'est le programme d'échantillonnage dont les résultats vont permettre d'estimer la qualité de la zone.

L'avis de l'Ifremer porte sur la qualité microbiologique et chimique de la zone de production. Il est transmis à la DDTM, afin que celle-ci établisse une proposition de classement adressée au préfet.

Cette étude bénéficie d'un financement de la direction générale de l'alimentation (DGAI) du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation.

2. Description générale de la zone de production

2.1. Situation géographique

La zone de production 13.06.01 « Anse de Carteau Sud » est située dans le département des Bouches-du-Rhône, plus précisément dans le golfe de Fos (Figure 1).

Le Golfe de Fos, à 80 km environ à l'ouest de Marseille, est limité à l'ouest par l'embouchure du Grand-Rhône et à l'est par le Cap Couronne. Ses rivages nord et ouest, modelés par les apports du Rhône, forment des côtes basses en évolution permanente.

L'anse de Carteau, partie intégrante du Golfe de Fos, représente environ 1000 hectares. Elle est fermée au sud par le They de la Gracieuse et au nord par la jetée du Canal Saint-Louis (construit entre 1863 et 1871 pour permettre l'accès aux quais de Port-Saint-Louis et une communication avec le Rhône) (Console et Zeitoun, 1992⁴).

L'anse de Carteau est bordée au nord par la Zone Industriale Portuaire (ZIP) de Fos-sur-mer du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM). Cette ZIP créée en 1964 par l'Etat pour l'implantation d'usines sur 10 000 hectares bordant le golfe de Fos, est une des plus importantes zones industrialo-portuaires d'Europe. Cet espace concentre de multiples activités : sidérurgie, énergie (terminaux méthaniers, parcs éoliens), pétrochimie, raffineries et transport maritime (source GPMM⁵).

2.2. Zone de production

La zone de production de coquillages 13.06.01 « Anse de Carteau Sud » (Figure 1) est délimitée selon l'arrêté préfectoral du 24 janvier 2018 :

- Au nord par une ligne brisée joignant le phare de la digue Saint-Louis à la pointe du They de la Gracieuse passant par les bouées du balisage sud du chenal de navigation pour l'entrée des darses ;
- À l'est par la ligne joignant la pointe du They de la Gracieuse à la bouée 8 du balisage sud du chenal de navigation pour l'entrée des darses ;
- À l'ouest par la ligne joignant le phare de la digue Saint-Louis à la bouée C2 du balisage sud du chenal de navigation pour l'entrée des darses.

La zone est actuellement classée pour les 3 groupes de coquillages, mais à notre connaissance exploitée uniquement pour les bivalves fouisseurs (groupe 2) et non fouisseurs (groupe 3).

Selon l'Arrêté préfectoral du 24 janvier 2018, la zone est classée B pour les coquillages du groupe 2 et du groupe 3, cela implique que les coquillages récoltés ne peuvent être mis sur le marché pour la consommation humaine qu'après avoir été traités dans un centre de purification agréé ou après reparcage dans une zone spécifiquement agréée pour cette opération. Aucune zone de reparcage au

⁴ Console J.J., Zeitoun C. (1992). La qualité sanitaire des eaux de l'Anse de Carteau (Golfe de Fos). Ref. R.INT.DEL/92.02 Marseille. <https://archimer-intranet.ifremer.fr/doc/00425/53705/>

⁵ <https://www.marseille-port.fr/filieres/industries>

sens de la réglementation en vigueur n'est actuellement définie sur le littoral des Bouches-du-Rhône (Arrêté préfectoral du 24 janvier 2018¹).



Figure 1. Carte de situation de la zone de production de coquillages 13.06.01 « Anse de Carteau Sud » (d'après Arrêté préfectoral du 24 janvier 2018¹)

D'après la demande d'étude sanitaire, les coquillages fouisseurs exploités par la pêche professionnelle sont les palourdes (*Ruditapes philippinarum* et *decussatus*), les couteaux (Solénidés), les coques (*Cerastoderma edule*), les tellines (*Donax spp.* et *Tellina spp.*) et les praires (*Venus verrucosa*). Au moins 20 pêcheurs à pied professionnels sont potentiellement concernés par la zone.

Cette pêche professionnelle est autorisée toute l'année, à pied, à l'aide d'une fourchette pour la pêche des palourdes et des praires ou d'un tellinier pour la pêche des tellines, d'une ouverture maximale d'un mètre et dont la poche ne peut être constituée d'un maillage inférieur à 10 mm (DDTM13, 2020⁶).

2.3. Réseau hydrographique

Le territoire du golfe de Fos fait partie du bassin hydrographique Rhône-Méditerranée. Ce bassin, d'une superficie de 130 000 km², s'étend de la Bourgogne à l'ensemble de l'arc méditerranéen et recouvre 25% du territoire national. Le golfe, par sa localisation à proximité de l'exutoire du Grand Rhône, fait partie des milieux récepteurs de ce bassin versant. Il est également sous l'influence d'une

⁶ DDTM13 (2020). Règlement particulier de police des pêches dans les limites administratives du Grand Port Maritime de Marseille. https://www.martigues-tourisme.com/medias/documents/recueil-13-2020-181-recueil-des-actes-administratifs_du_25_juillet_2020_1.pdf

grande diversité d'autres apports terrestres et souterrains. La masse d'eau du golfe de Fos est le milieu récepteur d'un bassin versant étendu et d'un réseau hydrologique complexe (MPM, 2022⁷).

L'apport en eau dans l'anse de Carteau se fait tout d'abord par la circulation des différents courants marins, mais également par les précipitations et le ruissellement pouvant entraîner d'importantes dessalures. Les secteurs au sud de l'anse sont peu profonds et bien abrités, leur confinement vis-à-vis de la mer ouverte est faible, mais assuré par les bancs de sable affleurant à la surface qui réduisent les échanges. L'anse de Carteau bénéficie d'un apport en eau douce par le biais de trois roubines débouchant au pied du They de La Gracieuse (Figure 2) permettant un déversement de l'eau du Rhône dans l'anse et indirectement par des résurgences sous-marines de la nappe phréatique au sud. Cet apport est nécessaire pour l'exploitation des moules (DDTM13, 2015⁸).

Les eaux du Rhône, dont le débit moyen est de l'ordre de 1 700 m³/s, exercent un effet dominant. Lors des crues, des débordements interviennent dans l'ouest de Carteau, par trois graus plus ou moins stabilisés qui facilitent en outre la consolidation de Theys : Roustan, Eugène, Le Mort, Tartane, Pégoulier, Annibal ...

Le Rhône communique ensuite directement avec Carteau par l'intermédiaire du canal Saint-Louis et plus au nord par le canal de navigation d'Arles au port de Fos (Figure 2). Enfin, des apports par le sud peuvent être induits par l'effet d'un courant côtier remontant vers le nord-nord-est, le long du They de la Gracieuse (Console et Zeitoun 1992⁴).

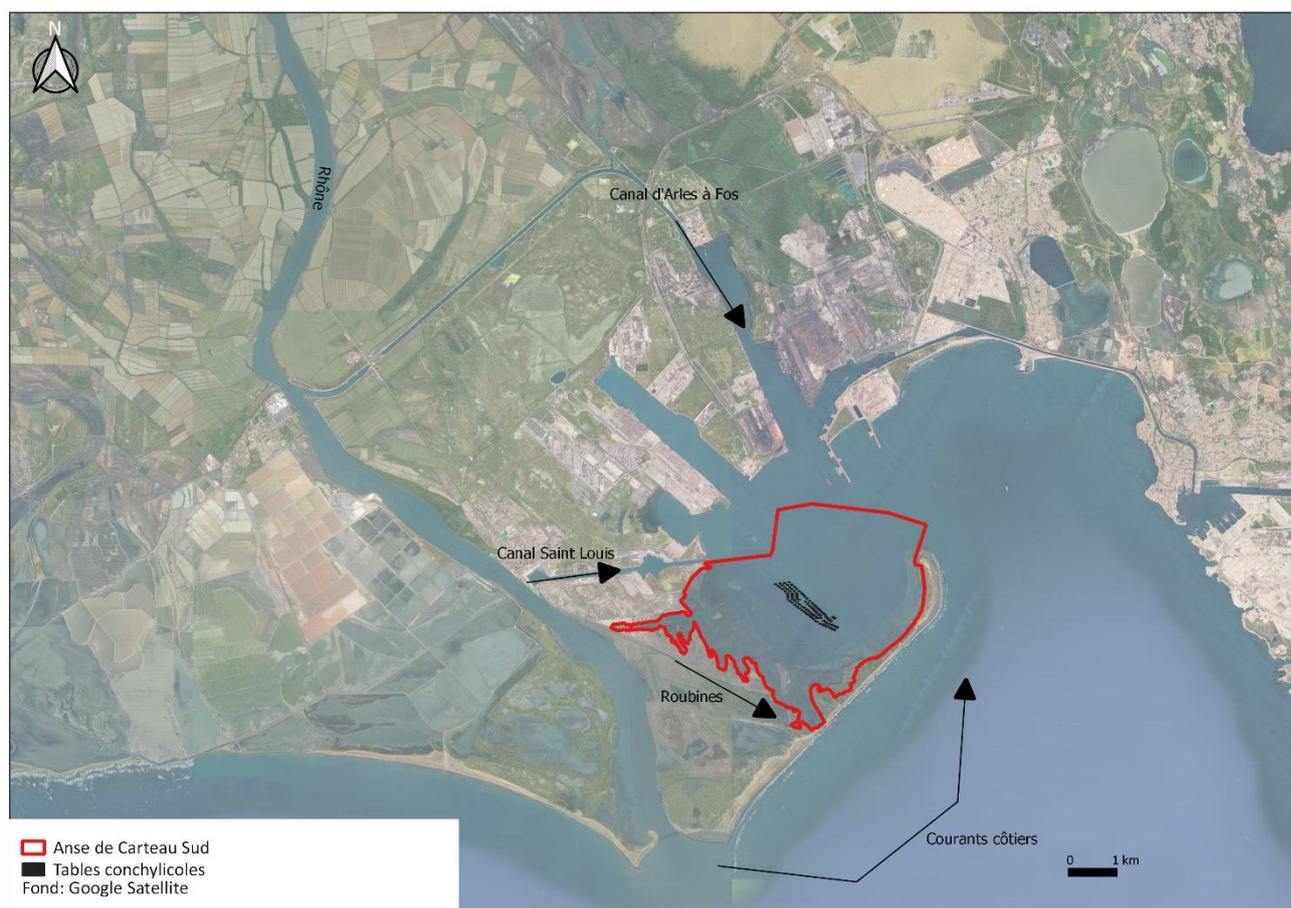


Figure 2. Bassin versant de proximité de l'Anse de Carteau avec les principales voies d'apport d'eau douce par le Rhône

⁷ MPM (2022). Contrat de baie. Diagnostic du golfe de Fos pour l'extension du contrat de Baie. <https://ampmetropole.fr/wp-content/uploads/2022/09/Contrat-de-Baie-Diagnostic-Golfe-de-Fos.pdf>

⁸ DDTM 13 (2015). Évaluation environnementale du schéma des structures des exploitations de cultures marines des Bouches-du-Rhône. Rapport environnemental. https://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/content/download/15883/99990/file/Rapport_EE_SDS_13.pdf

2.4. Caractéristiques climatiques

2.4.1. Pluviométrie

La station de suivi météorologique Météo France de Marignane (n°13054001) est prise comme référence pour les précipitations. Elle est utilisée dans le cadre du réseau de contrôle microbiologique (REMI) pour détecter et suivre les épisodes de pluviométrie pouvant représenter un risque indirect de contamination microbiologique des zones de production.

D'après les données de pluviométrie (Figure 3), sur la période 1991-2020, la moyenne annuelle des précipitations cumulées est de 532,3 mm, pour 53,5 jours de pluie. L'automne est la période la plus pluvieuse avec les mois de septembre (82 mm), d'octobre (73,3 mm) et de novembre (75,9 mm).

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Date	La température la plus élevée (°C) <small>Records établis sur la période du 01-01-1921 au 04-01-2024</small>												
	19.9	22.5	25.4	29.6	34.9	39.6	39.7	39.2	34.3	30.4	25.2	20.7	39.7
	19-2007	17-2022	28-1989	24-1947	24-2009	28-2019	26-1983	13-1922	05-1949	02-1997	05-1924	30-2021	1983
	Température maximale (moyenne en °C)												
	11.8	12.8	16.4	19.3	23.5	27.9	30.7	30.5	25.9	21.3	15.7	12.4	20.7
	Température moyenne (moyenne en °C)												
	7.7	8.3	11.4	14.3	18.4	22.5	25.2	24.9	20.9	17	11.7	8.4	15.9
	Température minimale (moyenne en °C)												
	3.6	3.7	6.5	9.4	13.3	17.2	19.7	19.4	15.9	12.6	7.7	4.4	11.1
Date	La température la plus basse (°C) <small>Records établis sur la période du 01-01-1921 au 04-01-2024</small>												
	-12.4	-16.8	-10	-2.4	0	5.4	7.8	8.1	1	-2.2	-5.8	-12.8	-16.8
	07-1985	12-1956	07-1949	05-1935	01-1960	09-1932	04-1948	29-1924	25-1931	31-1941	11-1921	26-1940	1956
	Nombre moyen de jours avec												
Tx >= 30 °C	.	.	.	.	0.8	8.6	20.1	18.1	2.9	0.1	.	.	50.6
Tx >= 25 °C	.	.	0.0	1.1	10.0	23.7	30.0	30.1	19.4	4.4	.	.	118.8
Tx <= 0 °C	0.1	0.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.1
Tn <= 0 °C	7.2	5.1	1.2	.	.	.	.	.	.	.	1.2	5.6	20.3
Tn <= -5 °C	0.3	0.3	0.0	.	.	.	.	.	.	.	.	0.2	0.9
Tn <= -10 °C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<small>Tn : Température minimale, Tx : Température maximale</small>													
Date	La hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm) <small>Records établis sur la période du 01-01-1921 au 04-01-2024</small>												
	66.6	80.6	79.5	65.7	63.3	54.7	51.6	85.6	212.3	161.3	95.1	68.2	212.3
	26-2018	11-1960	30-1948	27-1974	20-2012	08-1953	15-1987	23-1984	18-1932	02-1973	10-1923	01-2003	1932
	Hauteur de précipitations (moyenne en mm)												
	47.1	29.8	29.5	51.6	37.7	27.9	10.8	25.8	82	73.3	75.9	40.9	532.3
	Nombre moyen de jours avec												
Rr >= 1 mm	5.1	4.6	4.2	5.8	4.4	2.8	1.4	2.7	4.8	5.9	7.0	4.7	53.5
Rr >= 5 mm	2.6	2.0	1.9	2.9	2.0	1.5	0.6	1.2	3.2	3.6	4.2	2.2	28.0
Rr >= 10 mm	1.3	0.9	0.8	1.7	1.3	0.9	0.3	0.7	2.3	2.3	2.2	1.0	15.8
<small>Rr : Hauteur quotidienne de précipitations</small>													

Figure 3. Données météorologiques Météo France, station Marignane, statistiques 1991-2020

Sur la période des prélèvements pour l'étude de zone (avril 2023 – mars 2024), les caractéristiques pluviométriques sont légèrement différentes des tendances constatées entre 1991 et 2020 (Figure 4). En effet, d'avril 2023 à mars 2024, la période apparaît plus sèche avec 468 mm de précipitations pour 48 jours de pluie contre 532,3 mm (somme des moyennes de cumul), pour 53,5 jours de pluie entre 1991 et 2021. L'automne 2023 marqué par des précipitations inférieures à 40 mm n'est plus la saison la plus pluvieuse. La fin de l'hiver et le début du printemps (février et mars 2024) se caractérisent par des niveaux de pluviométrie supérieurs à ceux de la période 1990-2021 (plus de 80 mm contre environ 30 mm, Météo France⁹).

