

# Etude sanitaire de la partie nord-ouest de la zone 44.09 « Estuaire de la Loire » - groupe 3 (bivalves non fouisseurs)

Convention études sanitaires DGAL/Ifremer 2018-2019

Etude sanitaire en vue du classement  
d'une zone de production de coquillages





## Fiche documentaire

<b>Titre du rapport :</b> Etude sanitaire de la partie nord-ouest de la zone 44.09 « Estuaire de la Loire » - groupe 3 (bivalves non fouisseurs)	
<b>Référence interne :</b> RBE/SGMM/LSEM 20-04	<b>Date de publication :</b> juin 2020 <b>Version :</b> 1.0.0
<b>Diffusion :</b> <input checked="" type="checkbox"/> libre (internet) <input type="checkbox"/> restreinte (intranet) <input type="checkbox"/> interdite (confidentielle)	<b>Référence de l'illustration de couverture</b> Ifremer / phare de Villes-Martin / 4/06/2020  <b>Langue(s) :</b> français
<b>Résumé/ Abstract :</b> Suite à la pérennisation de l'exploitation d'un gisement d'huîtres creuses classé en zone à exploitation occasionnelle (dite « zone à éclipse »), la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) de Loire-Atlantique a demandé la réalisation d'une étude sanitaire en vue du classement pérenne de ce gisement se trouvant dans la partie nord-ouest de la zone 44.09 « Estuaire de la Loire ».  Une étude de dossier et une inspection du littoral ont été réalisées afin de recenser les principales sources de contamination microbiologique et d'évaluer leurs impacts sur la zone étudiée.  Ce travail préalable a permis de définir l'étendue du gisement côtier dont la qualité microbiologique pouvait être représentée par le point de suivi déjà existant 070-P-081 Villes Martin (c). Des résultats d'analyses à fréquence bimensuelle étant disponibles pour ce point depuis novembre 2017, aucun échantillonnage supplémentaire n'a été mis en place pour cette étude. Les résultats acquis entre 2017 et 2019 permettent d'évaluer la qualité de ce point en B, au regard des critères du règlement d'exécution (UE) 2019/627.  Les résultats des analyses chimiques aux points 069-P-025 Pointe de Chémoulin (moules) et 070-P-006 Joalland (b) (huîtres creuses) sont compatibles avec un classement sanitaire du gisement côtier.  Au regard de l'étendue de la zone 44.09 et des multiples sources de contamination potentielles, le point de suivi 070-P-081 Villes Martin (c) ne peut pas permettre le suivi de l'ensemble de cette zone pour le groupe des bivalves non fouisseurs. Deux options sont proposées : soit un sous-découpage de la zone incluant uniquement le gisement côtier à proximité de ce point de suivi (du rocher du Lion à Villes Martin), soit un sous-découpage plus étendu vers l'ouest (jusqu'à la plage de la Courance exclue) sous réserve de la mise en place d'un deuxième point de suivi dans le secteur de la plage de Porcé.	
<b>Mots-clés/ Key words :</b> <i>Escherichia coli</i> , étude sanitaire, Loire-Atlantique, classement sanitaire, contamination bactériologique des coquillages, huîtres, non fouisseurs, estuaire de la Loire, Loire	

**Comment citer ce document :**

ROCQ Sophie (2020). Etude sanitaire de la partie nord-ouest de la zone 44.09 « Estuaire de la Loire » - groupe 3 (bivalves non fouisseurs)

**Disponibilité des données DOI :**

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

<b>Commanditaire du rapport</b> : Direction Générale de l'Alimentation	
<b>Nom / référence du contrat</b> :	
<input type="checkbox"/> Rapport intermédiaire (réf. bibliographique : XXX) <input checked="" type="checkbox"/> Rapport définitif	
<b>Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit</b> (programme européen, campagne, etc.) :	
<b>Auteur(s) / adresse mail</b>	<b>Affiliation / Direction / Service, laboratoire</b>
Sophie ROCQ – sophie.rocq@ifremer.fr	PDG-RBE-SGMM-LSEM
<b>Validé par</b> : Jean-Côme PIQUET	

## Sommaire

<b>Introduction .....</b>	<b>8</b>
<b>1 Caractéristiques de la zone de production .....</b>	<b>10</b>
1.1 Situation géographique.....	10
1.2 La zone de production .....	10
1.3 Le bassin versant : relief et réseau hydrographique.....	11
1.4 Caractéristiques climatiques.....	12
1.5 Hydrodynamisme de la zone.....	13
1.6 Occupation du sol et usages littoraux.....	16
1.7 Population.....	17
<b>2 Identification des sources potentielles de contamination microbiologique.....</b>	<b>18</b>
2.1 Assainissement.....	18
2.1.1 Le système d'assainissement collectif .....	18
2.1.2 Les installations d'assainissement non collectif (ANC) .....	19
2.2 Eaux pluviales.....	20
2.3 Infrastructures et activités touristiques et de loisirs .....	20
2.3.1 Hébergement touristique .....	20
2.3.2 Activités nautiques.....	21
2.3.3 Centres équestres .....	23
2.4 Agriculture .....	23
2.5 Zonages environnementaux et faune sauvage .....	24
2.6 Inspection du littoral.....	25
<b>3 Données de surveillance existantes.....</b>	<b>29</b>
3.1 Surveillance de la pêche à pied récréative .....	29
3.2 Surveillance de la qualité de l'eau des eaux de baignade .....	30
<b>4 Synthèse des principales informations sur les sources potentielles de contamination microbiologique.....</b>	<b>32</b>
<b>5 Matériels et méthodes pour l'évaluation de la qualité sanitaire de la zone de production</b>	<b>34</b>
5.1 Evaluation de la contamination microbiologique.....	34
5.1.1 Indicateur de contamination microbiologique .....	34
5.1.2 Critères d'évaluation des niveaux de contamination microbiologique .....	34

5.2	Evaluation de la contamination chimique .....	35
5.2.1	Indicateurs de contamination chimique.....	35
5.2.2	Critères d'évaluation des niveaux de contamination chimique .....	36
5.3	Stratégie d'échantillonnage.....	37
5.3.1	Choix des points et fréquence de prélèvement .....	37
5.3.2	Cartographie de la zone de production : gisement et point de prélèvement.....	37
5.3.3	Calendrier et organisation des prélèvements .....	39
<b>6</b>	<b>Résultats et discussion .....</b>	<b>41</b>
6.1	Résultats des suivis bactériologiques et chimiques .....	41
6.2	Influence de la pluviométrie sur la qualité bactériologique des coquillages .....	42
6.3	Influence du débit de la Loire sur la qualité microbiologique des coquillages .....	44
6.4	Influence de la saison sur la qualité microbiologique des coquillages.....	45
6.5	Propositions de découpage de la zone classée .....	47
<b>7</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>49</b>
	<b>Bibliographie .....</b>	<b>51</b>
	<b>Annexe 1 : résultats des analyses en <i>E. coli</i> dans les coquillages prélevés au point « 070-P-081 Villes Martin (c) », entre mai 2015 et avril 2020 .....</b>	<b>52</b>

## Introduction

Suite à la pérennisation de l'exploitation d'un gisement d'huîtres creuses classé en zone à exploitation occasionnelle (dite « zone à éclipse »), la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) de Loire-Atlantique a demandé la réalisation d'une étude sanitaire en vue du classement pérenne de ce gisement se trouvant dans la partie nord-ouest de la zone 44.09 « Estuaire de la Loire ». Cette étude, réalisée par le Laboratoire Santé, Environnement et Microbiologie de l'IFREMER, bénéficie d'un financement de la DGAL.

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 de la zone en vue du classement sanitaire de la zone par l'administration conformément aux exigences du règlement d'exécution (UE) 2019/627<sup>i</sup> et du règlement (CE) n°1881/2006<sup>ii</sup>, modifié par les règlements (CE) n°835/2011<sup>iii</sup> et (CE) n°1259/2011<sup>iv</sup> ;
- 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 nécessaires :

- l'étude de dossier : elle consiste en un recueil des données disponibles sur les sources de contamination d'origine humaine ou animale et la zone de production. 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 : elle permet de confirmer la présence des sources de contamination préalablement identifiées lors de l'étude de dossier, et/ou d'en révéler de nouvelles. A l'issue de cette inspection, le programme d'échantillonnage proposé est confirmé ou modifié.
- l'étude de zone : c'est le programme d'échantillonnage dont les résultats vont permettre d'estimer la qualité de la zone.

Dans le cas particulier de la présente étude, des analyses à fréquence bimensuelle étaient déjà disponibles sur une période de plus de 2 ans au niveau du point *a priori* le plus sensible aux contaminations microbiologiques du gisement côtier, c'est pourquoi un accord entre la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL) et la DDTM de Loire-Atlantique a conduit à ne pas faire d'analyses supplémentaires pour cette étude. Dès lors, l'enjeu principal de cette étude était d'évaluer l'étendue du gisement dont la qualité microbiologique pouvait être représentée par le point de suivi déjà existant.

---

<sup>i</sup> 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

<sup>ii</sup> Règlement CE n°1881/2006 du 19 décembre 2006 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires.

<sup>iii</sup> Règlement (UE) n°835/2011 de la Commission du 19 août 2011 modifiant le règlement (CE) n°1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les denrées alimentaires.

<sup>iv</sup> Règlement (UE) n° 1259/2011 de la Commission du 2 décembre 2011 modifiant le règlement (CE) n° 1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales en dioxines, en PCB de type dioxine et en PCB autres que ceux de type dioxine des denrées alimentaires.

La Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) est le maître d'ouvrage de l'étude sanitaire et le Laboratoire Santé, Environnement et Microbiologie de l'Ifremer, le maître d'œuvre chargé de réaliser l'étude proprement dite. 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.

# 1 Caractéristiques de la zone de production

## 1.1 Situation géographique

La zone de production étudiée est située sur le littoral du département de Loire-Atlantique. La zone 44.09 « Estuaire de la Loire » s'étend sur environ 3200 ha. Elle est bordée à l'ouest par la commune de Saint-Nazaire (sur un linéaire d'environ 9 km) et à l'est par la commune de Saint-Brévin-les-Pins (sur un linéaire d'environ 6,5 km). Elle se trouve à 50 km en aval de la ville de Nantes, au niveau de l'embouchure de l'estuaire de la Loire.

Le secteur étudié dans le cadre de la présente étude sanitaire correspond au gisement côtier qui se trouve dans la partie nord-ouest de la zone 44.09 (voir Figure 1).