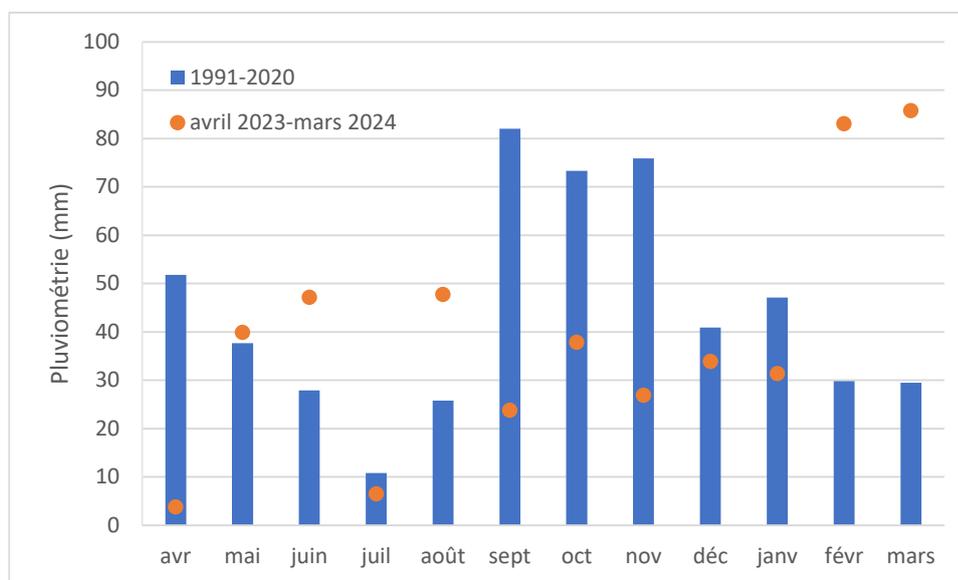


Figure 4. Pluviométrie en mm à la station météo Marignane comparant les périodes 1991-2020 (moyenne des cumuls mensuels) et 2023-2024 (hauteur cumulée mensuelle) (Données Météo France, station de Marignane)

La pluviométrie peut représenter un risque indirect de contamination microbiologique des zones de production (risques de dysfonctionnements sur les réseaux d'eaux usées, ruissellement sur le bassin versant ...). La sensibilité à la pluviométrie des zones de production en matière de contamination microbiologique est très variable. Aussi, une étude de modélisation statistique rétrospective des données RÉMI et des données de pluviométrie de stations Météo-France a été réalisée par l'Ifremer (Rocq et al, 2024¹⁰) afin d'estimer les probabilités de dépassement de seuils de contamination microbiologique des coquillages en fonction des zones de production. Cette étude a montré que la zone de production « Anse de Carteau Sud », à partir des données microbiologiques mesurées dans les moules, était peu sensible à la pluviométrie (la probabilité de détection des épisodes de contamination au regard des 9 paramètres de pluviométrie (pluie journalière de J-1 à J-5 et pluie cumulée de 2 à 5 jours précédent le prélèvement) est inférieure à 11%).

⁹ <https://meteofrance.com/climat/france/marignane>

¹⁰ Rocq S., Kaelin G., Reynaud Y. (2024). Eléments d'aide à la décision pour le déclenchement d'alertes préventives dans le cadre du RÉMI. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00888/100040/>
 Étude sanitaire de la zone 13.06.01 – groupe 2 01/07/2024

2.4.2. Vents

Dans le golfe de Fos et donc l'anse de Carteau, les conditions météorologiques sont caractérisées par deux régimes de vents dominants : un vent de secteur nord-ouest, le Mistral, et un vent de secteur sud-est (Ulses, 2002¹¹).

Sur la période 1991-2020, les mesures à la station météo Marignane (Figure 5) confirment l'influence prédominante du mistral (35%) et dans une moindre mesure des vents de sud-est (15%).

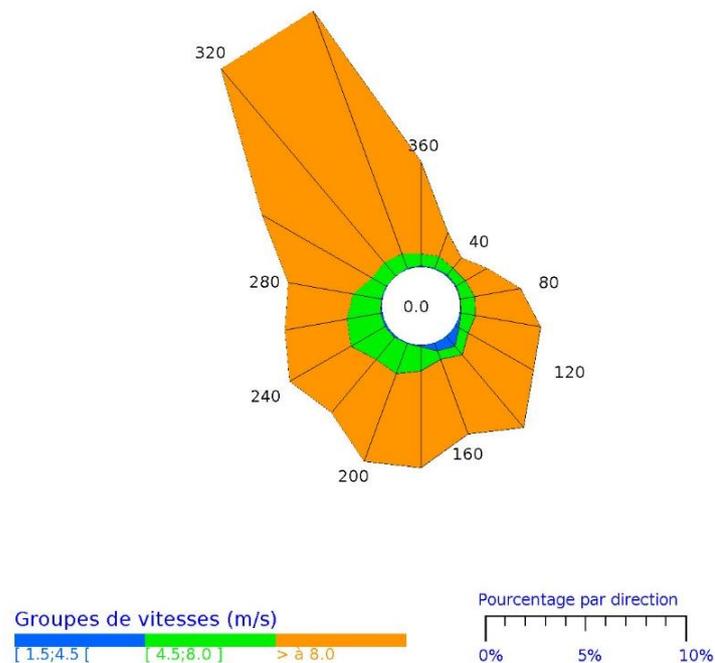


Figure 5. Données météorologiques Météo France, station Marignane (1991-2020). Rose des vents établie à partir du vent maximal quotidien à 10 mètres

2.5. Hydrodynamisme de la zone

Dans l'anse de Carteau, la circulation des masses d'eau est conditionnée par les régimes de vent (Figure 6).

Sous régime de vent de secteur nord-ouest (Mistral), les courants sont orientés dans le sens antihoraire alors que sous régime de sud-est, la circulation est anticyclonique avec un rôle important de la digue Saint-Louis contraignant l'écoulement (Ulses, 2002¹¹).

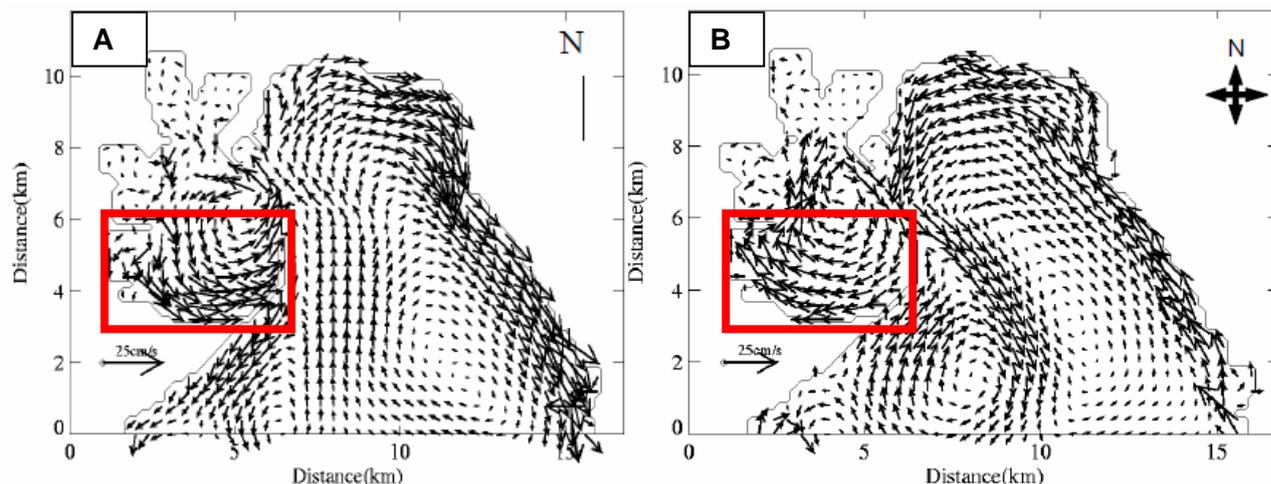


Figure 6. Courant moyen obtenu en présence (A) d'un vent de 8 m/s de Mistral (secteur 330° (Mistral) et (B) d'un vent de 8 m/s de secteur de sud-est (secteur 140), avec le modèle SYMPHONIE (Ulses, 2002⁹). L'Anse de Carteau est localisée par un rectangle rouge

2.6. Population

La seule commune bordant la zone de production « Anse de Carteau Sud » est la ville de Port-Saint-Louis-du-Rhône dont la population est de 8 446 habitants pour une superficie de 73,4 km² soit une densité de 115,1 habitants/km² (DESL, 2024¹²).

L'anse de Carteau est bordée au nord par la Zone Industriale Portuaire de Fos-sur-mer qui concentre environ 9 400 personnes (source INSEE¹³).

Dans le bassin versant de proximité de l'Anse de Carteau, on peut noter la présence des communes de (source INSEE¹⁴) :

- Fos-sur-mer, située à environ 7,5 km au nord-est de Carteau, comptant 15 512 habitants en 2020 ;
- Salin-de-Giraud, à pratiquement 13 km à l'ouest/nord-ouest, comptant 2 100 habitants en 2020.
- Arles, située à environ 39 km au nord-ouest, comptant 50 968 habitant en 2020.

¹² DESL (2024). <https://www.open-collectivites.fr/commune/port-saint-louis-du-rhone-13078/>

¹³ <https://www.insee.fr/fr/statistiques/7614185#:~:text=Fin%202019%2C%20le%20cluster%20industriale,les%20Bouches%2Ddu%2DRh%C3%B4ne>

¹⁴ <https://www.insee.fr/fr/statistiques>

2.7. Zonages de protection environnementale

Plusieurs zonages de protection environnementale de niveaux régional, national, européen recourent la zone de production 13.06.01 « Anse de Carteau Sud ».

2.7.1. Réserve de biosphère

L'anse de Carteau est comprise dans la réserve de biosphère de Camargue (delta du Rhône). D'une superficie de 346 210 ha en milieu terrestre et de 176 260 ha en milieu marin, elle correspond à l'ensemble du delta biogéographique du Rhône (Figure 7).

Elle se caractérise par une grande diversité de milieux et d'habitats naturels en lien avec l'origine deltaïque du territoire et des échanges entre l'eau douce du Rhône et l'eau salée.

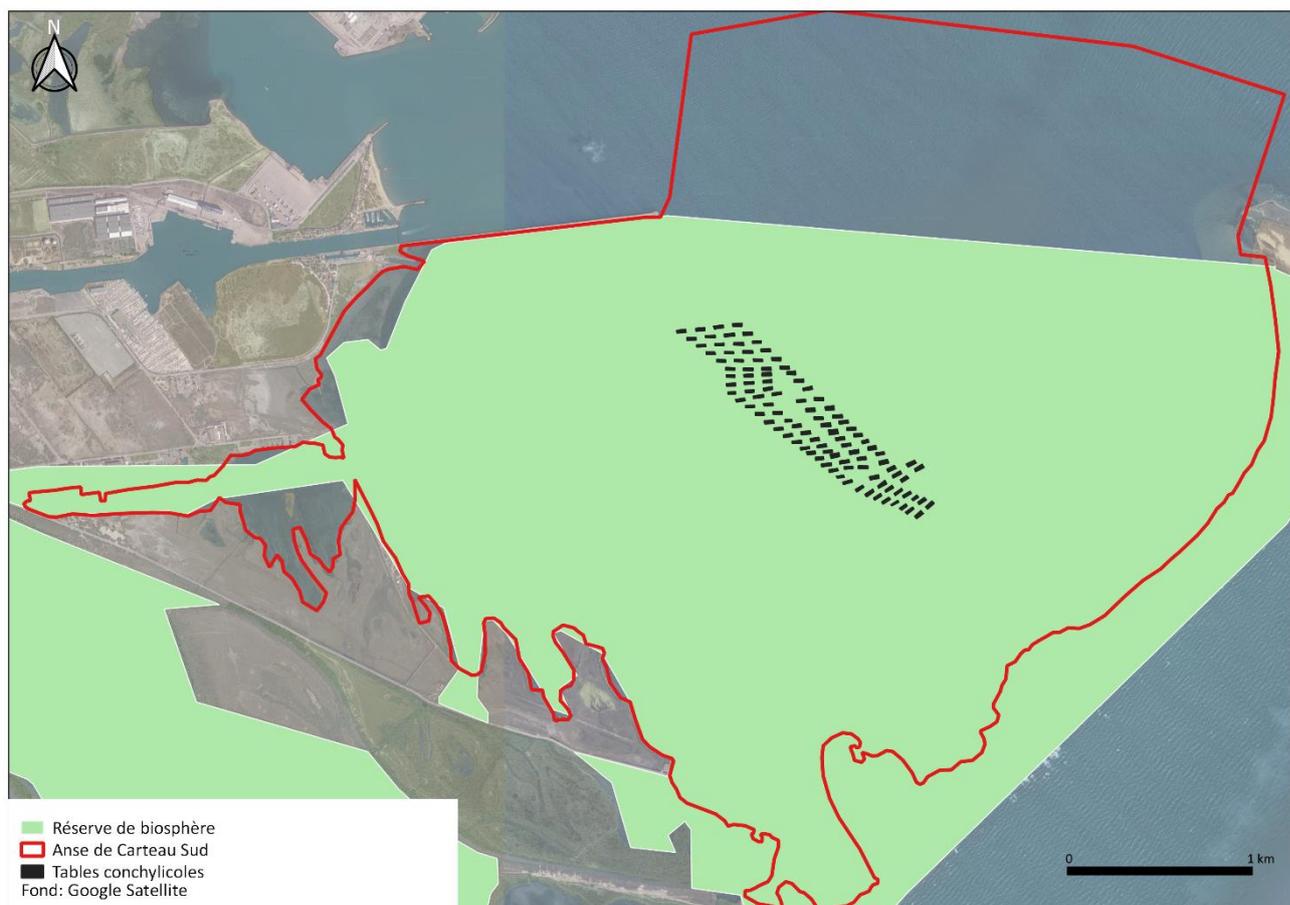


Figure 7. Carte de la réserve de biosphère de Camargue (Inventaire National du Patrimoine Naturel, INPN¹⁵)

2.7.2. Zone Naturelle d'Intérêt Écologique floristique et faunistique (ZNIEFF)

L'anse de Carteau est une ZNIEFF marine de type 1 (identifiant national : 93M000022), d'une superficie de 1002 hectares et d'une profondeur maximale de 10 m (Figure 8). Elle est remarquable par la présence d'une couverture végétale (*Zostera marina*, *Cymodocea nodosa*) sur les fonds de sable vaseux. De nombreuses espèces y vivent, s'y nourrissent et s'y reproduisent. Elle sert aussi de nurserie pour les Soleidae et Botheidae. Palourdes, couteaux et clovisses y font l'objet de récolte. La conchyliculture (*Mytilus galloprovincialis*) pratiquée dans cette zone protégée rend les eaux relativement eutrophes (Bellan-Santini et al, 2018¹⁶).

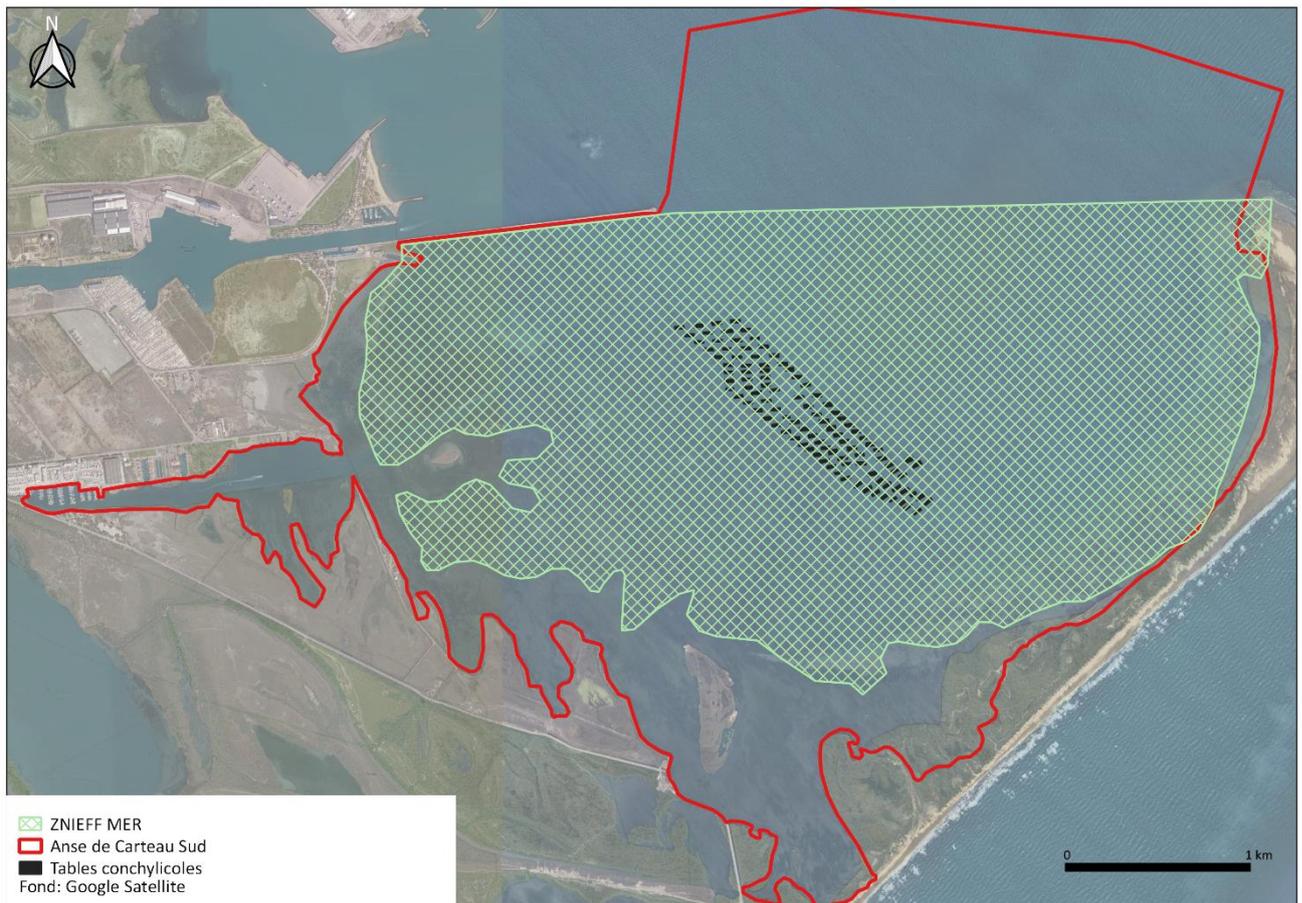


Figure 8. ZNIEFF marine de type 1 (identifiant national : 93M000022, INPN¹⁵)

¹⁶ Bellan-Santini D., Guillemain D., David R., Ruitton S. (2018). 93M000022, ANSE DE CARTEAU. - INPN, SPN-MNHN Paris, 9P. <https://inpn.mnhn.fr/zone/zniefMer/93M000022.pdf>

2.7.3. Site Natura 2000 Camargue

L'anse de Carteau fait partie du site Natura 2000 Camargue, qui est reconnu au titre des directives européennes Habitats et Oiseaux et désignée comme zone spéciale de conservation (ZSC, Arrêté du 26 juin 2014¹⁷, Figure 9).

Le delta de Camargue constitue une zone humide d'importance internationale pour la reproduction, l'hivernage et la migration de nombreuses espèces d'oiseaux. Près de 370 espèces fréquentent le site, dont plus de 80 espèces d'intérêt communautaire. Il est reconnu comme Zone de Protection Spéciale (ZPS FR9310019) qui comprend l'anse de Carteau.

La partie marine de cette ZPS (couvrant 141 793 ha, soit 64 % de la superficie totale) constitue une zone de forte productivité biologique, utilisée comme aire d'alimentation, de stationnement et de repos par diverses espèces d'oiseaux marins ou littoraux. Elle constitue notamment¹⁸ :

- Une zone d'alimentation en période de reproduction pour diverses espèces nichant à proximité, notamment les laro-limicoles ;
- Une zone d'hivernage significative pour le Fou de Bassan, le Grand cormoran, le Pingouin torda, le Grèbe huppé, les Plongeurs (3 espèces, dont le Plongeur arctique, le plus régulier), les macreuses noires et brunes. Les abords du They de la Gracieuse constituent une zone d'hivernage du Harle huppé et de l'Eider à duvet ;
- Une zone d'alimentation importante pour le Puffin cendré et le Puffin yelkouan. Ces espèces pélagiques fréquentent principalement la zone au large, mais peuvent également se rapprocher des côtes par fort vent marin.

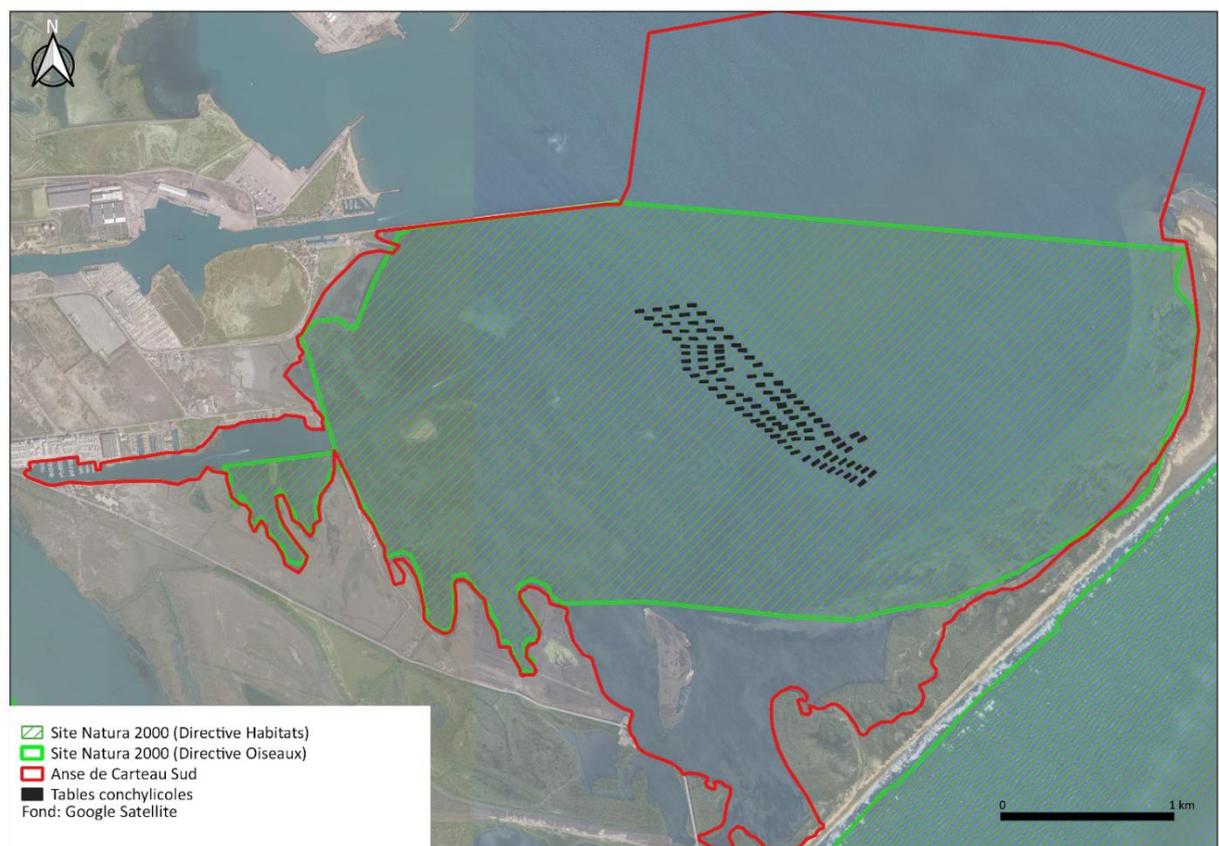


Figure 9. Site Natura 2000 dans l'Anse de Carteau (INPN¹⁵)

¹⁷ Arrêté du 26 juin 2014 portant désignation du site Natura 2000 Camargue (zone spéciale de conservation <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000029218085>

¹⁸ <http://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR9310019>

2.7.4. Biocénoses remarquables

Un total de 28 habitats d'intérêt communautaire a été cartographié sur le site Natura 2000 Camargue dont 5 habitats marins.

Parmi ceux-ci, les herbiers de Zostères et Cymodocées, localisés dans des zones peu profondes généralement abritées de l'action des vagues, sont présents dans l'anse de Carteau (Figure 10). Ils présentent de forts enjeux de conservation. Ces habitats constituent notamment des zones de nurseries essentielles pour les poissons ainsi que des zones d'alimentation pour les oiseaux et accueillent depuis plusieurs années des populations de Grandes Nacres.

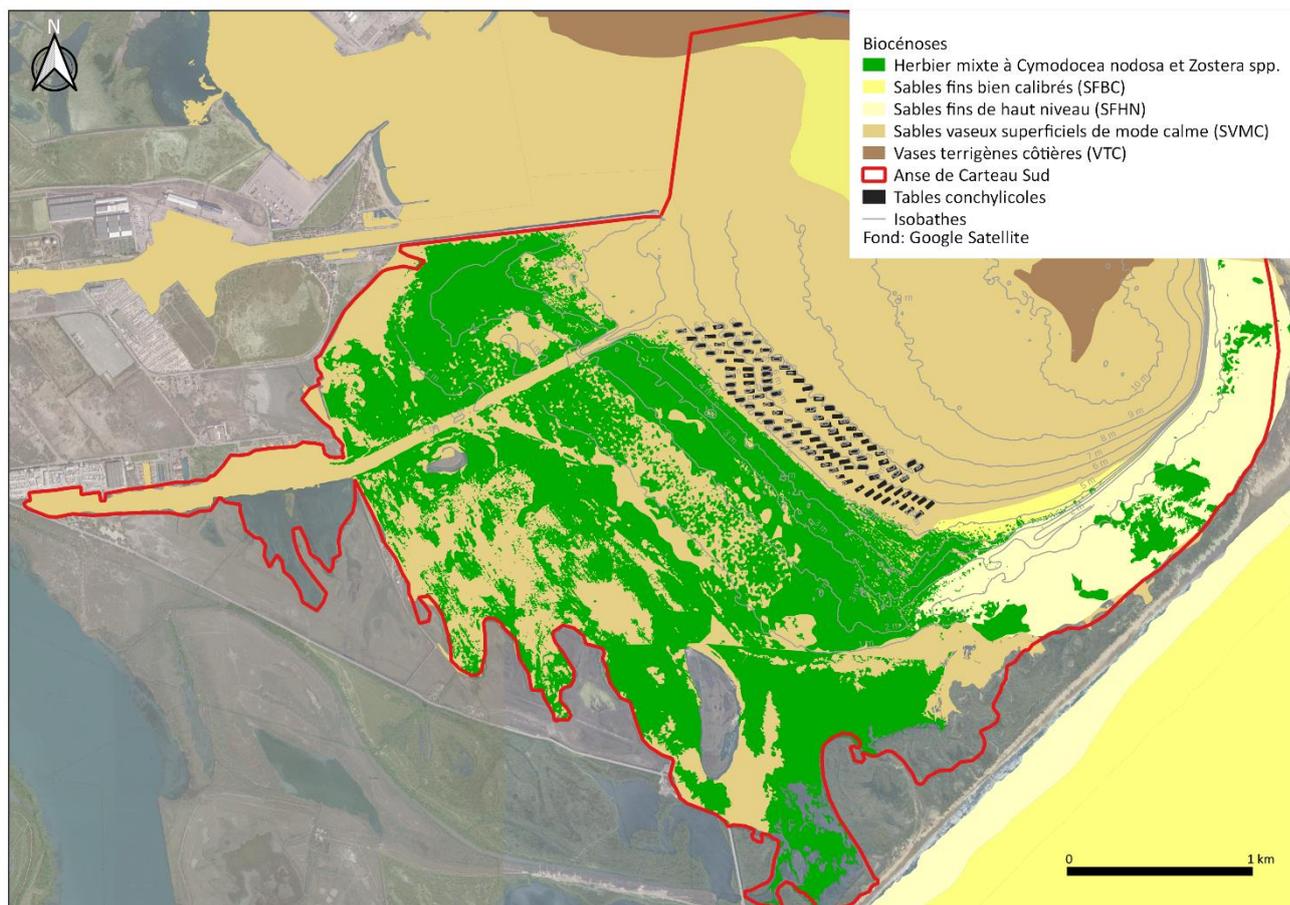


Figure 10. Biocénoses marines de l'anse de Carteau (Ruitton et al 2008¹⁹ et Seaviews, 2022²⁰)

¹⁹ Ruitton S., Sialelli J., Astruch P., Bonhomme D., Donato M., Fraieu B., Mayot N. (2008). Etude et cartographie des biocénoses marines remarquables du golfe de Fos (Bouches-du-Rhône, France). Rapport final. Contrat Port Autonome de Marseille & GIS Posidonie – Copetech-SM - HydroConsult, GIS Posidonie publ. : 1-185.

²⁰ Seaviews (2022). Parc Naturel Régional de Camargue. Atlas cartographique réalisé sous maîtrise d'ouvrage du PNRC, avec le financement de l'Europe (LIFE MARHA), la fondation Véolia, La Région et le PNR Camargue. Étude sanitaire de la zone 13.06.01 – groupe 2

Zostère

Afin de prévenir la disparition d'espèces végétales menacées et de permettre la conservation des biotopes correspondants, l'arrêté du 9 mai 1994 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (ENVN943087A) interdit la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement, le colportage, l'utilisation, la mise en vente, la vente ou l'achat de tout ou partie des spécimens sauvages des espèces, notamment des zostères (*Zostera marina*). Cet arrêté renforce la protection des zostères définie au niveau international par les conventions de Berne (relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe) et de Barcelone (amendement de la liste des annexes du protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée).

Cymodocée

L'arrêté du 19 juillet 1988 relatif à la liste des espèces végétales marines protégées (PRME8861159A) interdit en tout temps et sur tout le territoire national de détruire, de colporter, de mettre en vente, de vendre ou d'acheter et d'utiliser tout ou partie des spécimens sauvages des espèces de cymodocées (*Cymodocea nodosa*). Comme pour les zostères, cet arrêté renforce la protection des cymodocées définis au niveau européen par les conventions de Berne et de Barcelone.

Grande nacre

L'arrêté du 20 décembre 2004 fixant la liste des animaux de la faune marine protégés sur l'ensemble du territoire (DEVN0540000A) interdit la destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier des grandes nacres (*Pinna nobilis*), la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation d'individus de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur mise en vente, leur vente ou leur achat.

L'étude de l'état de la population de grande nacre dans l'anse de Carteau a permis de mettre à jour 269 individus morts, probablement décimés par le parasite *Haplosporidium pinnae*. La proportion de nacre morte est de 94%. Il est tout de même important de souligner un nombre non négligeable d'individus toujours vivants (16 individus vivants) (GIS Posidonie, 2020²¹).