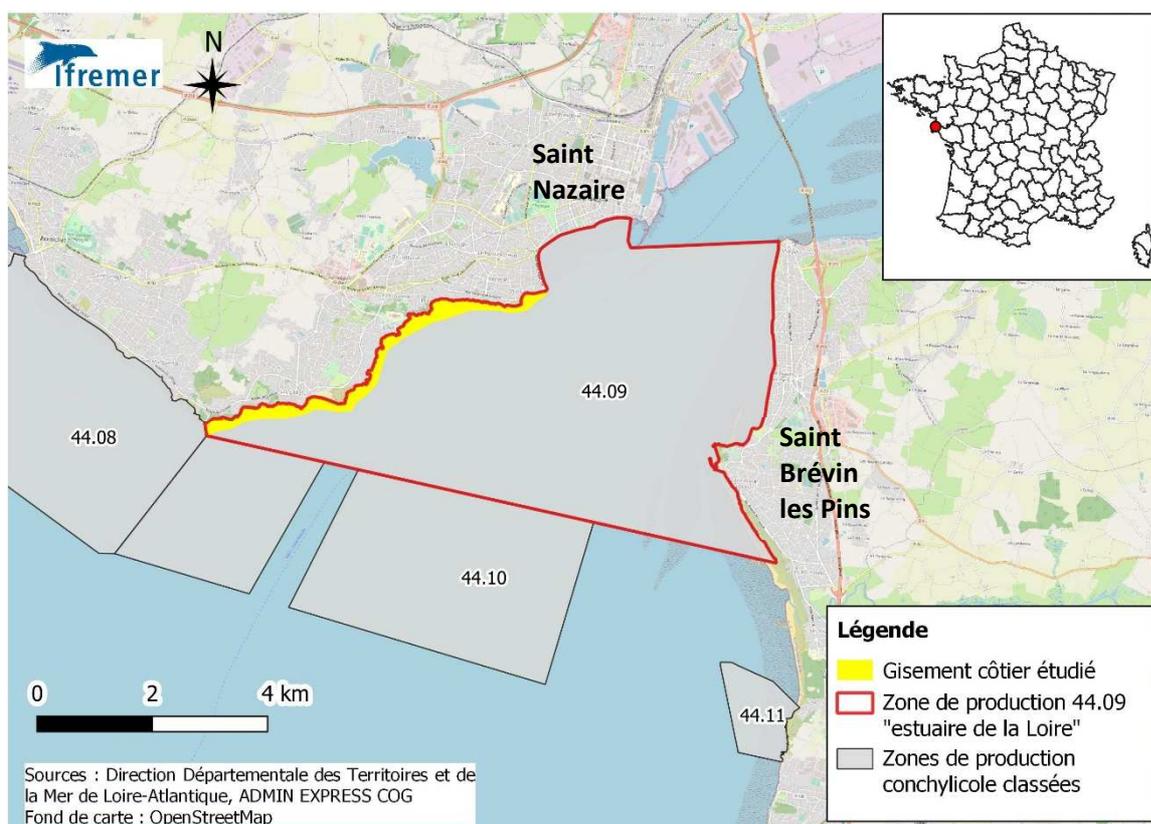


Figure 1 : localisation du gisement étudié, dans la partie nord-ouest de la zone 44.09 « Estuaire de la Loire »

## 1.2 La zone de production

Cette zone de production est classée en zone à exploitation occasionnelle soumise à autorisation préalable (dite « zone à éclipse ») pour les coquillages bivalves du groupe 2 (fouisseurs) et du groupe 3 (non fouisseurs). Aucune concession conchylicole n'est recensée dans cette zone, seule la pêche y est pratiquée.

En Loire-Atlantique, la pêche à pied professionnelle est autorisée sous réserve de la délivrance d'une licence et de timbres spécifiques aux espèces. En 2017, en Loire-Atlantique, on dénombrait pour la pêche à pied professionnelle : 68 timbres délivrés pour les huîtres, 36 pour les moules, 35 pour les palourdes et 50 pour les coques (hors les gisements de La Baule, Le Pouliguen, Mesquer). Environ 110 professionnels possédaient un ou plusieurs timbres ou licences [1].

Actuellement, seules les huîtres bénéficient d'une autorisation d'exploitation dans la partie nord-ouest de la zone 44.09 : gisement côtier entre la pointe de Chémoulin et Villes-Martin (objet de la présente étude sanitaire). Cette autorisation est en cours depuis le 3 novembre 2017 (période prolongée quatre fois par arrêté, le dernier autorisant l'exploitation jusqu'au 30 juin 2020).

Depuis novembre 2017, le secteur est exploité par une pêcheuse professionnelle et ce sont environ 22 tonnes d'huîtres qui ont été pêchées : 3,4 tonnes en 2017, 9,8 tonnes en 2018 (avec un arrêt d'exploitation les mois de juin et juillet), 7,7 tonnes en 2019 (avec un arrêt d'exploitation en juin, puis en décembre notamment en lien avec la fermeture de la zone suite à une alerte REMI) et 1,1 tonnes en janvier-février 2020. L'exploitation est répartie sur l'ensemble de l'année.

Ce gisement côtier fait également l'objet d'une pêche de loisir, dont la qualité sanitaire est suivie en deux points par l'Agence Régionale de Santé (ARS) des Pays de la Loire : pointe de Chémoulin (moules) et Villes-Martin (huîtres).

### 1.3 Le bassin versant : relief et réseau hydrographique

Le bassin versant considéré dans la présente étude a été créé à partir d'un traitement des données du Modèle Numérique de Terrain (MNT) de l'IGN « BD alti ® V2 » au pas de 25m. Ce bassin versant couvre environ 9 km<sup>2</sup>. Le relief est peu marqué, avec un point culminant à 46 m d'altitude.

Quelques ruisseaux se jettent directement dans le gisement côtier étudié (voir Figure 2) et la zone est également sous l'influence de la Loire puisqu'elle se trouve au niveau de son embouchure.

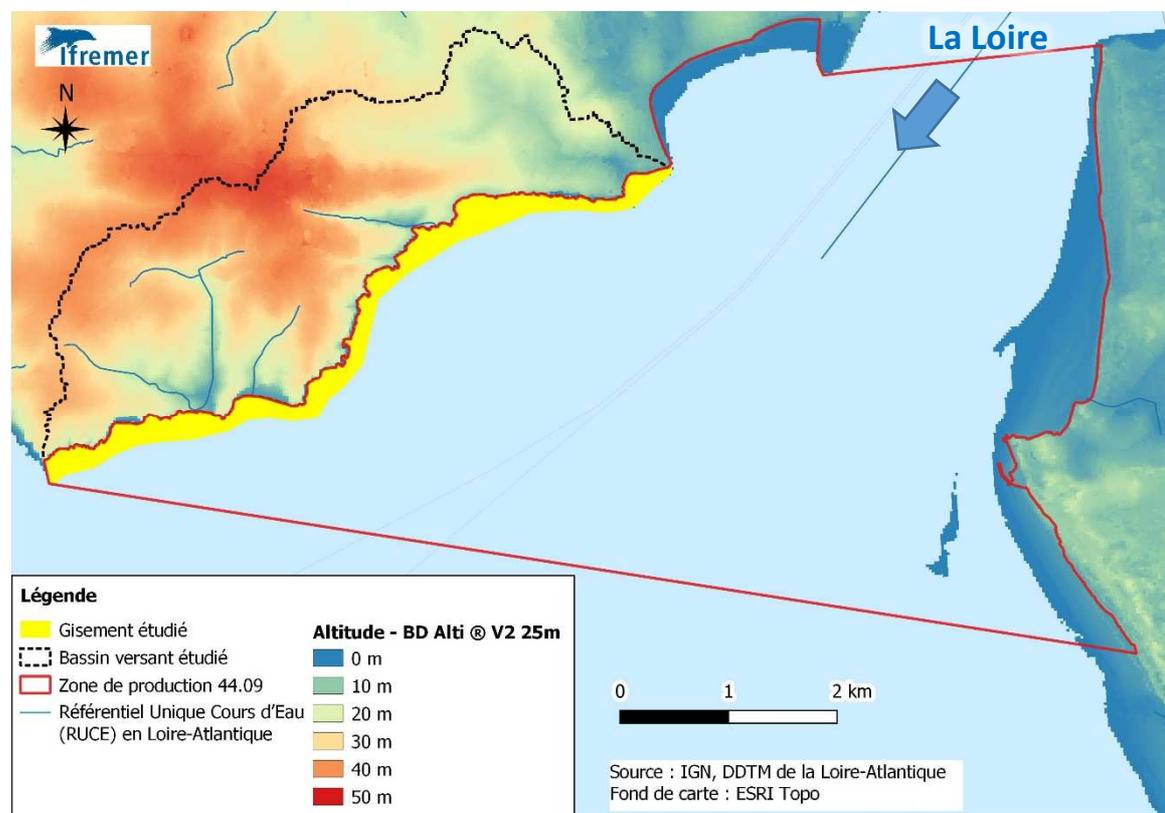


Figure 2 : relief et réseau hydrographique dans le bassin versant du gisement étudié

## 1.4 Caractéristiques climatiques

Le territoire côtier étudié est caractérisé par un climat océanique avec des hivers frais et humides et des étés doux. La présence de l'océan modère les variations inter-saisonnières du climat, tant au niveau des précipitations que des températures.

Selon les données de précipitations mesurées à la station Météo-France de Saint-Nazaire Montoir de 2007 à 2017, la moyenne annuelle s'élève à environ 760 mm. Le mois le plus humide est le mois de janvier avec 95 mm en moyenne, alors que le mois le plus sec est le mois de juin avec 38 mm en moyenne [1].

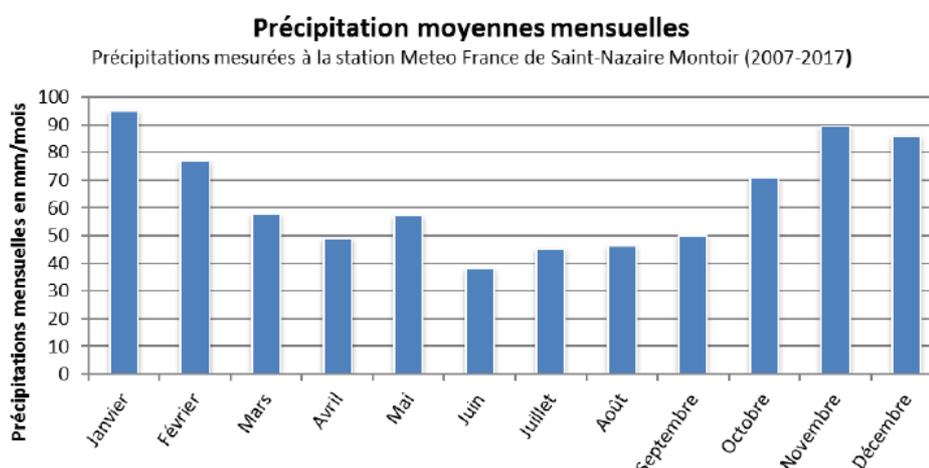


Figure 3 : précipitations moyennes mensuelles mesurées à la station de Saint-Nazaire Montoir (graphique extrait du pré-diagnostic et plans d'actions des zones conchylicoles et de pêche à pied de loisir dans le cadre de la révision du SAGE Estuaire de la Loire [1])

La Figure 4 indique la variation des précipitations mensuelles moyennes rapportées au nombre de jours de pluie moyen mensuel. L'intensité de la pluie est en moyenne la plus forte de novembre à février (supérieure à 4 mm/j) [1].

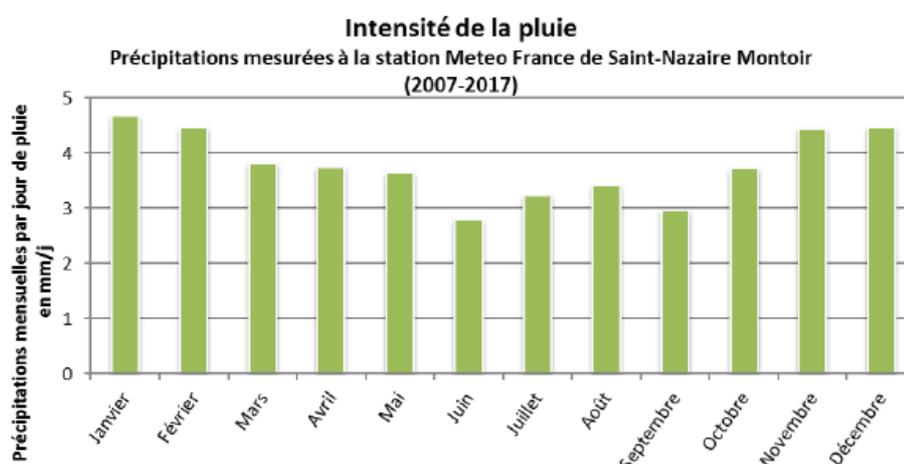


Figure 4 : précipitations moyennes mensuelles par jour de pluie à la station de Saint-Nazaire Montoir (graphique extrait du pré-diagnostic et plans d'actions des zones conchylicoles et de pêche à pied de loisir dans le cadre de la révision du SAGE Estuaire de la Loire [1])

## 1.5 Hydrodynamisme de la zone

Les courants qui circulent dans la zone de production 44.09 « Estuaire de la Loire » sont influencés par l'action de la marée et par la Loire.

Pendant la phase de flot, le courant est globalement orienté est/nord-est, et pendant le jusant, il est orienté ouest/sud-ouest. Un modèle développé par ARTELIA permet d'illustrer ces flux. Les illustrations en pages suivantes présentent les vitesses de courants en période de vives eaux, durant le flot et le jusant [1].

L'estuaire de la Loire présente trois principaux chenaux (voir Figure 5) :

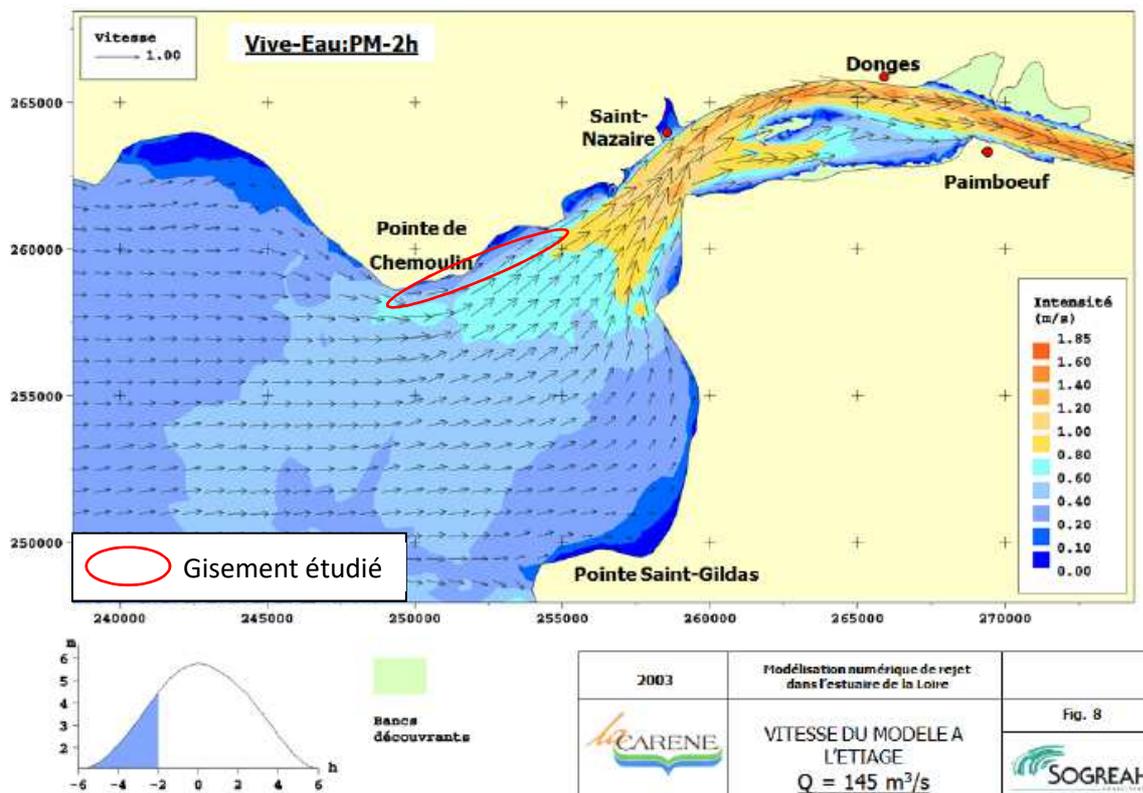
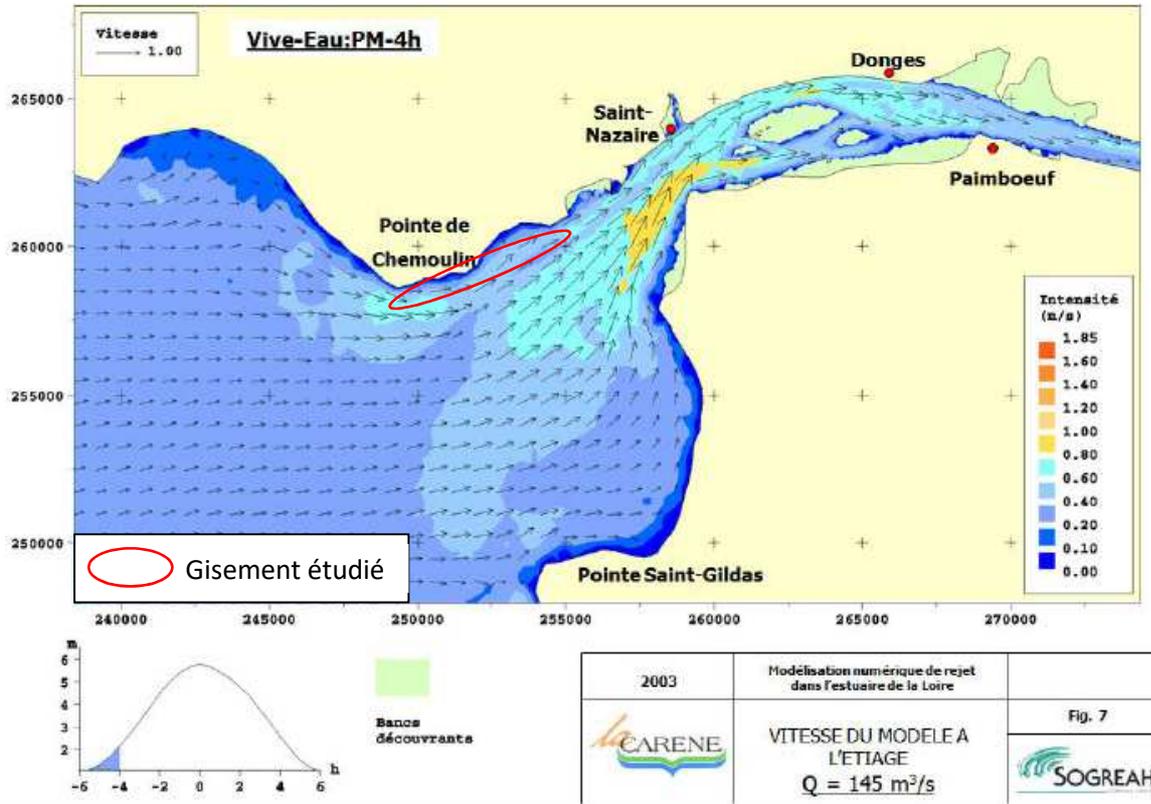
- \*Dans l'estuaire interne : le chenal de Donges au Nord ;
- \*Dans l'estuaire externe : les chenaux de Bonne Anse en rive Nord et de la Truie en rive Sud.



Figure 5 : principaux chenaux dans l'estuaire de la Loire (Source : IGN) (carte originale extraite du pré-diagnostic et plans d'actions des zones conchylicoles et de pêche à pied de loisir dans le cadre de la révision du SAGE Estuaire de la Loire [1])

Les illustrations en pages suivantes issues du modèle ARTELIA indiquent également qu'au jusant l'écoulement de la Loire au niveau de l'estuaire se fait préférentiellement via le chenal de Donges. Le banc de Bilho fait office de barrière à l'écoulement et dirige l'eau à travers ce chenal. L'eau est ensuite éjectée au large via principalement le chenal de Bonne-Anse (qui est entretenu par des dragages réguliers pour assurer l'accès aux ports de Nantes et Saint-Nazaire).

Au contraire le chenal Sud est dominé par le flot. Cependant, la majorité du courant transite ensuite par le chenal Nord [1].



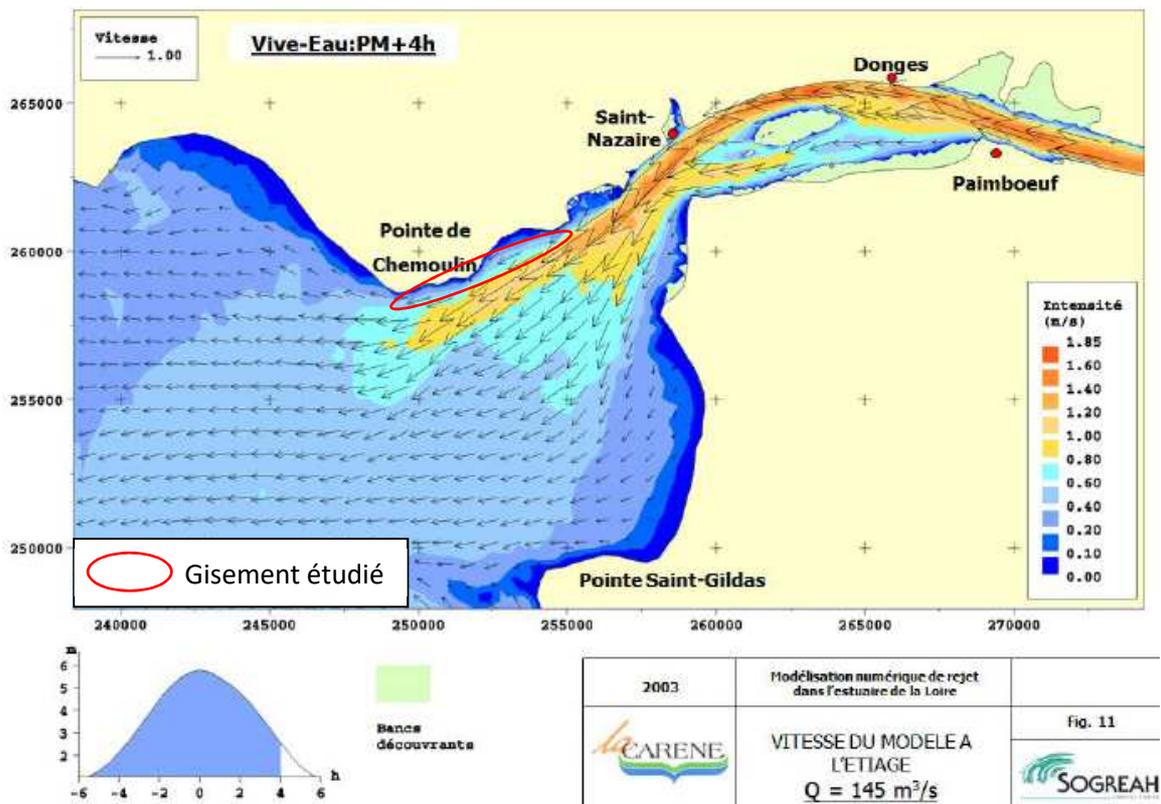
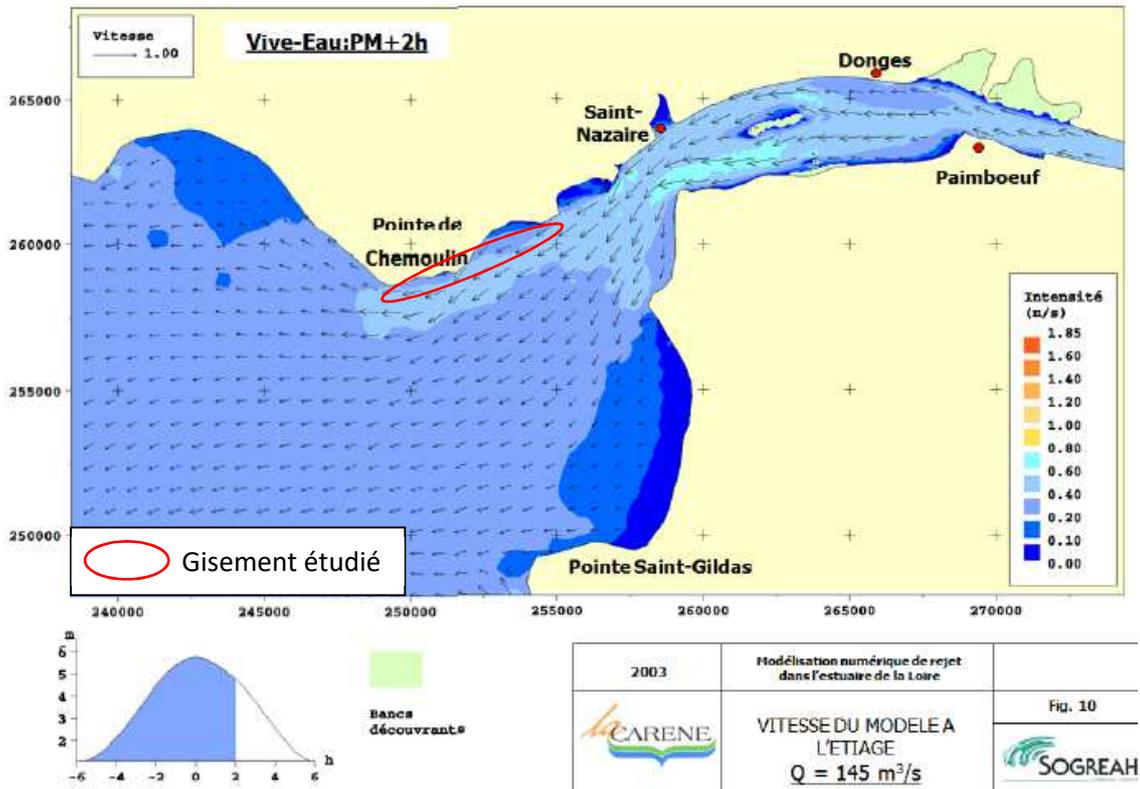