²¹ GIS Posidonie (2020). Étude de l'état de la population de grande nacre *Pinna nobilis* dans l'anse de Carteau. <https://gisposidonie.osupytheas.fr/?p=3394>
Étude sanitaire de la zone 13.06.01 – groupe 2

3. Identification des sources de contamination

3.1. Rejets aqueux dans le golfe de Fos

Le recensement et la caractérisation des rejets aqueux dans le golfe de Fos publié 2013 (HYDRATEC, 2013²²) indique que dans la zone de l'anse de Carteau, différents types de rejets peuvent être identifiés (Figure 11) :

- Rejets pluviaux ayant pour bassin versant la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône (exutoires 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41) ou du Port Napoléon (exutoire 31) ou encore de la zone industrialo-portuaire (exutoires 4, 4b, 29, 30, 30b) ;
- Rejets liés aux activités conchylicoles et aux précipitations (exutoire 32) ;
- Rejets liés aux activités industrielles (regazéification exutoire 2, eaux de refroidissement exutoire 22) ;
- Rejet apporté par une roubine sans origine déterminée (exutoire 43).



Figure 11. Cartographie des exutoires de rejets dans l'anse de Carteau (HYDRATEC, 2013²²)

²² HYDRATEC (2013). Recensement et caractérisation des rejets aqueux dans le Golfe de Fos. 30671_RAP_GPMM-rejets-Golfe_V1
Étude sanitaire de la zone 13.06.01 – groupe 2

3.2. Assainissement

3.2.1. Assainissement collectif

La station d'épuration de Port-Saint-Louis-du-Rhône mise en service fin février 2010, d'une capacité de 24 000 EH (équivalent-habitants) pour charge maximale de 9 476 EH en 2022, collecte et traite la totalité des eaux usées de la commune. Elle dispose d'une filière de traitement biologique. Les effluents sont ensuite rejetés en un point unique dans le Rhône, selon les conditions définies par l'arrêté préfectoral n°15-2010 du 6 avril 2010 (COPRAMEX, 2010²³).

Dans le bassin versant de proximité, sans rejet direct dans l'anse de Carteau, 3 stations de traitement sont identifiées (Figure 12) :

- Celle de Fos-sur-Mer (capacité 28 083 EH pour une charge maximale de 14 433 EH en 2022) qui rejette dans le canal de navigation d'Arles à Port-de-Bouc ;
- Celle de Salin-de-Giraud (capacité 2 200 EH pour une charge maximale de 2 350 EH) qui rejette dans le Rhône (5,6 km en amont de Port-Saint-Louis-du-Rhône) et qui présente des non conformités de performance ;
- Celle d'Arles (capacité 77 000 EH pour une charge maximale de 49 648 EH en 2022) qui rejette dans le Rhône (17,7 km en amont de Port-Saint-Louis-du-Rhône).



Figure 12. Localisation des stations d'épuration des eaux usées et de leur point de rejet, dans le bassin versant de proximité de l'anse de Carteau (d'après les données nationales sur l'assainissement collectif²⁴ et SANDRE 2017²⁵)

²³ COPRAMEX (2010). Suivi du milieu récepteur des effluents issus du système d'assainissement de Port Saint Louis du Rhône. [https://doc-oai.eaurmc.fr/cindocoai/download/DOC/2762/1/Suivi-Rejet-Port-St-Louis_Phase-1_11-03-10_V2%20\(1\).pdf_1992Ko](https://doc-oai.eaurmc.fr/cindocoai/download/DOC/2762/1/Suivi-Rejet-Port-St-Louis_Phase-1_11-03-10_V2%20(1).pdf_1992Ko)

²⁴ <https://assainissement.developpement-durable.gouv.fr>

²⁵ SANDRE (2017). Diffusion du référentiel des ouvrages de dépollution aux formats géographiques. Thème : assainissement. Version : 1

3.2.2. Assainissement non collectif

À proximité des plages Olga et de Carteau, des cabanons (environ 180) ont été construits dans les années 1930 et constituent actuellement de véritables quartiers de part et d'autre du canal Saint-Louis (Figure 13).

Ces habitations ne sont pas reliées à l'assainissement collectif. Les rejets d'eaux usées se font dans le milieu naturel soit directement soit via des fosses septiques individuelles pour la majorité.

En l'absence de dispositif d'assainissement aux normes, il semble que cette situation soit une source potentielle de contamination microbiologique du milieu naturel (pers. data DDTM13).

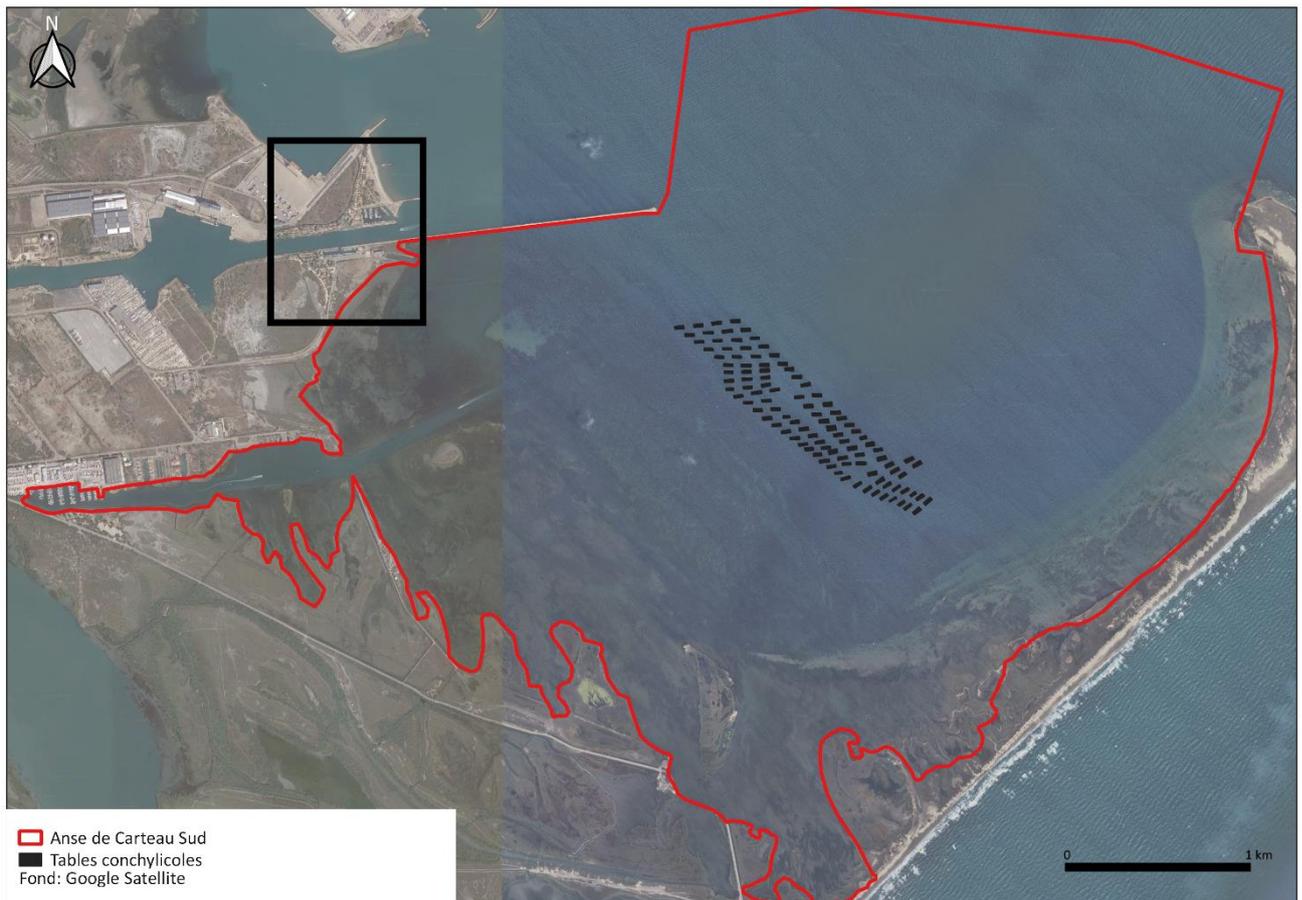


Figure 13. Situation des habitations hors assainissement collectif (rectangle noir)

3.3. Plaisance

La ville de Port-Saint-Louis-du-Rhône dispose de 6 ports de plaisance (Figure 14) :

- Le port Napoléon, d'une superficie de 13 hectares, avec une capacité de 2000 places à sec en fonction de la taille des bateaux, 350 anneaux et 40 places de passage.
- Le port de Plaisance offre 25 places et une capacité de 291 anneaux répartis sur 10 pannes flottantes.
- Le Port Navy Service, le plus grand port à sec d'Europe, dispose d'une capacité d'accueil unique qui s'étend sur un parc de 22 hectares, dont 15000 m² de hangar.
- Le port de plaisance de Carteau possède 1 place de passage et 90 places à flot.
- Le port de plaisance d'Olga avec ses 140 places à flot garde 1 place dédiée aux visiteurs.
- Le port Abri Rhône « Antoine Jover » possède une capacité de 180 places à flot et 3 places de passage.

Les bateaux, lorsqu'ils sont habitables, peuvent constituer une source éventuelle de contamination microbiologique si leurs eaux noires ne font pas l'objet d'une gestion appropriée.

Au regard de l'intensité de l'activité de plaisance dans et aux abords de la zone de production étudiée, elle constitue une source de contamination microbiologique potentielle, mais difficile à quantifier, car très fluctuante (dans le temps et dans l'espace).

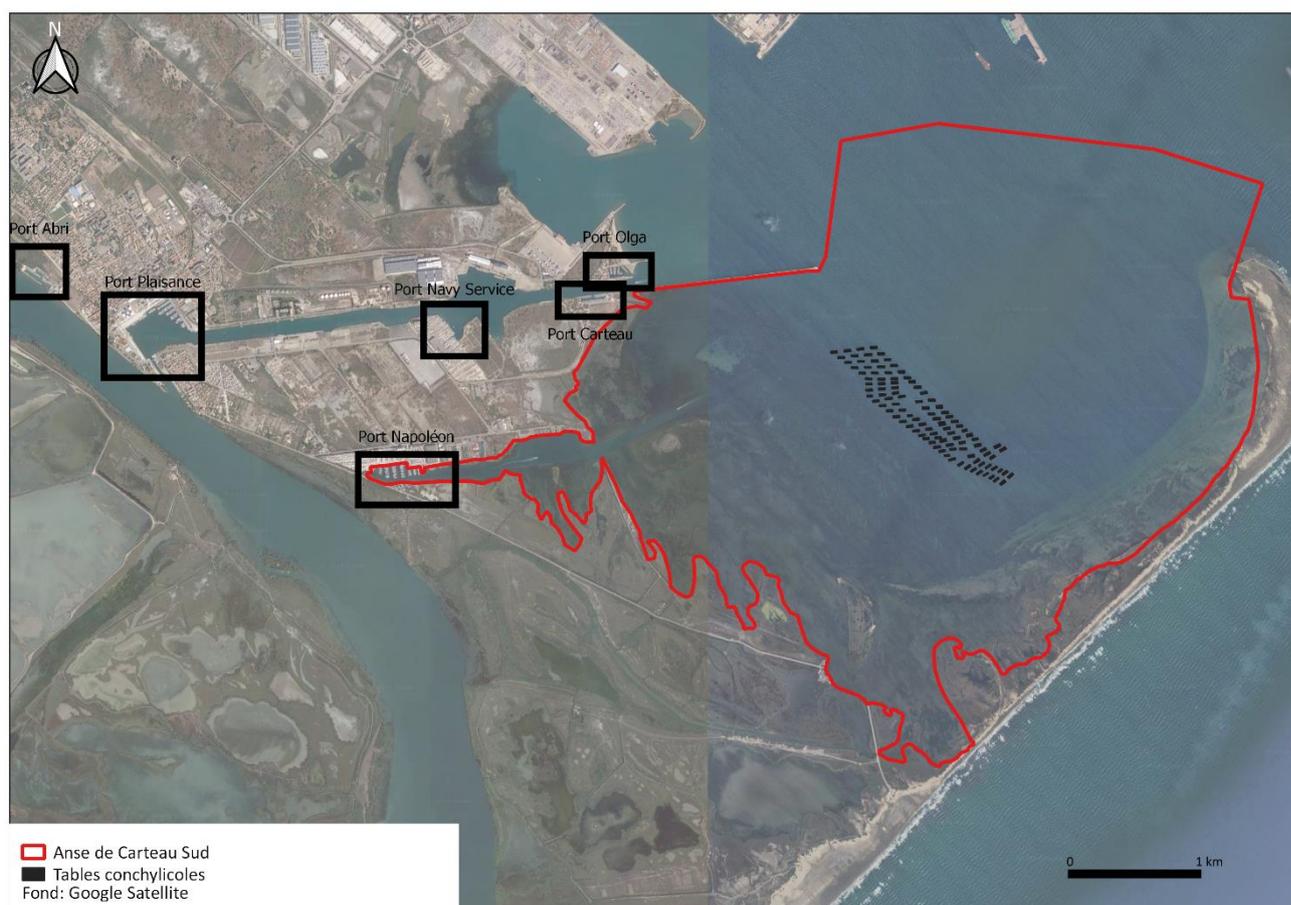


Figure 14. Localisation des ports de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône

3.4. Rejet des activités conchylicoles

Pour la purification des coquillages, les conchyliculteurs pompent l'eau dans une nappe phréatique d'eau saumâtre située à 50 m de profondeur. Un arrêté d'autorisation a été mis en place pour autoriser ces forages, aucune restriction sur les volumes d'eau pompée n'est précisée. Les eaux de purification sont rejetées dans le milieu naturel (exutoire 32, Figure 11).

L'ensemble des mas est relié à un réseau qui collecte les eaux de détroquage. Ce réseau dont la pente est trop faible est parfois obstrué par les débris coquilliers. Les eaux de détroquage sont alors pompées et acheminées dans un bassin de décantation. Ce bassin fait 150 m de long: le temps de résidence de l'eau dans le bassin permet aux particules les plus lourdes de tomber au fond et ainsi rejeter les eaux dans le milieu naturel. Le bassin doit être curé chaque année par une entreprise spécialisée dans le ramassage et le stockage des boues (DDTM13, 2015⁸).

3.5. Agriculture

Le bassin versant de proximité de l'anse de Carteau se caractérise par la présence d'élevage bovins (Figure 15).

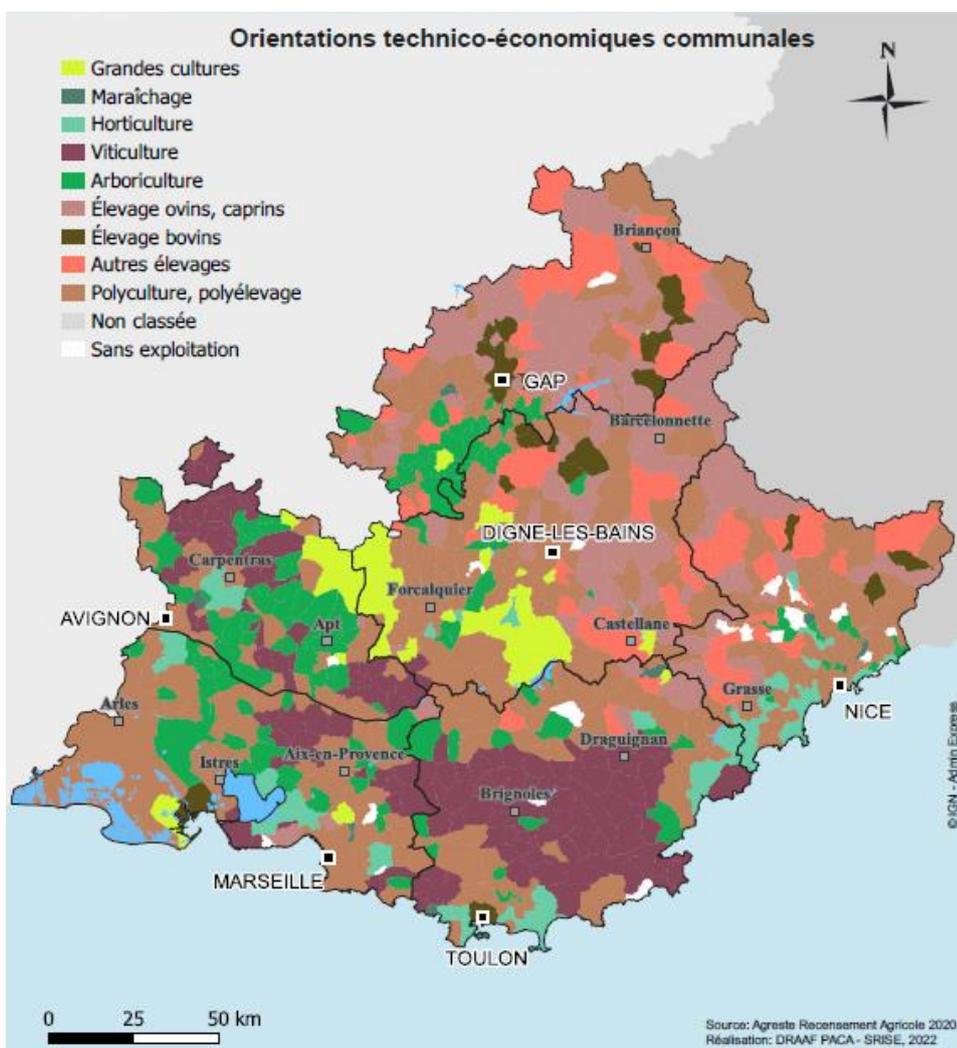


Figure 15. Répartition territoriale des différents types de production agricoles en région PACA (Agreste Memento agricole PACA 2023 - d'après recensement agricole 2020²⁶)

²⁶ <https://paca.chambres-agriculture.fr/notre-agriculture/chiffres-cles/>

Le cheptel de la région Provence-Alpes-Côte d’Azur se compose de 783 341 ovins et de 68 732 bovins (DRAAF 2024²⁷). Dans le bassin versant de proximité de l’anse de Carteau, ces élevages représentent 1 808 UGB²⁸ pour les bovins et 3 953 UGB pour les ovins. Les élevages de caprins, équins et porcins sont présents mais avec des cheptels beaucoup plus petits (Tableau 1).

Tableau 1. Effectifs des cheptels dans le bassin versant de proximité de l’anse de Carteau d’après les données du recensement agricole 2020²⁹

Communes	Taille des cheptels en UGB, données 2020					
	Bovins	Ovins	Caprins	Equins	Porcins	Volailles
Port-Saint-Louis-du-Rhône	364	0	0	56	0	0
Saint-Martin-de-Crau	1444	3953	32	106	38	NR
TOTAL	1808	3953	32	106	38	0

4. Données de surveillance existantes

4.1. Surveillance de la qualité des coquillages

4.1.1. Qualité microbiologique des fousseurs (groupe 2)

Dans le cadre du réseau de surveillance microbiologique (REMI), la qualité microbiologique des bivalves fousseurs a été suivie entre 1989 et 1999 au point de surveillance Ermite (109-P-007, Figure 16). Ce point avait été choisi, car représentatif des gisements, en position centrale, exploité régulièrement, et au débouché du canal Saint-Antoine. Les coquillages prélevés dans le cadre du REMI étaient des palourdes (*Ruditapes decussatus*). La surveillance a été arrêtée en 1999 en raison de l’absence de déclaration de pêches de bivalves fousseurs dans la zone Anse de Carteau Sud.

²⁷ www.draaf.paca.agriculture.gouv.fr/DONNÉES-STATISTIQUES

²⁸ L’unité de gros bétail (UGB) est une unité de référence permettant d’agréger le bétail de différentes espèces et de différents âges en utilisant des coefficients spécifiques établis initialement sur la base des besoins nutritionnels ou alimentaires de chaque type d’animal.

²⁹ <https://draaf.paca.agriculture.gouv.fr/indicateurs-de-la-fiche-territoriale-par-commune-a3369.html>



Figure 16. Localisation du point de surveillance Ermite (109-P-007) pour les bivalves fouisseurs dans le cadre du REMI entre 1989 et 1999

Sur la période 1989-1999, les concentrations en *E. coli* mesurées dans les palourdes ont varié entre moins de 18 *E. coli* pour 100 g de Chair et Liquide Intervalaire (CLI) et 56 000 *E. coli*/100 g CLI (Figure 17).

Au regard des critères actuels d'interprétation (Règlement d'exécution UE 2019/627²), la majorité des résultats microbiologiques (56%) était inférieure à 230 *E. coli*/100 g CLI. 15% des concentrations mesurées se situaient entre 230 et 700 *E. coli*/100 g CLI, 25% entre 700 et 4 600, 3% entre 4 600 et 46 000 *E. coli*/100 g CLI. La valeur maximale de 56 000 *E. coli*/100 g CLI mesurée en janvier 1996 représente 1% des résultats totaux.

À noter que ces résultats sur la période 1989-1999 ont été acquis avant la création de la station d'épuration de Port-Saint-Louis-du-Rhône. Avant 2010, il n'existait aucun système d'assainissement sur la commune. Les eaux usées étaient collectées puis rejetées directement dans le Rhône, au niveau de deux exutoires situés sur la berge en surface (COPRAMEX, 2010²³).

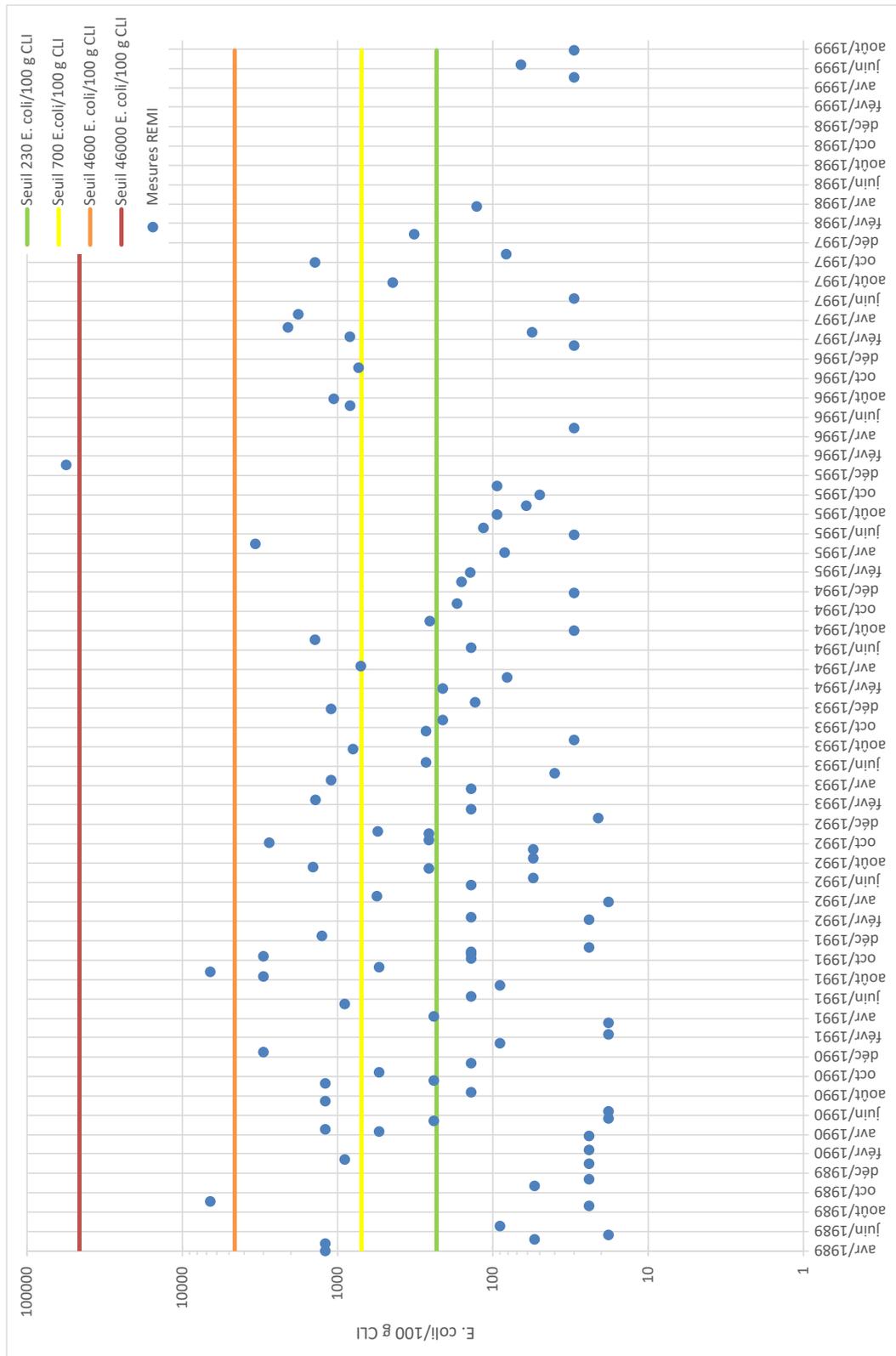


Figure 17. Concentrations en *E. coli*/100 g CLI (échelle log) au point Ermitage (109-P-007) dans le cadre du REMI entre 1989 et 1999 et comparaison aux seuils réglementaires actuels (UE 2019/627) (Données Ifremer)

4.1.2. Qualité microbiologique des filtreurs (groupe 3)

Dans la zone de production « Anse de Carteau Sud », la surveillance microbiologique des bivalves filtreurs est réalisée dans la zone conchylicole au point Anse de Carteau 2 (109-P-027, Figure 18) à partir de moules de Méditerranée (*Mytilus galloprovincialis*).



Figure 18. Localisation du point de surveillance Anse de Carteau 2 (109-P-027) pour les bivalves filtreurs dans le cadre du RÉMI (Donnée Ifremer)

Le point de surveillance Anse de Carteau 2 a une fréquence d'échantillonnage mensuelle. Sur la période 2021-2023 (Figure 19), les résultats obtenus montrent que la quasi-totalité des concentrations (92%) reste inférieure à 230 *E. coli*/100 g CLI et que les 8 % restants sont compris entre 230 et 4 600 *E. coli*/100 g CLI. Entre 2021 et 2023, aucun résultat supérieur à 46 000 *E. coli*/100 g CLI n'a été détecté.

Ainsi, la qualité microbiologique de la zone pour les bivalves filtreurs est alors estimée de classe B - consommation humaine après purification (Marco-Miralles et al. 2024³⁰).

³⁰ Marco-Miralles F., Herlory O., Brodu N., Brach-Papa C. (2024). Évaluation de la qualité des zones de production conchylicole. Départements des Bouches-du-Rhône, du Var et de la Haute-Corse. Période 2021-2023. Ref. ODE/UL/LER PAC/24-01. 44p.. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00890/100177/>
Étude sanitaire de la zone 13.06.01 – groupe 2 01/07/2024 27/43

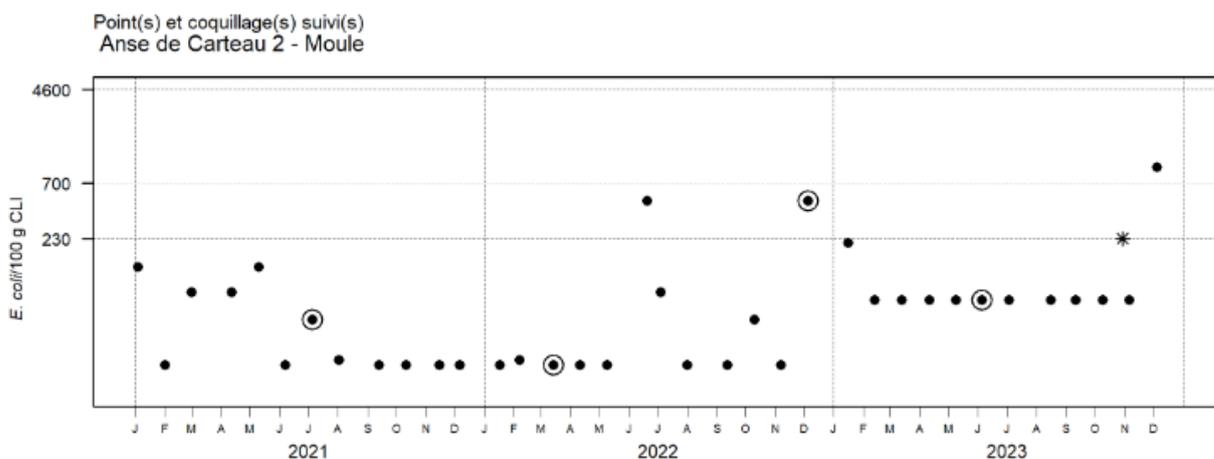


Tableau des résultats : effectif et pourcentage par classe sur 3 ans (2021-2023)

	N	<=230	]230-700]	]700-4600]	]4600-46000]	>46000	Max	Qualité estimée
n	36	33	2	1	0	0	960	B
%		91.67	5.56	2.78	0	0		

Figure 19. Résultats du suivi microbiologique du point Anse de Carteau 2 pour les bivalves filtreurs dans le cadre du RÉMI (Marco-Miralles et al. 2024³⁰). ● surveillance régulière, * prélèvement supplémentaire, ○ prélèvement après fortes pluies (>10 mm en 48 h)

5. Synthèse des principales informations sur les sources potentielles de contamination microbiologique

D'après l'étude de dossier, les principales sources potentielles de contamination microbiologique de la zone de production « Anse de Carteau Sud » sont :

- Les rejets aqueux des bassins versants de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône et de l'ouest de la zone industrialo-portuaire de Fos sur mer, ayant pour exutoires l'anse de Carteau ;
- Les rejets liés à l'assainissement collectif, qui plutôt concentrés dans le Rhône ;
- Les rejets liés à l'assainissement non-collectif des habitations situées à proximité des plages Olga et de Carteau ;
- Les élevages animaux (bovins et ovins) dans le bassin versant de proximité ;
- Potentiellement, les rejets dans le canal Saint-Antoine des activités conchylicoles ;
- Les ports de plaisance de Port-Saint-Louis-du-Rhône.

Il existe également des sources de contaminations diffuses, difficiles à quantifier et localiser (avifaune nombreuse, surtout en période hivernale) et des sources de contamination diffuses potentielles liées à la fréquentation de l'anse de Carteau par les bateaux de plaisance.

6. Matériel et méthodes pour l'évaluation de la qualité sanitaire de la zone de production

6.1. Évaluation de la contamination microbiologique

6.1.1. Indicateur de contamination microbiologique

En raison de la faible quantité de pathogènes, du nombre élevé d'espèces différentes, de leur origine essentiellement entérique, de la fréquence et de la difficulté de leur détection dans l'environnement, les textes réglementaires (e.g. Règlement d'exécution (UE) 2019/627²) ont retenu la bactérie *Escherichia coli* comme indicateur de contamination fécale.

Cette bactérie fait partie de la microflore du côlon chez l'homme et de l'appareil digestif des animaux à sang chaud. Elle n'est pas naturellement présente dans le milieu et ne peut pas se multiplier dans l'environnement marin. Sa présence dans le milieu marin et dans les coquillages indique donc une contamination microbiologique fécale récente.