Figure 6 : évolution des vitesses de courant dans l'estuaire de la Loire (étiage et vives eaux) (Cartes originales extraites du pré-diagnostic et plans d'actions des zones conchylicoles et de pêche à pied de loisir dans le cadre de la révision du SAGE Estuaire de la Loire [1])

## 1.6 Occupation du sol et usages littoraux

Le bassin versant du gisement côtier étudié est majoritairement constitué de tissu urbain discontinu, représentant environ 71% de la surface du bassin versant étudié. Le littoral du gisement côtier est entièrement bordé par ce tissu urbain (avec une petite part d'équipements sportifs et de loisirs). Des surfaces agricoles diverses représentent 17% du bassin versant (systèmes culturaux et parcellaires complexes, et terres arables hors périmètre d'irrigation). Enfin, les zones industrielles ou commerciales et installations publiques (établissement universitaire et hôpital) occupent environ 7% du bassin versant (voir Figure 7).

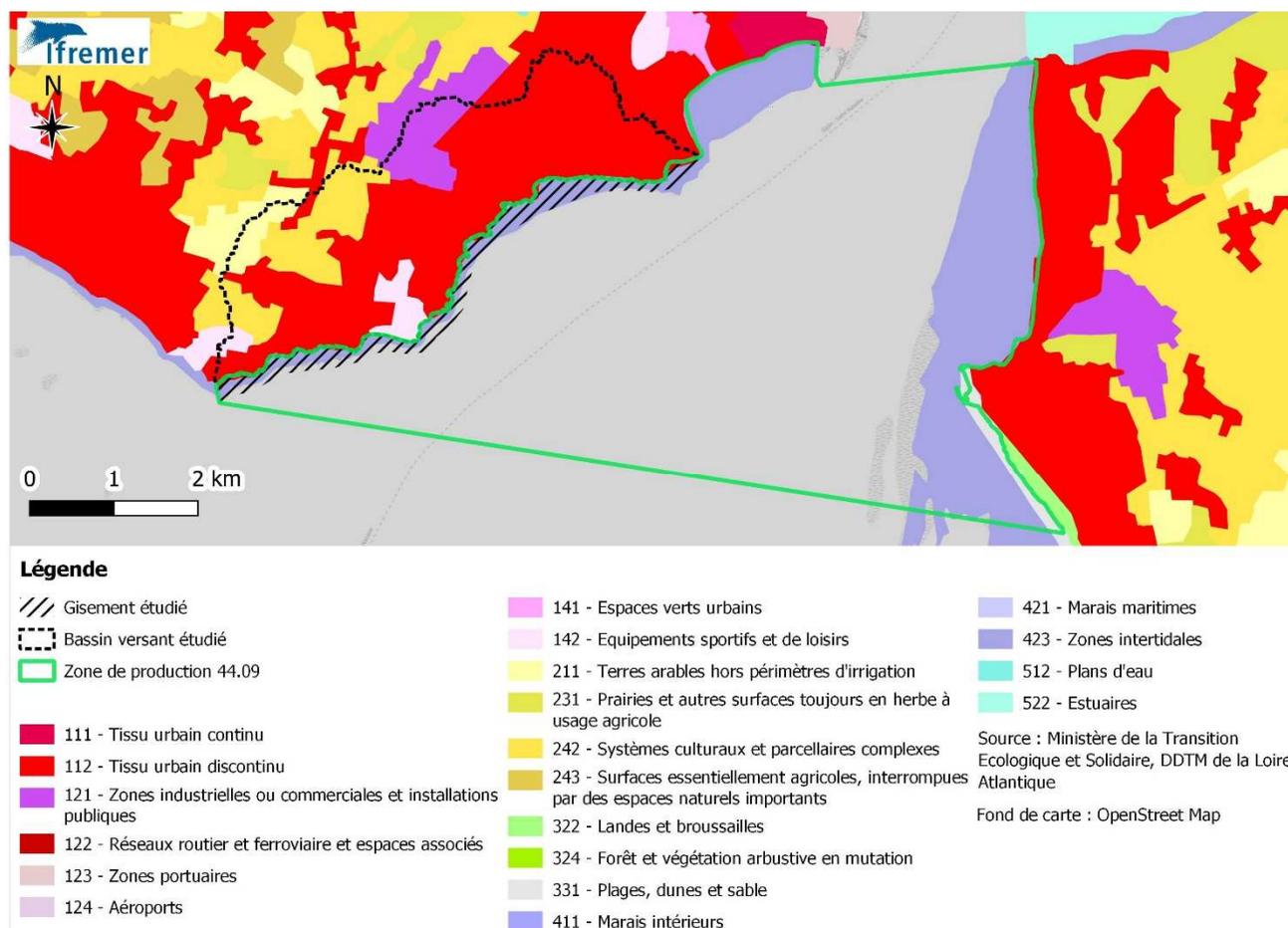


Figure 7 : occupation du sol dans le bassin versant du gisement côtier nord-ouest de la zone de production 44.09 « Estuaire de la Loire »

## 1.7 Population

La répartition de la population en 2010 sur le bassin versant est présentée sur la Figure 8, sous forme de carrés de 200 mètres de côté, conformément aux données mises à disposition par l'INSEE.

Le bassin versant étudié est concerné par une seule commune (Saint-Nazaire), dont la population atteignait environ 70 000 habitants en 2017 (Recensement de la population, INSEE). La partie est du bassin versant est la plus densément urbanisée.

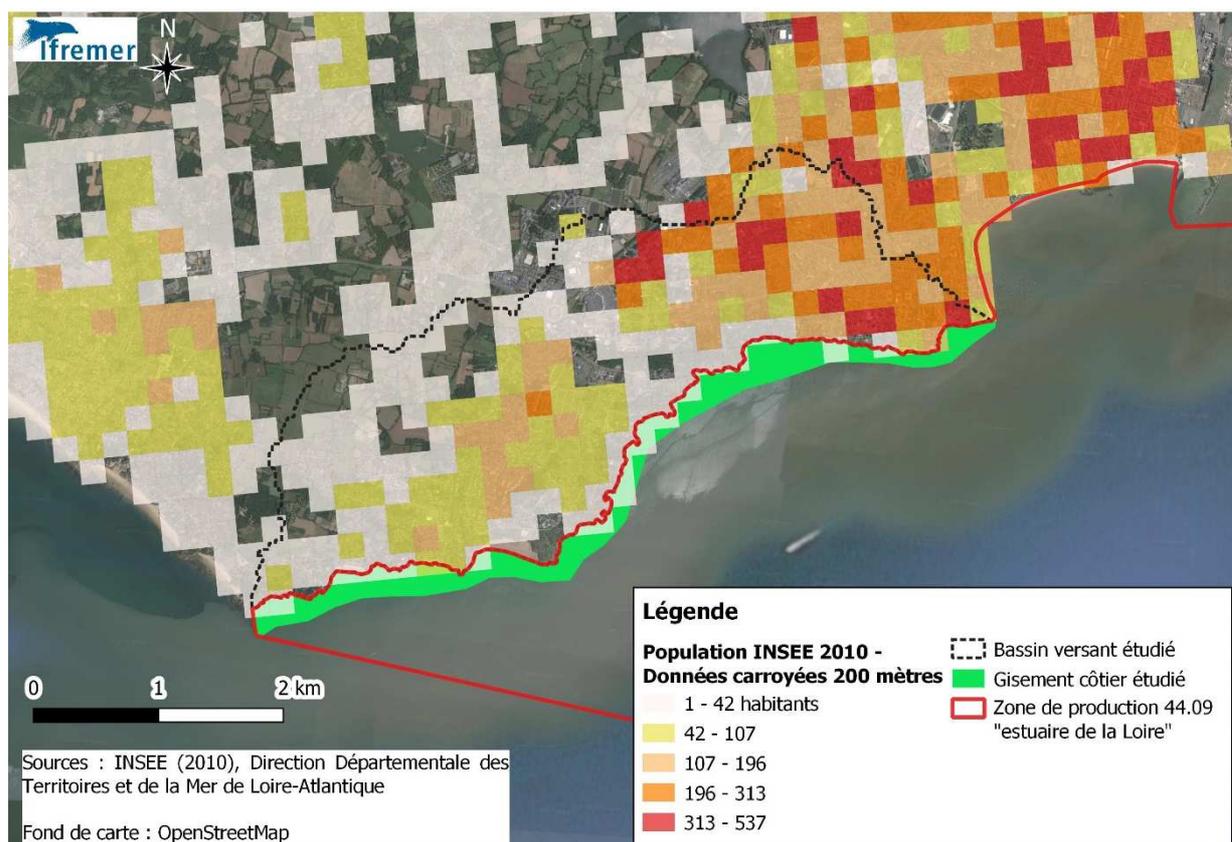


Figure 8 : répartition de la population permanente en 2010 sur le bassin versant du gisement côtier étudié

## 2 Identification des sources potentielles de contamination microbiologique

### 2.1 Assainissement

Les eaux usées sont une source de contamination microbiologique d'origine humaine. Pour limiter leur impact sur la qualité de l'eau, elles sont traitées avant d'être rejetées dans le milieu naturel ou réutilisées. Ce traitement peut être effectué de façon collective (les eaux usées sont collectées et acheminées vers une station d'épuration, gérée par une collectivité) ou non collective (les eaux usées sont traitées sur place, par des installations d'assainissement individuel).

#### 2.1.1 Le système d'assainissement collectif

L'ensemble du système d'assainissement collectif (réseau, postes de relèvement, rejet de la station d'épuration) peut constituer une source de contamination microbiologique en cas de dysfonctionnement. Les by-pass ou déversoirs d'orage, quand ils existent, sont également une source de contamination potentielle importante.

Une seule station d'épuration assure l'épuration des eaux usées collectées dans le secteur étudié. Il s'agit de la station de Saint-Nazaire ouest (STEP des Ecosnières), mise en service en janvier 2012, dont le rejet est effectué en mer via un émissaire, au large de la pointe de Chémoulin. Elle traite les eaux usées en provenance des communes de Saint-Nazaire (secteurs centre et ouest), de Saint-André-des-Eaux et de Pornichet. Sa capacité nominale de traitement est de 102 000 équivalents-habitants (EH). Le traitement des eaux usées est effectué par le procédé des boues activées à aération prolongée, complété par une désinfection UV en période estivale [1].

En 2018, la station d'épuration des Ecosnières a fonctionné à 60% de sa capacité hydraulique en nappe haute et 37% en nappe basse, et en moyenne à 56% de sa capacité organique. Le taux de conformité du traitement de la station d'épuration est de 100% pour les paramètres ciblés par l'arrêté préfectoral (MES, DBO5, DCO, NGL, PT) [2].

D'après le pré-diagnostic de vulnérabilité des sites conchylicoles [1], quelques points - et certains malgré la présence de bêche de sécurité - présentent des surverses récurrentes : SNA 1, Surverse de réseau amont poste de Sautron (D2), SNA 50, SNA 6 et SNA 14.

Tableau 1 : Volume moyen surversé ou temps moyen de surverse par événement sur la période 2008-2018, pour les postes présentant des surverses récurrentes [1]

Poste de relèvement	SNA 14	SNA 6	SNA 1	D2	SNA 50
Volume moyen surversé (en m <sup>3</sup> ) ou temps moyen de surverse (en h) par événement	1,7 h	4,6 h	21 m <sup>3</sup>	284 m <sup>3</sup>	1580 m <sup>3</sup>
Fréquence de surverse*	0,001	0,006	0,01	0,03	0,02

\* nombre d'évènements de surverse / nombre de jours d'observation

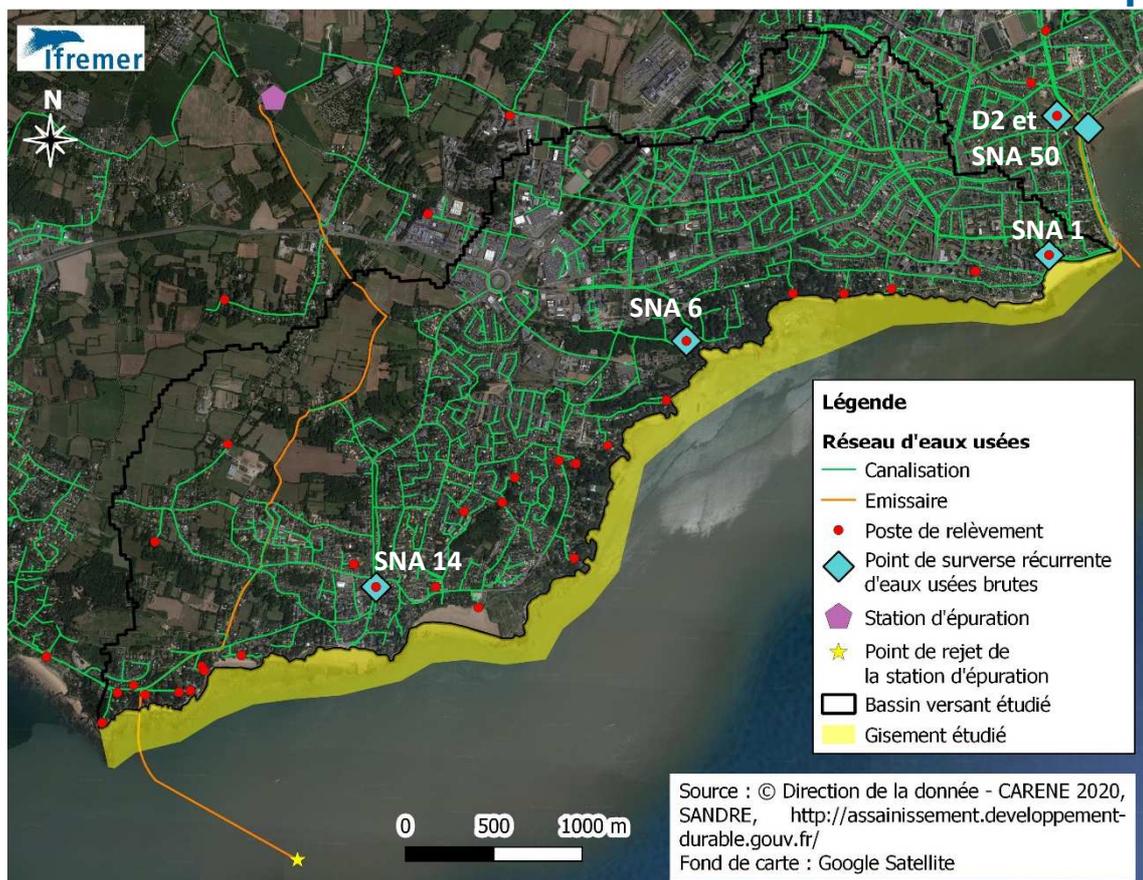


Figure 9 : système d'assainissement collectif sur le bassin versant étudié

### 2.1.2 Les installations d'assainissement non collectif (ANC)

D'après le bilan d'activités 2018 du service assainissement de la communauté d'agglomération de la Région Nazairienne et de l'Estuaire (CARENE) [2], la commune de Saint-Nazaire comprend 713 habitations en assainissement non collectif. Sur les 668 installations déjà contrôlées, 41% sont conformes.

La figure ci-dessous montre qu'aucun secteur concerné par l'assainissement non collectif ne se trouve dans le bassin versant étudié.



Figure 10 : secteurs en assainissement non collectif dans la partie sud de la commune de Saint-Nazaire

## 2.2 Eaux pluviales

Les eaux pluviales sont une source de contamination microbiologique indirecte car elles peuvent être le vecteur d'autres contaminations issues du lessivage du bassin versant, de raccordements à tort d'eaux usées au réseau pluvial, ...

Le réseau d'eau pluviale et les exutoires dans le bassin versant étudié sont présentés dans la Figure 11.

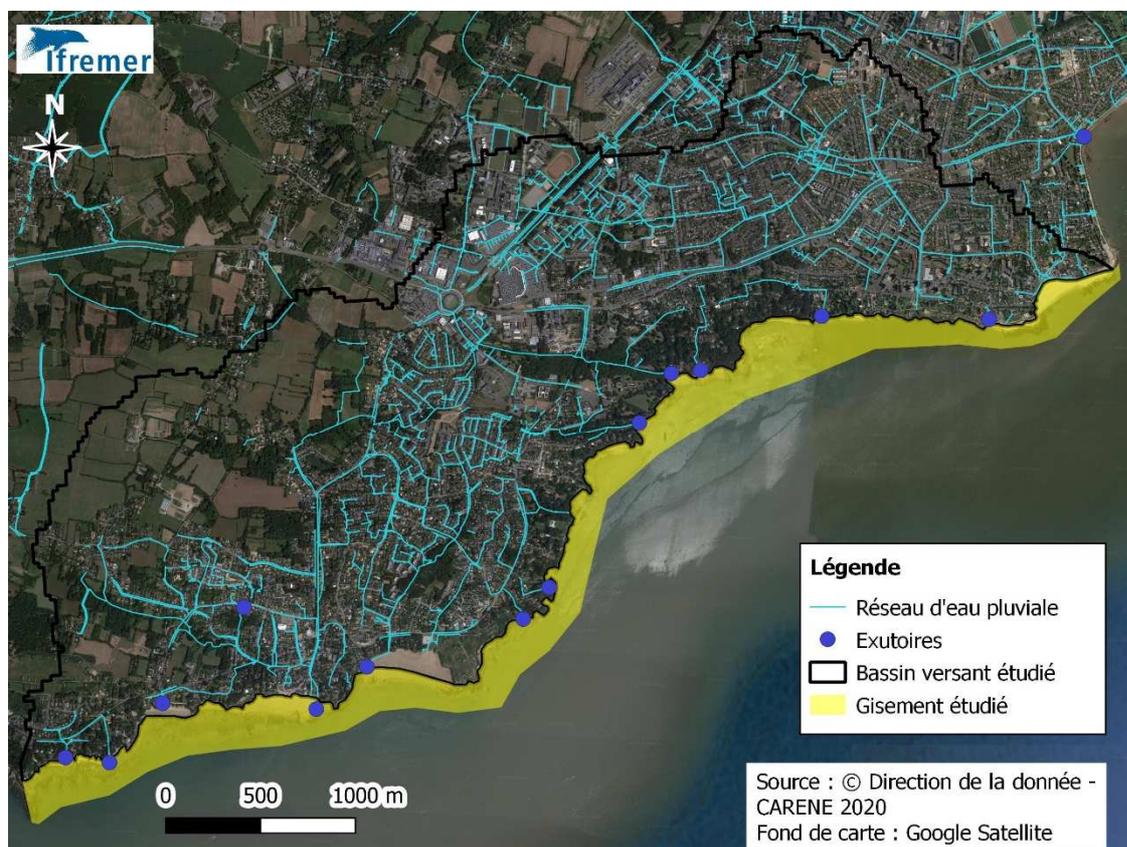


Figure 11 : réseau d'eau pluviale et exutoires au niveau du gisement côtier étudié

Certains exutoires de dimensions importantes, observés sur le terrain dans la partie est, n'apparaissent pas sur la carte (voir Figure 16, page 26).

## 2.3 Infrastructures et activités touristiques et de loisirs

### 2.3.1 Hébergement touristique

Comme la plupart des secteurs littoraux, la zone étudiée bénéficie d'une attractivité touristique forte. Les chiffres de l'INSEE montrent que la capacité d'accueil touristique est importante, principalement dans les communes de la Baule-Escoublac et Pornichet (voir Tableau 2).

La capacité d'accueil touristique a été estimée en nombre de lits et a été calculée en prenant en compte les informations suivantes fournies par l'INSEE : nombre de chambres d'hôtels (x2 pour estimer le nombre de lits), nombre d'emplacements de camping (x3 pour estimer le nombre de lits), nombre de résidences secondaires (x5 pour estimer le nombre de lits) et nombre de lits dans les villages vacances, les résidences de tourisme, les auberges de jeunesse et centres sportifs.

L'année prise comme référence est l'année 2016, année commune la plus récente permettant d'avoir l'ensemble des informations précédemment citées.