L'évaluation de la contamination microbiologique d'une zone de production conchylicole est basée sur la recherche dans les coquillages vivants de la bactérie *Escherichia coli*, exprimée par le nombre de germes viables cultivables dans 100 g de chair et de liquide intervalvaire (CLI). Les analyses effectuées sur les coquillages sont obligatoirement réalisées sous accréditation, par un laboratoire agréé pour la réalisation de l'analyse considérée.

Dans le cadre de cette étude, les analyses d'*Escherichia coli* sur les palourdes ont été réalisées par le Laboratoire Départemental d'Analyses des Bouches-du-Rhône (LDA 13, convention LER/PAC/23-02) dans le cadre de son accréditation par le Comité Français d'Accréditation (COFRAC, n° d'accréditation 1-1290) et de son agrément par le Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire.

La méthode d'analyse mise en œuvre dans le cadre de l'étude de zone est la méthode d'analyse normalisée NF V 08-106, technique indirecte par impédancemétrie directe.

6.1.2. Critères d'évaluation des niveaux de contamination microbiologique

La qualité microbiologique d'une zone de production est déterminée d'après la distribution de fréquence (en %) des résultats de dénombrement obtenus pendant l'étude de zone en fonction des seuils définis réglementairement. L'interprétation des données se fait par rapport aux seuils microbiologiques fixés par le Règlement d'exécution (UE) 2019/627 définissant trois catégories de qualité (Tableau 2).

Tableau 2. Critères d'évaluation réglementaires de la qualité microbiologique d'une zone de production conchylicole (Règlement d'exécution (UE) n°2019/627)

Classement	Mesures de gestion avant mise sur le marché	Critère microbiologique (<i>E. coli</i> /100g de Chair et Liquide Intervalaire)			
		230	700	4 600	46 000
A	Consommation humaine directe	Au moins 80% des résultats	Au plus 20% des résultats	Aucun résultat	
B	Consommation humaine après purification	Au moins 90% des résultats		Au plus 10% des résultats	
C	Consommation humaine après reparcage ou traitement thermique	100% des résultats			
Non classé	Interdiction de récolte	Au moins un résultat est > 46 000			

6.2. Évaluation de la contamination chimique

6.2.1. Indicateur de contamination chimique

Le niveau de contamination chimique d'une zone de production est déterminé pour un groupe de coquillages à partir des concentrations de composés réglementés définis par le Règlement (UE) n°2023/915 (Tableau 3).

Tableau 3. Liste des contaminants chimiques sur lesquels est basé le classement des zones conchyliques (Règlement (UE) n°2023/915).

Type de contaminant	Descriptif			
Métaux	Mercure, cadmium, plomb			
Dioxines	Dibenzo-p-dioxines (PCDD)	TEF	Dibenzofuranes (PCDF)	TEF
	2,3,7,8-TCDD		2,3,7,8-TCDF	0,1
	1,2,3,7,8-PeCDD	1	1,2,3,7,8-PeCDF	0,03
	1,2,3,4,7,8-HxCDD	1	2,3,4,7,8-PeCDF	0,3
	1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1
	1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1	1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,1	1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1
	OCDD	0,01	2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1
		0,0003	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01
			1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01
		OCDF	0,0003	
PCB DL (de type dioxine)	Non-ortho	TEF	Mono-ortho	TEF
	PCB 77	0,0001	PCB 105	0,00003
	PCB 81	0,0003	PCB 114	0,00003
	PCB 126	0,1	PCB 118	0,00003
	PCB 169	0,03	PCB 123	0,00003
			PCB 156	0,00003
			PCB 157	0,00003
			PCB 167	0,00003
			PCB 189	0,00003
PCB non DL indicateurs *	PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180			
HAP	Benzo(a)pyrène, benzo(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène, chrysène.			
PFAS	PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS			

La préparation des échantillons de matière vivante (épuration, décoquillage, égouttage, conditionnement en pilulier et congélation) a été effectuée par le Laboratoire Environnement Ressources Provence Azur Corse (LER PAC) de l'Ifremer puis ils ont été expédiés à deux laboratoires pour la réalisation des analyses chimiques.

Pour les métaux, les analyses ont été effectuées par le laboratoire LABOCEA de Plouzané. Les analyses ont été réalisées en spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (ou ICP/MS) suivant la méthode ANSES/LSA/Aliments/LSA-INS-0084.

Pour les contaminants organiques, les analyses ont été effectuées par le laboratoire LABERCA-ONIRIS de Nantes. Pour les HAP, les analyses ont été réalisées par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse en tandem (LABERCA/HAP-tma.1.09). Pour les PCB et dioxines, les analyses sont réalisées par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse à haute résolution ou GC-HRMS (LABERCA/DPCBDE-sah.1.05). Pour les

PFAS, les analyses ont été réalisées par chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (LABERCA/PFAS-tma.1.02).

6.2.2. Critères d'évaluation des niveaux de contamination chimique

La qualité chimique d'une zone de production est déterminée pour les métaux, les PCB non dioxine-like (PCB indicateurs) les HAP et les PFAS, les concentrations estimées « sans conteste », donc diminuées de l'incertitude élargie de la mesure, sont simplement comparées aux seuils réglementaires sanitaires (Tableau 4). Pour les dioxines et PCB de type dioxine (PCB DL), un coefficient multiplicateur appelé facteur d'équivalent toxique (TEF, Tableau 3), fixé par l'OMS en fonction de la toxicité de la molécule, est appliqué à la concentration de chaque substance avant d'en faire la somme (TEQ ou équivalent toxique de l'échantillon). C'est ce TEQ, lui aussi estimé « sans conteste », qui doit être comparé aux seuils réglementaires (Tableau 4) pour estimer la qualité chimique des zones conchylicoles. Toutes les concentrations et TEQ sont exprimées par rapport au poids frais de chair de mollusque égouttée.

Tableau 4. Seuils réglementaires des contaminants chimiques pour le classement des zones conchylicoles (Règlement (UE) n°2023/915)

		Seuils
Métaux	Cadmium	1,0 mg/kg, poids frais
	Plomb	1,5 mg/kg, poids frais
	Mercure	0,50 mg/kg, poids frais 0,30 mg/kg pour les gastéropodes
PCB et dioxines	Somme dioxines (PCDD + PCDF) <i>Équivalent toxique (TEQ)</i>	3,5 µg/g, poids frais
	Somme dioxines et PCB DL (PCDD + PCDF + PCB DL) <i>Équivalent toxique (TEQ)</i>	6,5 µg/g, poids frais
	Somme PCB indicateurs (28, 52, 101, 138, 153, 180)	75 ng/g, poids frais
HAP	Benzo(a)pyrène	5,0 µg/kg, poids frais
	Somme de benzo(a)pyrène, benzo(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène et chrysène	30,0 µg/kg, poids frais
PFAS	PFOS	3,0 µg/kg, poids frais
	PFOA	0,7 µg/kg, poids frais
	PFNA	1,0 µg/kg, poids frais
	PFHxS	1,5 µg/kg, poids frais
	Somme de PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS	5,0 µg/kg, poids frais

En matière de chimie, seuls deux classements sont possibles : zone classée (si l'ensemble des critères chimiques est respecté), non classée (si au moins un des critères chimiques n'est pas respecté).

6.3. Stratégie d'échantillonnage

6.3.1. Choix des points de prélèvement et du taxon indicateur

La demande initiale des professionnels mentionnait la pêche de palourdes (*Ruditapes philippinarum* et *decussatus*), couteaux (Solénidés), coques (*Cerastoderma edule*), tellines (*Donax spp* et *Tellina spp*), praires (*Venus verrucosa*) et autres Vénéridés. Au regard des quantités pêchées déclarées, il a été décidé de choisir les palourdes comme taxon indicateur pour le groupe des fousseurs, en accord avec les professionnels, les parties prenantes et les services de l'État.

La localisation des points de suivi a été décidée en concertation avec les professionnels, les parties prenantes et les services de l'État. Le choix a été fait en croisant les informations disponibles pour la zone de production sur :

- Les gisements de coquillages ;
- Les zones pêchées préférentiellement ;
- Les caractéristiques physiques et hydrologiques de la zone ;
- Les sources potentielles de contamination microbiologique ;
- Les biocénoses de l'anse de Carteau ;
- Les contraintes logistiques nécessitant d'avoir accès aux sites et de permettre des prélèvements toute l'année.

Les points de suivi ont été validés après deux visites sur le terrain et vérification de la présence de la ressource (27/02/2023 et 13/03/2023). Il s'agit des points (Figure 20) :

- Mas (109-P-157), localisé au sud de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône, le long du canal Saint-Antoine, proche des mas conchylicoles, aux coordonnées 43°22'36.07"N ; 4°50'25.23"E (WGS84)
- Îlot (109-P-156), localisé dans l'anse de Carteau à la sortie du canal Saint Antoine au niveau de l'îlot, aux coordonnées 43°22'40.11"N ; 4°51'26.88"E (WGS84)

Leurs positions géographiques sont fixes. Les prélèvements sont effectués aux coordonnées définies avec une tolérance de 250 mètres autour de ces points³¹.

³¹ Neaud-Masson N., Piquet J.C., Lemoine M. (2020). Procédure de prélèvement pour la surveillance sanitaire des zones de production de coquillages. Prescriptions des réseaux de surveillance microbiologique (REMI) et phycotoxinique (REPHYTOX). Ref. ODE/VIGIES/20-08 - RBE/SGMM/LSEM/20-04. Ifremer. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00640/75229/>
Étude sanitaire de la zone 13.06.01 – groupe 2

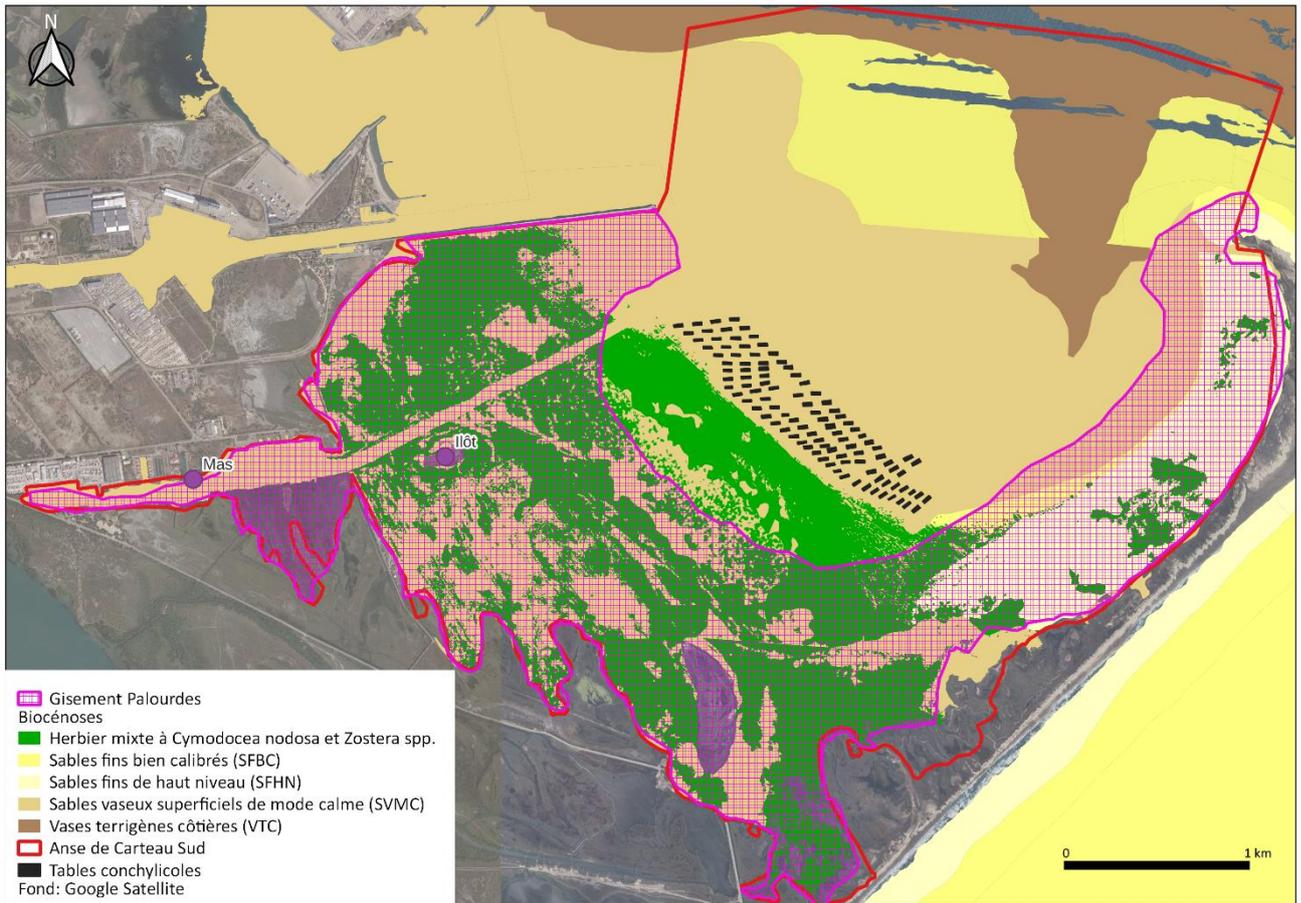


Figure 20. Localisation des 2 points de prélèvements pour l'étude de zone, dénommés Mas et Îlot. L'emprise du gisement de palourdes a été fourni par le CRPME PACA

6.3.2. Fréquence d'échantillonnage

Pour les analyses microbiologiques, la période d'étude est d'un an afin de tenir compte des phénomènes de variabilité saisonnière des contaminations microbiologique, avec au moins 24 prélèvements³². Ainsi, le suivi de la qualité microbiologique a été conduit aux points Îlot et Mas, d'avril 2023 à mars 2024 avec une fréquence de prélèvement bimensuelle.

Comme les niveaux de contamination chimique du milieu marin évoluent très lentement et que les éventuelles tendances temporelles ne sont décelables que sur plusieurs années, une seule donnée acquise sur un point de suivi représentatif de la zone d'étude est suffisante pour définir la qualité chimique de la zone. Le prélèvement a été réalisé au point Mas le 27 février 2023, période qui présente généralement les concentrations maximales annuelles en contaminants chimiques (en fonction du cycle physiologique et reproductif des coquillages au cours de l'année).

³² Instruction Technique DGAL/SDSSA/2016-448 du 30/05/2016

6.4. Prélèvement des coquillages

Les prélèvements de palourdes (*Ruditapes philippinarum* et/ou *Ruditapes decussatus*) ont été confiés aux pêcheurs professionnels de la zone, habilités par le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins de Provence-Alpes-Côte d'Azur (CRPMEM PACA) après conventionnement avec l'Ifremer (Réf. LER/PAC/23-02 et avenant).

La méthode de récolte des palourdes est celle utilisée pour la pêche commerciale, c'est-à-dire prélèvement par pêcheur à pied à l'aide d'une fourchette. Pour justifier de la conformité du prélèvement, l'Ifremer a mis en place une supervision prenant en compte toutes les étapes du prélèvement, qui vise à :

- S'assurer que les professionnels ont bien reçu les informations adéquates à la bonne réalisation des missions confiées ;
- Accompagner ponctuellement les opérateurs de prélèvements pour s'assurer de la bonne mise en œuvre de ces prélèvements à travers :
 - Le respect de la commande qui lui est faite : prélèvement de la bonne espèce, au bon endroit, en quantité suffisante ;
 - L'utilisation du matériel adéquate ;
 - La mise en œuvre des bonnes pratiques permettant une bonne conservation du prélèvement et ne remettant pas en cause son intégrité ;
 - Le respect des délais imposés pour mettre à disposition les échantillons ;
 - La saisie des informations d'échantillonnage et de traçabilité.