Tableau 2 : capacité d'accueil touristique en 2016 dans les 3 communes les plus proches du gisement côtier étudié

	Population en 2016	Nombre de lits touristiques en 2016	Taux de fonction touristique * en 2016
La Baule-Escoublac	15 455	71 816	465
Pornichet	10 676	39 293	368
Saint-Nazaire	69 719	15 449	22

\* nombre de lits touristiques pour 100 habitants permanents

Un seul camping se trouve dans le bassin versant étudié, près de la plage de la Courance (Source : <https://www.geoportail.gouv.fr/> IGN – mise à jour : décembre 2017). Depuis 2020, il est équipé d'une borne de vidange pour les camping-cars (<https://www.olela.fr/campings/camping-eve>).

### 2.3.2 Activités nautiques

D'après le pré-diagnostic de la vulnérabilité des sites conchylicoles [1], une zone de mouillage est recensée à hauteur du gisement côtier étudié (Trébézy) et une autre se trouve à proximité immédiate à l'est (port Désiré) (voir Figure 12).

Ces zones de mouillage comprennent notamment des bateaux habitables. Il existe donc un risque de contamination microbiologique ponctuel si leurs eaux noires ne font pas l'objet d'une gestion appropriée.



Figure 12 : zones de mouillage dans le secteur étudié (carte originale extraite du pré-diagnostic et plans d'actions des zones conchylicoles et de pêche à pied de loisir dans le cadre de la révision du SAGE Estuaire de la Loire [1])

Le projet CARPEDIEM 2016-2018, piloté par l'Agence Française pour la Biodiversité avec l'appui scientifique et technique de l'UMR AMURE (UBO-IFREMER-CNRS), a notamment permis de produire des cartes de synthèse des pressions anthropiques. Parmi les nombreuses données étudiées, l'analyse des activités de mouillage a conduit à l'obtention d'une couche unique à l'échelle nationale sur les activités de mouillages permanents et forains à partir de différentes sources.

Dans le cas des mouillages forains en Loire-Atlantique, ce sont les données AIS (Automatic Identification System) qui ont été utilisées. Les données AIS obtenues à partir de l'outil Envigis ont permis de produire une donnée maillée des mouillages forains sur l'ensemble du territoire métropolitain. Bien qu'excluant les bateaux non soumis à l'utilisation d'émetteurs AIS, cette donnée présente l'avantage d'être homogène sur l'ensemble de la zone d'étude [3].

La figure ci-dessous présente la moyenne du nombre de bateaux-jour sur une année sur la période 2014-2016 au niveau du gisement côtier étudié. La partie est apparaît comme la plus fréquentée par des bateaux utilisant un émetteur AIS sur la période considérée. Dans la partie centrale de la zone étudiée, l'influence de la zone de mouillage de Trébézy semble se faire sentir.

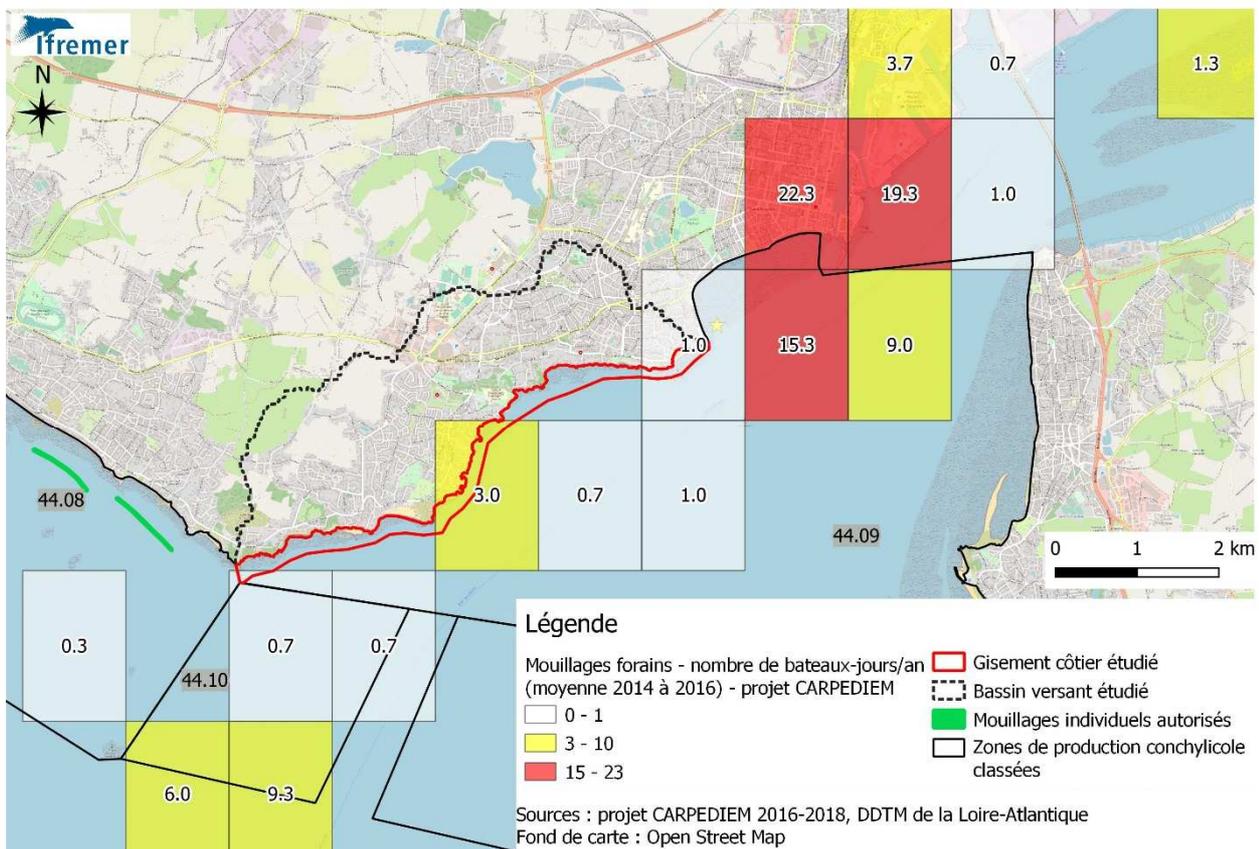


Figure 13 : données maillées représentant l'intensité de l'activité de mouillages forains – moyenne interannuelle du nombre de bateaux-jour par an sur la période 2014-2016 (projet CARPEDIEM)

Pour ce qui est des mouillages permanents identifiés par le projet CARPEDIEM à proximité du secteur étudié, ils correspondent aux deux zones de mouillages individuels autorisés représentés dans la Figure 13.

### 2.3.3 Centres équestres

Deux centres équestres sont recensés sur la commune de Saint-Nazaire mais aucun dans le bassin versant étudié (Source : <https://www.geoportail.gouv.fr/> IGN – mise à jour : juin 2017).

## 2.4 Agriculture

D'après les données du Recensement Général Agricole (RGA) de 2010, 27 exploitations agricoles avaient leur siège d'exploitation dans la commune de Saint-Nazaire. En 2010, environ 1 140 hectares de Surface Agricole Utilisée (SAU) étaient exploités à Saint-Nazaire, ce qui représente environ 23% de la superficie de la commune. L'orientation technico-économique des exploitations agricoles (OTEX) en 2010 à Saint-Nazaire était polyculture et polyélevage.

Deux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) agricoles soumises à déclaration se trouvent dans le bassin versant étudié (Source : DREAL des Pays de la Loire) (voir Figure 14). Il s'agit d'élevages de vaches laitières qui, au regard du régime auquel ils sont soumis, comprennent entre 50 et 150 vaches.

Le registre parcellaire graphique (RPG) est une base de données géographiques servant de référence à l'instruction des aides de la politique agricole commune (PAC). Elle contient les contours des parcelles et la culture principale associée à chacune.

D'après les données du RPG de 2017, les surfaces agricoles du bassin versant se trouvent dans la partie ouest du bassin versant et elles représentent environ 105 hectares (soit 12% du bassin versant étudié).

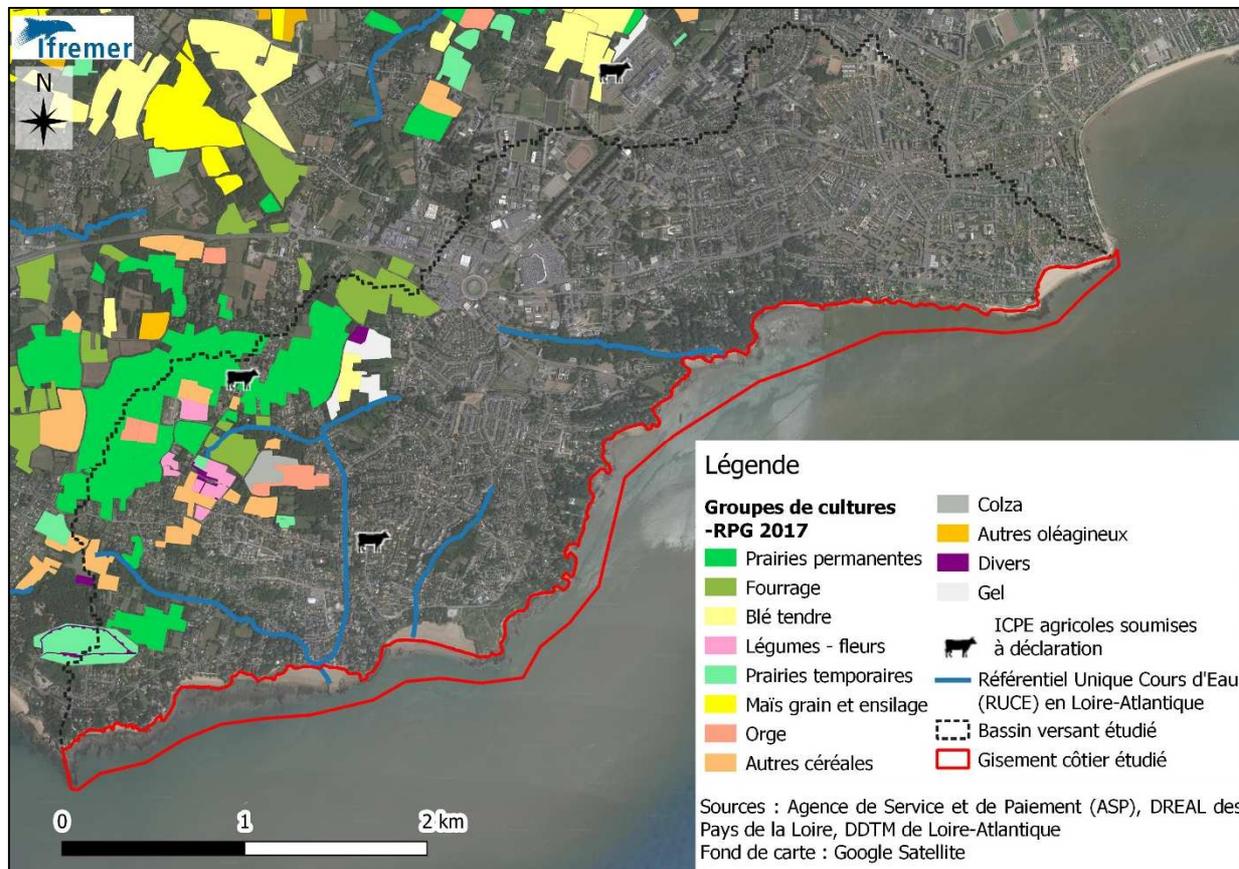


Figure 14 : registre parcellaire graphique (RPG) de 2017 et ICPE dans le bassin versant étudié

## 2.5 Zonages environnementaux et faune sauvage

Plusieurs sites Natura 2000, désignés au titre des Directives « Habitats, faune, flore » et « Oiseaux », se trouvent à proximité de la zone (voir Figure 15) :

- Trois Zones Spéciales de Conservation (ZSC) : Estuaire de la Loire, Estuaire de la Loire Nord, Estuaire de la Loire Sud-Baie de Bourgneuf ;
- Deux Zones de Protection Spéciale (ZPS) : Estuaire de la Loire, Estuaire de la Loire-Baie de Bourgneuf

Le gisement côtier étudié se trouve dans la ZPS « Estuaire de la Loire – Baie de Bourgneuf » dont l'étendue est très importante (environ 80 200 hectares). Cet ensemble regroupant des secteurs côtiers, des zones d'estran, des îlots rocheux et des secteurs de plus haute mer constitue un ensemble propice aux regroupements d'oiseaux en hiver et une zone d'alimentation pour les espèces nicheuses sur les îlots ou à terre. L'intérêt ornithologique du secteur considéré est visible à travers son rôle pour l'alimentation d'oiseaux nichant à terre et sur les îlots ou dans l'estuaire interne de la Loire, ainsi que par l'hivernage et le stationnement en grand nombre d'espèces d'intérêt communautaire. Dès lors, le secteur est fréquenté de manière importante mais variable au cours des saisons par différents oiseaux d'intérêt communautaire qui y effectuent une partie de leur cycle annuel [4].

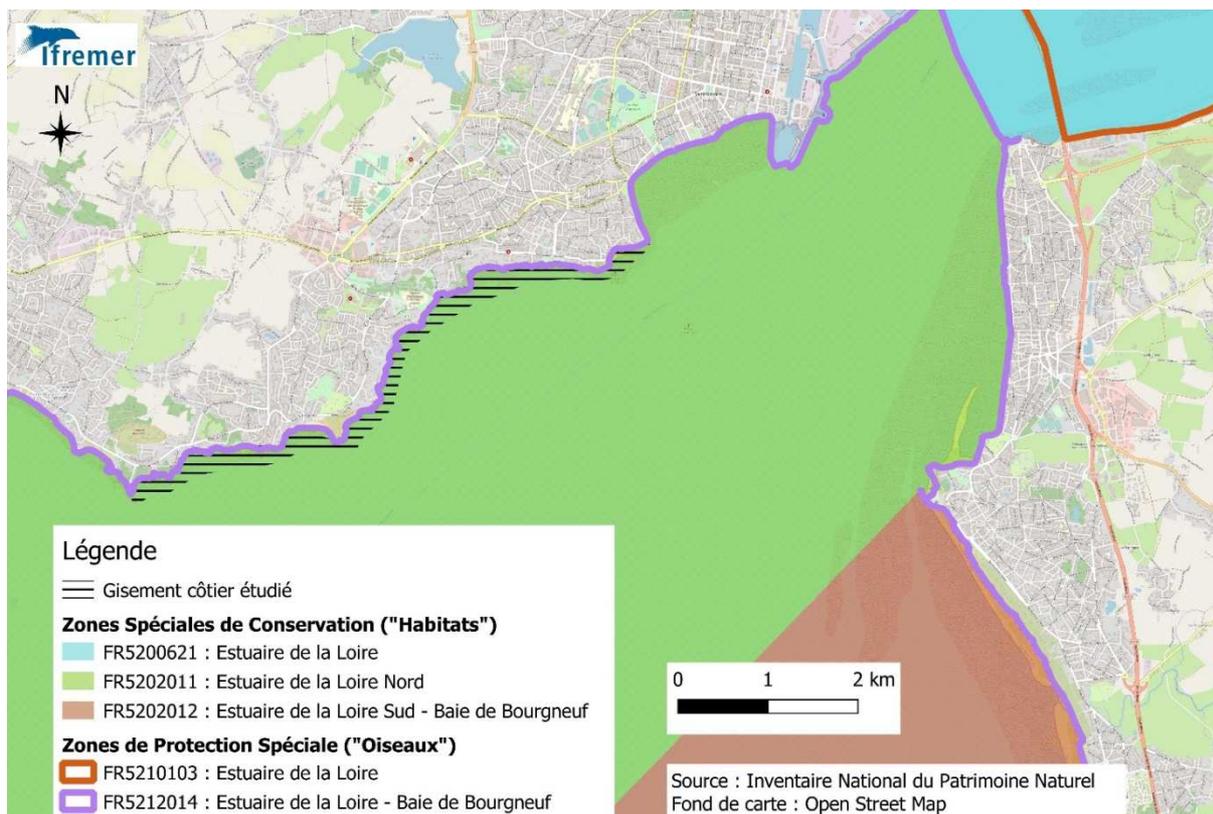


Figure 15 : sites Natura 2000 à proximité du gisement étudié (Source : Inventaire National du Patrimoine Naturel)

D'après le pré-diagnostic de la vulnérabilité des sites conchylicoles [1], des concentrations d'oiseaux ont été observées sur certaines plages d'autres zones conchylicoles mais pas sur les plages du gisement côtier étudié.

## 2.6 Inspection du littoral

Une inspection du littoral a été effectuée le 4 juin 2020, à marée basse (coefficient 87), hors vacances scolaires, par temps sec. Environ 7 km de littoral ont été parcourus d'est en ouest, par moment directement sur l'estran ou parfois en hauteur sur le sentier côtier. L'ensemble du secteur n'a pas pu être parcouru en raison notamment de travaux au niveau de la plage de la Courance.

La partie est correspond à une zone sableuse, avec une côte de faible altitude, parsemée de rochers. Par endroit, l'estran est un peu vaseux (quelques pêcheurs à pied de loisir étaient présents le jour de la sortie terrain). La partie ouest est essentiellement rocheuse, avec une paroi haute de plusieurs mètres et de petites criques.

Les deux zones de mouillages recensées dans l'étude de dossier ont effectivement été observées et comprennent chacune des bateaux habitables. D'imposants bateaux regagnant le port de Saint Nazaire circulaient en arrière-plan. Aucun regroupement important d'oiseaux n'a été observé.

De nombreux exutoires (eaux pluviales ou ruisseaux) d'importance variée ont été observés. Certains exutoires de diamètre important paraissaient douteux : l'un d'eux pour l'odeur qu'il dégageait et d'autres pour leur aspect visuel (développement d'algues vertes en aval immédiat, laissant penser que l'eau qui s'en écoule peut être chargée en nutriments et donc éventuellement en eaux usées).

Pour ce qui est de la ressource en coquillages bivalves non fousseurs, des huîtres et des moules ont été observées sur l'ensemble du littoral parcouru, avec une majorité d'huîtres. Par endroit, les coquillages sont clairsemés et par endroit très abondants. Les coquillages de taille commerciale se trouvent dans la partie est tandis qu'à l'ouest, les coquillages sont petits voire à l'état de naissain. Les informations récoltées n'ont pas valeur d'étude de stock, elles sont données à titre indicatif et ne sont pas exhaustives.

Les principales observations issues de cette sortie sont répertoriées dans la Figure 16.

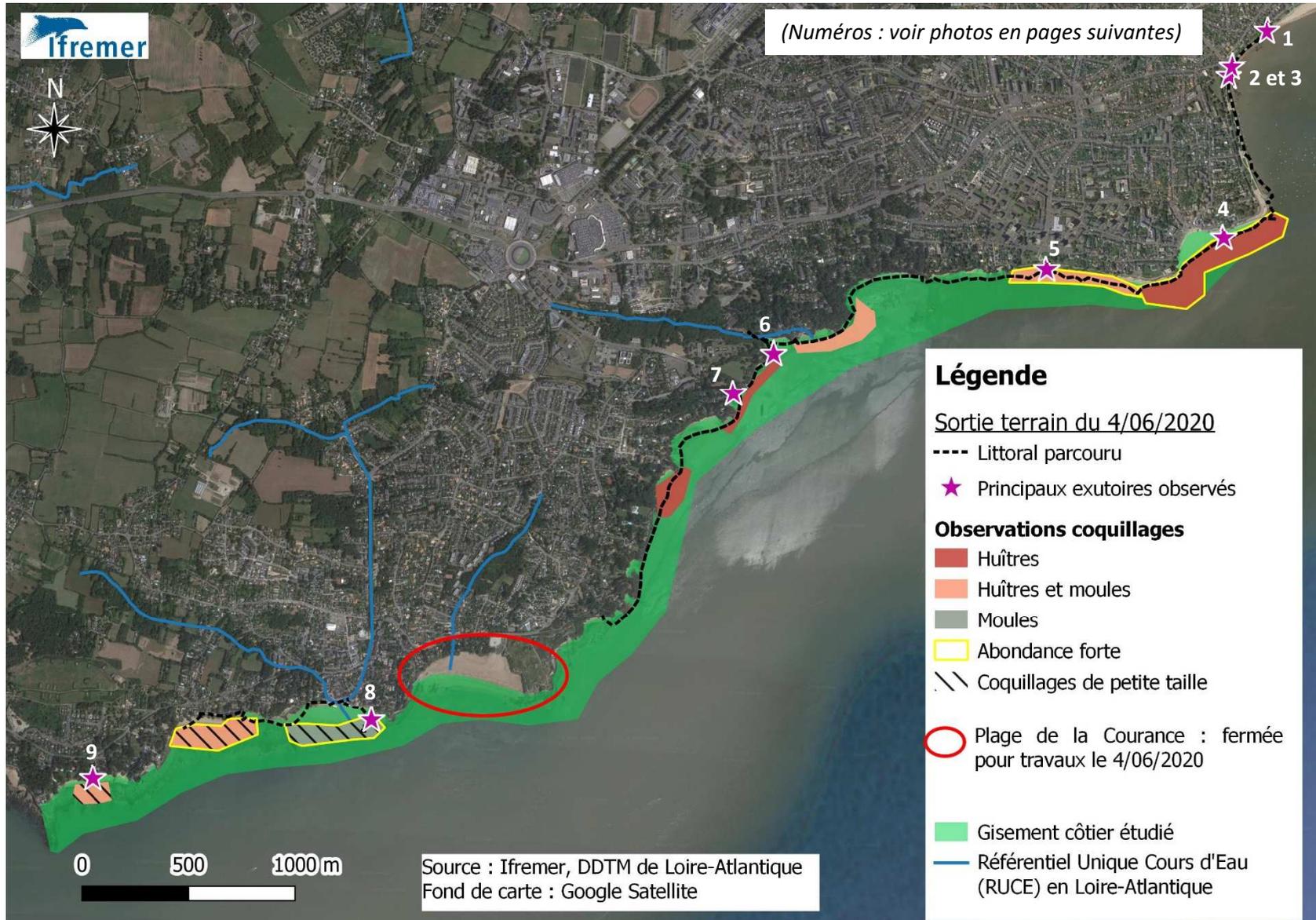


Figure 16 : principales observations effectuées sur site le 4 juin 2020

Exutoire 1



Exutoire 2



Exutoire 3



Exutoire 4



Exutoire 5



Exutoire 6



Exutoire 7



Exutoire 8



Exutoire 9



### 3 Données de surveillance existantes

#### 3.1 Surveillance de la pêche à pied récréative

Le gisement côtier étudié fait l'objet d'une pêche de loisir et la qualité des coquillages est suivie par l'Agence Régionale de Santé (ARS) des Pays de la Loire en deux points (voir Figure 17), à fréquence mensuelle.