6.4.1. Pour l'évaluation de la contamination microbiologique

Pour chaque site, le pêcheur récolte au minimum 50 palourdes vivantes de taille commerciale. Chaque prélèvement de coquillages est placé dans un sac solide en plastique de qualité alimentaire, puis identifié afin d'assurer sa traçabilité. Les échantillons sont placés dans un conteneur isotherme avec accumulateur de froid ou réfrigéré. Ils sont récupérés par les agents du LDA 13 en alternance avec ceux de l'Ifremer lors de leurs tournées dédiées aux réseaux de surveillance.

Les informations de prélèvement (coordonnées GPS, date et heure, température de l'eau) sont transmises avec les échantillons via une fiche de prélèvement fournie par l'Ifremer. Le matériel et les consommables sont fournis par le LDA 13. A réception des coquillages, des échantillons ont pu être refusés par le préleveur du LDA 13 ou l'agent l'Ifremer s'ils ne respectaient pas les critères de quantité et qualité requis (température, propreté, fiche de prélèvement dûment renseignée). Dans ce cas, les prélèvements ont été reprogrammés par le CRPMEM dans les meilleurs délais.

6.4.2. Pour l'évaluation de la contamination chimique

Le prélèvement de palourdes a été effectué par un pêcheur professionnel habilité par le CRPMEM, le 27 février 2023 au point de suivi Mas, lors de la visite de site sous supervision de l'Ifremer. Le prélèvement récolté d'un minimum de 50 palourdes vivantes de taille commerciale a été placé dans un sac solide en plastique de qualité alimentaire, puis identifié afin d'assurer sa traçabilité. Les échantillons ont été placés dans un conteneur isotherme avec accumulateur de froid. De l'eau du site a été prélevée pour assurer la stabulation des coquillages avant décoquillage, au laboratoire. Les informations de prélèvement (coordonnées GPS, date et heure) ont été transmises avec l'échantillon. Les échantillons ont été conditionnée par le LER PAC avant son expédition pour analyse.

7. Résultats et discussion

7.1. Bilan des prélèvements

Le prélèvement destiné aux analyses chimiques a été réalisé au point Mas le 27/02/2023 lors de la vérification sur le terrain de l'adéquation des sites visés. Une seconde visite sur le terrain a été nécessaire afin de définir le second site d'étude (Îlot) et elle a également permis de finaliser la formation des préleveurs. Le suivi microbiologique a été conduit aux points Mas et Îlot à partir du 11/04/2023 jusqu'au 25/03/2024 avec une fréquence bimensuelle (Tableau 5).

Entre le début du suivi et l'automne 2023, il a été constaté des écarts aux préconisations de prélèvements et conditionnement des échantillons qui ont pu aboutir au refus de l'échantillon et à sa reprogrammation (comme le 17/07/2023). Ces dérives par rapport aux bonnes pratiques ont conduit à changer l'équipe de préleveurs à partir de décembre 2023.

En raison de l'exploitation des palourdes dans la zone et comme convenu avec les services de l'Etat au démarrage de l'étude de zone³³, des résultats défavorables sur la qualité sanitaire des palourdes ont déclenché des alertes à la contamination microbiologique de niveau 0 pour les bivalves fouisseurs (groupe 2) et filtreurs (groupe 3) de la zone Anse de Carteau Sud.

Ainsi, les résultats des prélèvements du 25/10/2023 (Tableau 5 et Annexe cf. 9.1) Tableau 5, étant supérieurs à 4 600 *E. coli*/100 g CLI, ont provoqué le déclenchement d'une alerte de niveau 0 pour la zone Anse de Carteau Sud, le 26/10/2023. Cette alerte a conduit à la réalisation de prélèvements supplémentaires de palourdes aux points Mas et Îlot, le 30/10/2023. Les résultats de ces analyses, inférieurs à la valeur seuil de 4 600 *E. coli*/100 g CL, n'ont pas confirmé la contamination bactériologique et ont conduit à la levée de l'alerte le 31/10/2023.

De même, les résultats des prélèvements du 05/12/2023 ont montré des concentrations supérieures à 4 600 *E. coli*/100 g CLI pour les palourdes de Mas et Îlot (Tableau 5 et Annexe cf. 9.1). Ces valeurs défavorables ont déclenché une alerte de niveau 0 et la réalisation de prélèvements de palourdes supplémentaires le 11/12/2023. Les résultats de ces analyses ont confirmé la présence d'une contamination bactérienne supérieure à 4 600 *E. coli*/100 g CLI et ont conduit à l'émission d'une alerte sanitaire de niveau 2 ainsi qu'à une interdiction temporaire de pêche des bivalves fouisseurs de l'Anse de Carteau Sud (Arrêté préfectoral du 13/12/2023³⁴). Dans le cadre de cette alerte, les prélèvements supplémentaires du 18/12/2023 et 26/12/2023 ont présenté des concentrations inférieures à 4 600 *E. coli*/100 g CLI qui ont permis de lever le dispositif d'alerte le 27/12/2023 et l'interdiction de pêche (Arrêté préfectoral du 28/12/2023³⁵).

A noter que les résultats des analyses supplémentaires (i.e. hors planning de prélèvement prévu pour l'étude de zone et ayant trait à une alerte) sont présentés dans ce rapport, mais ne sont pas comptabilisés dans l'évaluation de l'état de qualité microbiologique de la zone³⁶.

³³ Compte-rendu de la réunion de démarrage de l'étude de zone Anse de Carteau Sud – groupe 2 du 16/02/2023

³⁴ Arrêté portant interdiction temporaire de la pêche, du ramassage, du transport, de la purification, de l'expédition, du stockage, de la distribution, de la commercialisation et de la mise à la consommation humaine des coquillages pour le groupe 2 en provenance de la zone 13-06.01 « Anse de Carteau Sud » Bouches-du-Rhône) <https://www.atlas-sanitaire-coquillages.fr/sites/default/files/arrete/20231213-AP%20interdiction%20p%C3%A0che%20coquillages%20grpe%20%20-%20AnseCarteauSud.pdf>

³⁵ Arrêté portant levée de l'interdiction temporaire de la pêche, du ramassage, du transport, de la purification, de l'expédition, du stockage, de la distribution, de la commercialisation et de la mise à la consommation humaine des coquillages pour le groupe 2 en provenance de la zone 13-06.01 « Anse de Carteau Sud » Bouches-du-Rhône) https://www.atlas-sanitaire-coquillages.fr/sites/default/files/arrete/20231228_AP_%20Levee%20Interdiction%20Pêche%20carteau.pdf

³⁶ Piquet J.C, Rocq S., Kaelin G. (2022). Procédure nationale de la surveillance sanitaire microbiologique des zones de production de coquillages. Prescriptions du réseau de surveillance microbiologique des zones de production (REMI). Ref. Version 2 (08/02/2022). IFREMER. <https://doi.org/10.13155/86243>
Étude sanitaire de la zone 13.06.01 – groupe 2 01/07/2024 36/43

Tableau 5. Déroulé des prélèvements de palourdes de l'étude sanitaire pour la zone Anse de Carteau Sud

N°	Date prévue	Date prélevée	Observation/Écart
	27/02/2023	27/02/2023	Visite de terrain Formation préleveurs Prélèvement pour analyses chimiques
	13/03/2023	13/03/2023	Visite de terrain Formation préleveurs
1	11/04/2023	11/04/2023	Fourniture du matériel terrain
2	24/04/2023	24/04/2023	
3	09/05/2023	09/05/2023	
4	22/05/2023	22/05/2023	
5	05/06/2023	05/06/2023	
6	19/06/2023	19/06/2023	
7	03/07/2023	03/07/2023	
8	17/07/2023	17/07/2023	Échantillons refusés, car stabulés en bassin
		18/07/2023	Nouveau prélèvement, mais étiquettes datées de la veille
9	14/08/2023	16/08/2023	Férié : report pour regroupement avec prélèvements autres réseaux (REPHY/REPHYTOX)
10	28/08/2023	30/08/2023	Mauvaise météo : prélèvement effectué tôt le matin. Mis à tremper quelques heures dans la zone du point Mas
11	11/09/2023	11/09/2023	Supervision Ifremer
12	25/09/2023	25/09/2023	Supervision Ifremer
13	09/10/2023	09/10/2023	
14	23/10/2023	25/10/2023	Mauvaise météo : report Préleveur non habilité Absence d'étiquettes de prélèvements
	Non prévu	30/10/2023	Prélèvement suite aux mauvais résultats semaine précédente Non considéré dans l'étude de zone
15	06/11/2023	06/11/2023	
16	20/11/2023	20/11/2023	
17	04/12/2023	05/12/2023	Mauvaise météo : report Formation nouveaux préleveurs
	Non prévu	11/12/2023	Prélèvement suite aux mauvais résultats semaine précédente Non considéré dans l'étude de zone
18	18/12/2023	18/12/2023	
	Non prévu	26/12/2023	Prélèvement supplémentaire réalisé dans le cadre de l'alerte de niveau 2 Non considéré dans l'étude de zone
19	15/01/2024	15/01/2024	
20	29/01/2024	29/01/2024	
21	12/02/2024	12/02/2024	
22	26/02/2024	01/03/2024	Problème moteur et indisponibilité des autres préleveurs puis mauvaise météo : report
23	11/03/2024	11/03/2024	Prélèvements réalisés, mais non récupérés par LDA13 : report
		14/03/2024	
24	25/03/2024	25/03/2024	

7.2. Estimation de la qualité chimique

Les résultats des analyses chimiques au point Mas, estimé représentatif de la contamination chimique des coquillages du groupe 2 de la zone étudiée, sont présentés dans le Tableau 6.

Tous les résultats, étant inférieurs aux seuils réglementaires, ne sont pas déclassant au titre de l'évaluation de la qualité sanitaire des bivalves fousseurs de la zone Anse de Carteau Sud.

Tableau 6. Résultats des analyses chimiques réalisées sur le prélèvement de palourdes de février 2023 au point Mas (109-P-157)

	Unité	Mas (109-P-157)	Seuils réglementaires
Cadmium	mg/kg PF	0,07	1
Plomb	mg/kg PF	0,27	1,5
Mercure	mg/kg PF	0,014	0,5
PCDD/F	TEQ pg/g PF	0,11	3,5
Dioxines	TEQ pg/g PF	0,20	6,5
PCB ndl	ng/g PF	2,92	75
BaP	µg/kg PF	1,06	5
HAP	µg/kg PF	5,05	30
PFOS	µg/kg PF	0,06	3
PFOA	µg/kg PF	<0,004	0,7
PFNA	µg/kg PF	0,005	1
PFHxS	µg/kg PF	<0,004	1,5
Somme PFAS	µg/kg PF	0,064	5

Note : PCDD/F = somme des PCDD et des PCDF ; Dioxines = somme des PCDD, PCDF et PCB dioxine-like (77, 81, 126, 169, 105, 114, 118, 123, 156, 157, 167, 189) ; PCB ndl = somme des PCB non dioxin-like (28, 52, 101, 138, 153, 180) ; BaP = Benzo(a)pyrène ; HAP = somme des 4 HAP (benzo(a)pyrène, benzo(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène, chrysène) ; Somme PFAS = somme des 4 PFAS ; PF = poids frais ; TEQ = équivalent toxique

En complément, les résultats des analyses chimiques réalisées pour le groupe des bivalves filtreurs sur les moules (*Mytilus galloprovincialis*) de l'Anse de Carteau Sud (Marco-Miralles et al 2024³⁰) viennent confirmer la conformité des niveaux mesurés avec les exigences réglementaires (Tableau 7).

Tableau 7. Résultats des analyses chimiques réalisées sur le prélèvement de moules de février 2023 au point Anse de Carteau 2 (109-P-027)

Tableau des résultats : concentrations en poids frais diminuées de l'incertitude élargie.

	Cadmium (mg/kg)	Plomb (mg/kg)	Mercuré (mg/kg)	PCDD/F TEQ (pg/g)	Dioxines TEQ (pg/g)	PCB ndl (ng/g)	BaP (µg/kg)	HAP (µg/kg)	PFOS (µg/kg)	PFOA (µg/kg)	PFNA (µg/kg)	PFHxS (µg/kg)	Somme PFAS (µg/kg)
Anse de Carteau 2 (Moule)	0.1	0.11	0.022	0.049	0.11	0.68	0.081	2.23	0.2	0.054	0.088	0.019	0.36
Année de la mesure (2023)	(2023)	(2023)	(2023)	(2023)	(2023)	(2023)	(2023)	(2023)	(2023)	(2023)	(2023)	(2023)	(2023)
Seuils réglementaires	1	1.5	0.5	3.5	6.5	75	5	30	3	0.7	1	1.5	5

Note : PCDD/F = somme des PCDD et des PCDF ; Dioxines = somme des PCDD, PCDF et PCB dioxine-like (77, 81, 126, 169, 105, 114, 118, 123, 156, 157, 167, 189) ; PCB ndl = somme des PCB non dioxine-like (28, 52, 101, 138, 153, 180) ; BaP = Benzo[a]pyrène ; HAP = somme des 4 HAP benzo[a]pyrène, benzo[a]anthracène, benzo[b]fluoranthène et chrysène ; Somme PFAS = somme des 4 PFAS.

7.3. Estimation de la qualité microbiologique

7.3.1. Point Mas

Les résultats des analyses bactériologiques (hors alertes) réalisées sur les palourdes du point Mas varient entre moins de 67 *E. coli*/100 g CLI et 13 000 *E. coli*/100 g CLI sur la période d'avril 2023 à mars 2024 (Figure 21 et Annexe cf. 9.1).

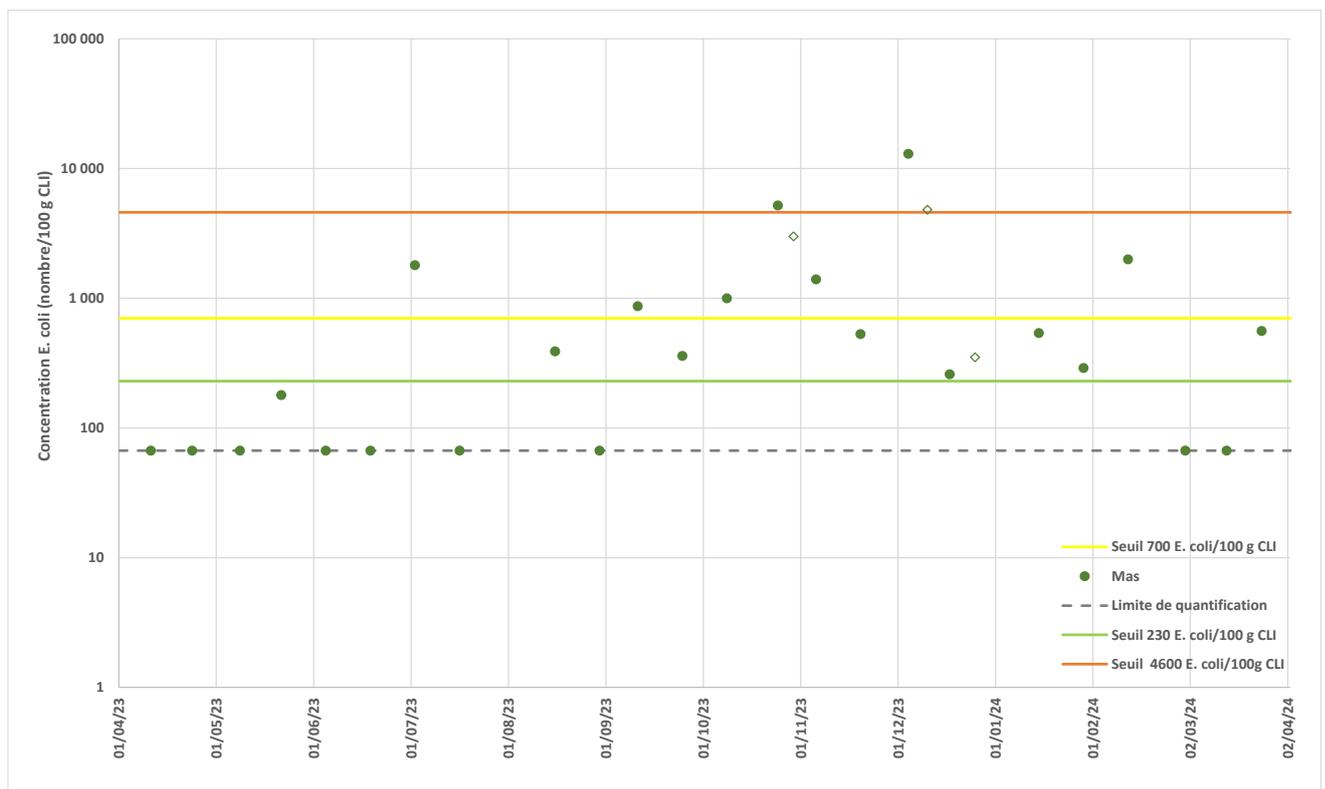


Figure 21. Résultats des analyses microbiologiques (échelle log) réalisées dans les palourdes au point Mas (rond vert : prélèvement de l'étude de zone ; losange blanc : prélèvement supplémentaire réalisé en alerte)

91,7% des analyses présentent des valeurs inférieures à 4 600 *E. coli*/100 g CLI et aucun résultat n'a été supérieur à 46 000 *E. coli*/100 g CLI, ce qui permet de classer le point Mas en qualité B au regard des seuils de qualité du Règlement d'exécution (UE) n°2019/627 (Tableau 8).

Tableau 8. Répartition des résultats d'analyses microbiologiques (hors alertes) réalisées dans les palourdes au point Mas au regard des seuils de qualité du Règlement d'exécution (UE) n°2019/627

MAS (109-P-157)		
Concentration en <i>E. coli</i> /100 g CLI	Nombre de résultats	%
≤ 230	10	41,7
] 230 ; 700]	7	29,2
] 700 ; 4 600]	5	20,8
] 4 600 ; 46 000]	2	8,3
> 46 000	0	0
Total	24	100
Maximum	13 000	

A noter, que les prélèvements réalisés en alerte pour risque de contamination biologique montrent des niveaux atteignant 3000 *E. coli*/100 g CLI (le 30/10/2023) et 4800 *E. coli*/100 g CLI (le 11/12/2023) (Figure 21 et Annexe cf. 9.1).

7.3.2. Point Îlot

Les palourdes du point Îlot présentent des concentrations en *E. coli* variant entre moins de 67 *E. coli*/100 g CLI et 6 500 *E. coli*/100 g CLI sur la période d'avril 2023 à mars 2024, hors alertes (Figure 22 et Annexe cf. 9.1).

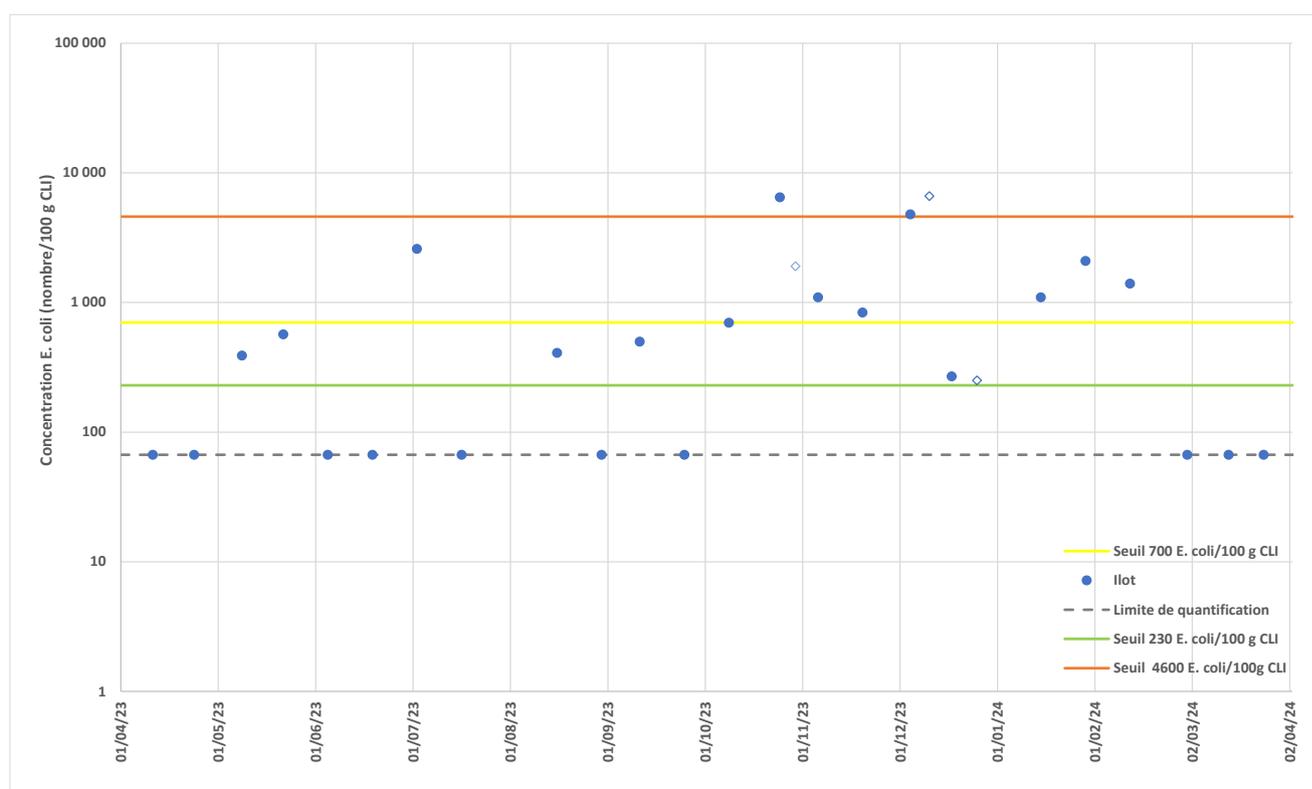


Figure 22. Résultats des analyses microbiologiques (échelle log) réalisées dans les palourdes au point Îlot (rond bleu : prélèvement de l'étude de zone ; losange blanc : prélèvement supplémentaire réalisé en alerte)

Comme au point Mas, 91,7% des analyses présentent des valeurs inférieures à 4 600 *E. coli*/100 g CLI et aucun résultat n'a été supérieur à 46 000 *E. coli*/100 g CLI, ce qui permet de classer le point Îlot en qualité B au regard des seuils de qualité du Règlement d'exécution (UE) n°2019/627 (Tableau 9).

Tableau 9. Répartition des résultats d'analyses microbiologiques (hors alertes) réalisées dans les palourdes au point Îlot au regard des seuils de qualité du Règlement d'exécution (UE) n°2019/627

ÎLOT (109-P-156)		
Concentration en <i>E. coli</i> /100 g CLI	Nombre de résultats	%
≤ 230	10	41,7
] 230 ; 700]	6	25
] 700 ; 4 600]	6	25
] 4 600 ; 46 000]	2	8,3
> 46 000	0	0
Total	24	100
Maximum	6 500	

A noter, que les prélèvements réalisés en alerte pour risque de contamination biologique montrent des niveaux atteignant 1900 *E. coli*/100 g CLI (le 30/10/2023) et 6600 *E. coli*/100 g CLI (le 11/12/2023). L'alerte de décembre 2023 illustre un épisode d'augmentation de la pression de contamination (entre le 5/12/2023 et le 11/12/2023) suivi d'une épuration des coquillages (passant de 6600 à 270 *E. coli*/100 g CLI, Figure 22 et Annexe cf. 9.1).

7.3.3. Comparaison des points de prélèvements et sensibilité aux précipitations

Les points Mas et Îlot ne semblent pas présenter de variation saisonnière caractéristique et différenciée au cours de la période d'étude (avril 2023-mars 2024, Figure 23). Les résultats des 2 sites présentent une corrélation de 0,77.

A chaque prélèvement, les concentrations en *E. coli* de Mas et Îlot sont très proches, à l'exception des prélèvements du 5/12/2023 et 29/01/2023 (Figure 23). Environ 40% des résultats (hors alertes) se sont avérés inférieurs à la limite de quantification qui est de 67 *E. coli*/100 g CLI. Sur l'ensemble des prélèvements réalisés (prélèvements supplémentaires compris), dans 8 cas sur 27 (30%) les résultats sont équivalents entre les 2 points. Dans 9 cas sur 27 (33%), les palourdes du point Mas présentent des concentrations en *E. coli* supérieures à celles du point Îlot et dans 10 cas sur 24 (37%) c'est le point Îlot qui apparaît plus sensible que le point Mas (Figure 23).

Les niveaux de contamination bactériologique des palourdes ne semblent pas être liés de manière évidente à la pluviométrie. Des valeurs fortes en *E. coli*, comme celles du 25/10/2023 ou 5/12/2023 ne sont pas précédées d'évènements pluvieux significatifs (Figure 23). De fortes précipitations, comme celles du 26/08/2023 ou du 9/03/2024 ne sont pas forcément suivies de contaminations fortes des palourdes (Figure 23). Ceci semble aller dans le sens des conclusions de l'étude de sensibilité des zones conchylicoles à la pluviométrie (Rocq et al 2024¹⁰), qui a montré que pour l'Anse de Carteau Sud, la probabilité de détection des épisodes de contamination des moules au regard des 9 paramètres de pluviométrie était inférieure à 11% donc considérée comme peu sensible aux précipitations.

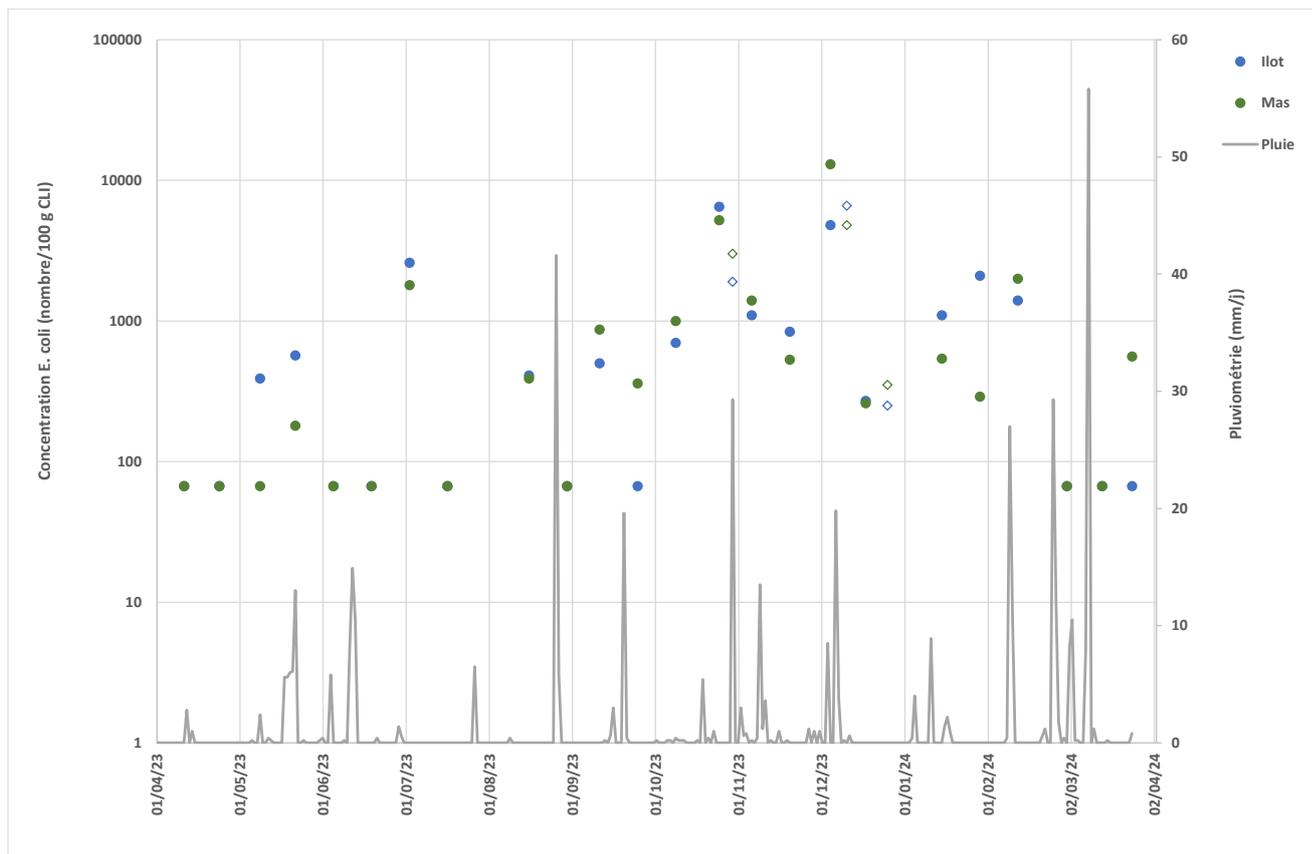


Figure 23. Résultats des analyses microbiologiques réalisées (échelle log) dans les palourdes aux points Mas et Îlot (rond : prélèvement de l'étude de zone ; losange : prélèvement supplémentaire réalisé en alerte)

8. Conclusion

Les résultats des analyses chimiques et microbiologiques menées sur les palourdes conduisent à estimer en qualité B les bivalves fouisseurs de la zone Anse de Carteau Sud.

Au regard de la similitude des niveaux de contamination microbiologique entre les points Mas et Îlot au cours de l'étude, il n'est pas proposé de découpage de la zone. Les résultats obtenus au cours de l'étude ne montrent pas de différence de qualité microbiologique entre les deux points. En outre, ils ont systématiquement dépassé aux mêmes dates le seuil de 4 600 *E. coli*/100 g CLI.

Aussi sans données sur les stocks de coquillages réellement exploités et sans information fiable sur les zones préférentiellement pêchées, il est préféré une surveillance sanitaire des bivalves fouisseurs dans l'Anse de Carteau plutôt que dans le canal Saint-Antoine. Ainsi, en tenant compte de la localisation des sources potentielles de contamination, des régimes hydrodynamiques dans l'Anse de Carteau, le point Îlot (109-P-156) est défini comme site de suivi sanitaire réglementaire dans le cadre du REMI avec les palourdes (*Ruditapes philippinarum* et *decussatus*) comme bivalves sentinelles.

9. Annexe

9.1. Résultats des analyses microbiologiques aux points Mas et Îlot

Date	Mas (109-P-157) <i>E. coli</i> /100 g CLI	Îlot (109-P-156) <i>E. coli</i> /100 g CLI	Remarque
11/04/2023	<67	<67	
24/04/2023	<67	<67	
09/05/2023	<67	390	
22/05/2023	180	570	
05/06/2023	<67	<67	
19/06/2023	<67	<67	
03/07/2023	1800	2600	
17/07/2023	<67	<67	
16/08/2023	390	410	
30/08/2023	<67	<67	
11/09/2023	870	500	
25/09/2023	360	<67	
09/10/2023	1000	700	
25/10/2023	5200	6500	
30/10/2023	3000	1900	Prélèvement supplémentaire en alerte
06/11/2023	1400	1100	
20/11/2023	530	840	
05/12/2023	13000	4800	
11/12/2023	4800	6600	Prélèvement supplémentaire en alerte
18/12/2023	260	270	
26/12/2023	350	250	Prélèvement supplémentaire en alerte
15/01/2024	540	1100	
29/01/2024	290	2100	
12/02/2024	2000	1400	
01/03/2024	<67	<67	
14/03/2024	<67	<67	
25/03/2024	560	<67	