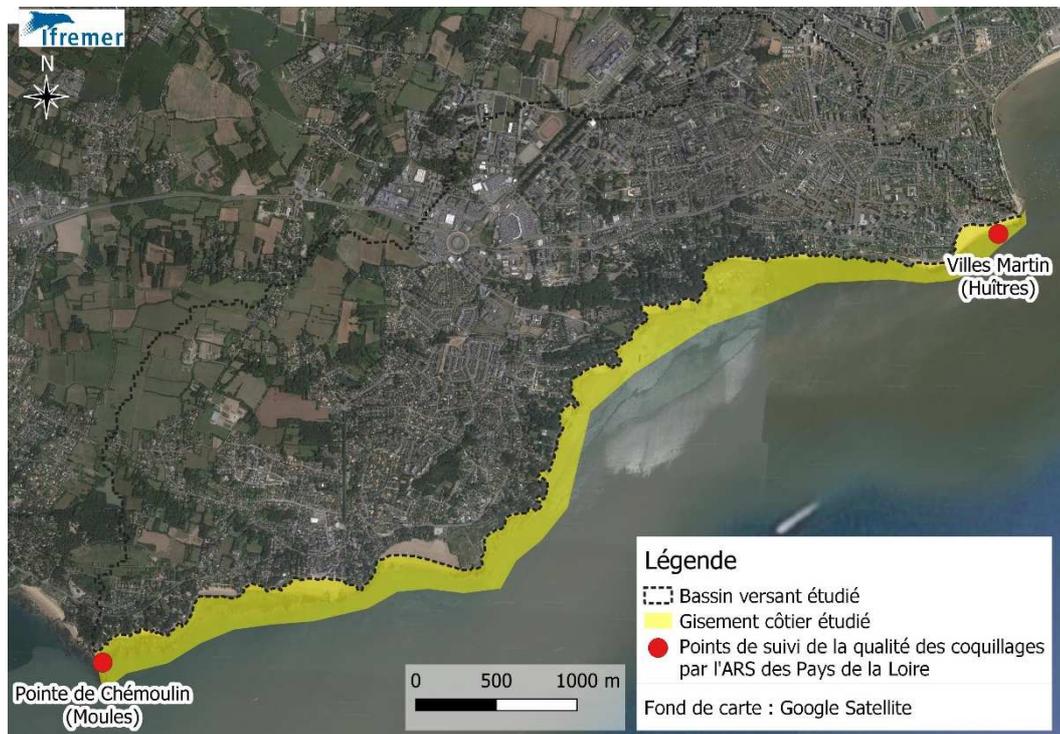


Figure 17 : points de suivi de la qualité des coquillages par l'ARS des Pays de la Loire

Le point « Villes Martin » suivi par l'ARS des Pays de la Loire est le même point que celui suivi dans le cadre du REMI de la zone 44.09 « Estuaire de la Loire » depuis l'autorisation d'exploitation professionnelle de ce gisement en novembre 2017. Depuis cette date, le suivi de ce point est donc réalisé à fréquence bimensuelle (deux fois par mois).

La répartition par classe de qualité de l'ensemble des résultats obtenus (hors alertes) dans le cadre du suivi de ces deux points depuis 2015 est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 3 : résultats des analyses en *E. coli* (concentration pour 100 g de chair et liquide intervalvaire (C.L.I.)) dans les coquillages des points de suivi « Villes Martin » et « pointe de Chémoulin » pour l'ensemble des prélèvements entre 2015 et 2019 (hors résultats obtenus en alertes)

		Total	≤ 230	]230-700]	]700-4 600]	]4 600-46 000]	> 46 000	Maximum
Villes Martin (huîtres)	N	74	50	11	11	2	0	7 900
	%		68%	15%	15%	3%	0%	
Pointe de Chémoulin (moules)	N	57	33	16	7	1	0	5 400
	%		58%	28%	12%	2%	0%	

D'après ces résultats, les deux points seraient évalués en qualité B selon les critères fixés par le règlement d'exécution (UE) 2019/627. Le point Villes Martin apparaît comme le plus contaminé avec un maximum observé plus élevé et une proportion de résultats supérieurs à 700 *E. coli* plus importante. Cependant, les données sont plus nombreuses pour ce point que pour celui de la pointe de Chémoulin du fait du suivi bimensuel qui est en place depuis fin 2017.

Pour limiter ce biais dans la comparaison des deux points, le même exercice a été refait mais en ne conservant que les prélèvements pour lesquels les deux points ont été prélevés le même jour. Le tableau ci-dessous montre que les résultats ne sont pas significativement différents et que le point Villes Marin apparaît toujours comme le plus contaminé des deux.

Tableau 4 : résultats des analyses en *E. coli* (concentration pour 100 g de C.L.I.) dans les coquillages des points de suivi « Villes Martin » et « pointe de Chémoulin » pour les prélèvements synchrones réalisés entre 2015 et 2019 (hors résultats obtenus en alerte)

		Total	≤ 230	]230-700]	]700-4 600]	]4 600-46 000]	> 46 000	Maximum
Villes Martin (huîtres)	N	53	39	7	5	2	0	7 900
	%		74%	13%	9%	4%	0%	
Pointe de Chémoulin (moules)	N	53	33	14	6	0	0	3 300
	%		62%	26%	11%	0%	0%	

### 3.2 Surveillance de la qualité de l'eau des eaux de baignade

La qualité des eaux de baignade est contrôlée sur les plages se trouvant au niveau du gisement côtier chaque saison estivale, de juin à septembre. Elle est déterminée en fonction de la concentration en entérocoques intestinaux et en *Escherichia coli* dans l'eau. Cinq points de suivis existent le long du gisement côtier étudié (voir Figure 18).



Figure 18 : sites de baignades bordant le gisement côtier étudié – évaluation de la qualité des eaux de baignade en 2019 (Source : <http://baignades.sante.gouv.fr/baignades/homeMap.do#a>)

Sur les 4 plages qui étaient suivies en 2019, trois avaient une qualité des eaux de baignade évaluée excellente (Saint Marc-Monsieur Hulot, Saint-La Courance et Villes Martin), d’après les critères de la Directive 2006/7/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 février 2006 concernant la gestion de la qualité des eaux de baignade, et l’autre (Porcé) était de bonne qualité.

Les résultats obtenus pour chaque plage pour le paramètre *E. coli* sont présentés dans la figure suivante. Les eaux de baignade des deux plages les plus à l’ouest semblent être les moins contaminées par *E. coli*.

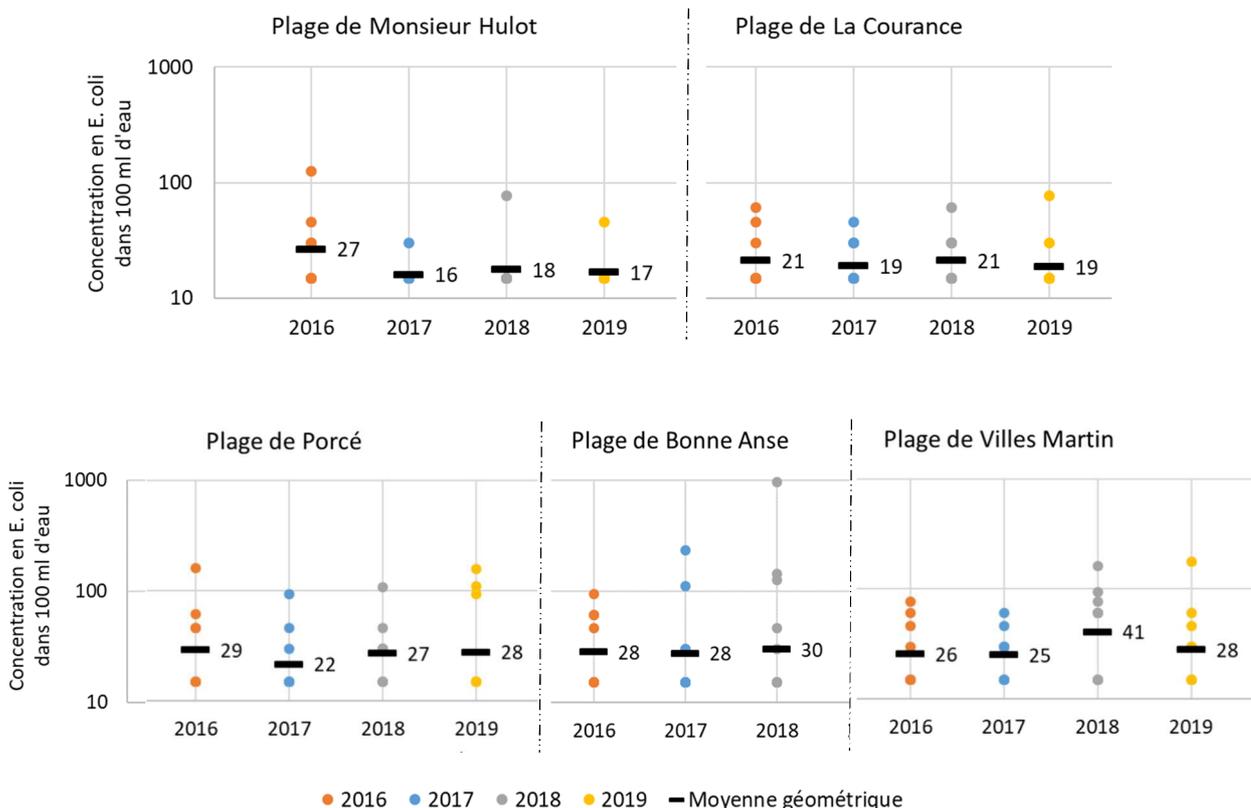


Figure 19 : concentration en *E. coli* dans les eaux de baignade des 5 points suivis au niveau du gisement côtier étudié (Source des données : <http://baignades.sante.gouv.fr>)

## 4 Synthèse des principales informations sur les sources potentielles de contamination microbiologique

Au regard de l'étude de dossier et des observations de terrain, les sources potentielles de contamination microbiologique du gisement côtier étudié sont disséminées le long de la zone mais le risque de contamination le plus important se situe dans la partie est, avec à la fois des sources locales de contamination et le flux en provenance de l'estuaire de la Loire.

Le risque de contamination microbiologique de la zone lié à l'assainissement collectif est le risque le plus important pour ce secteur, en lien avec la présence de plusieurs points de surverse potentielle d'eaux usées non traitées. D'après les données analysées dans le cadre du pré-diagnostic de la vulnérabilité des sites conchylicoles, 5 ouvrages présentent des surverses récurrentes parmi lesquels 3 se trouvent dans la partie est de la zone. Ils se déversent soit directement sur le littoral, soit dans le réseau d'eaux pluviales qui rejoint le littoral. La densité de population la plus importante se trouve également dans la partie est de la zone.

Concernant les autres sources potentielles de contamination microbiologique, aucune installation d'assainissement non collectif n'est recensée dans le bassin versant. Comme il est majoritairement urbanisé, l'agriculture y est très peu développée (les surfaces agricoles sont présentes uniquement dans la partie amont de la moitié ouest du bassin versant). Un risque de contamination accidentelle liée aux bateaux existe, principalement à proximité des deux zones de mouillage à l'est et au centre du secteur étudié.

Le gisement côtier se trouve également dans le chenal d'écoulement préférentiel de la Loire au jusant et de ce fait, est exposé aux contaminations éventuelles véhiculées par le fleuve.

Au regard de ces éléments, la contamination microbiologique potentielle du gisement étudié semble majoritairement d'origine humaine et l'extrémité nord-est semble soumise au risque de contamination le plus important.

En page suivante, la Figure 20 localise les principales sources potentielles de contamination microbiologique de la zone d'étude.

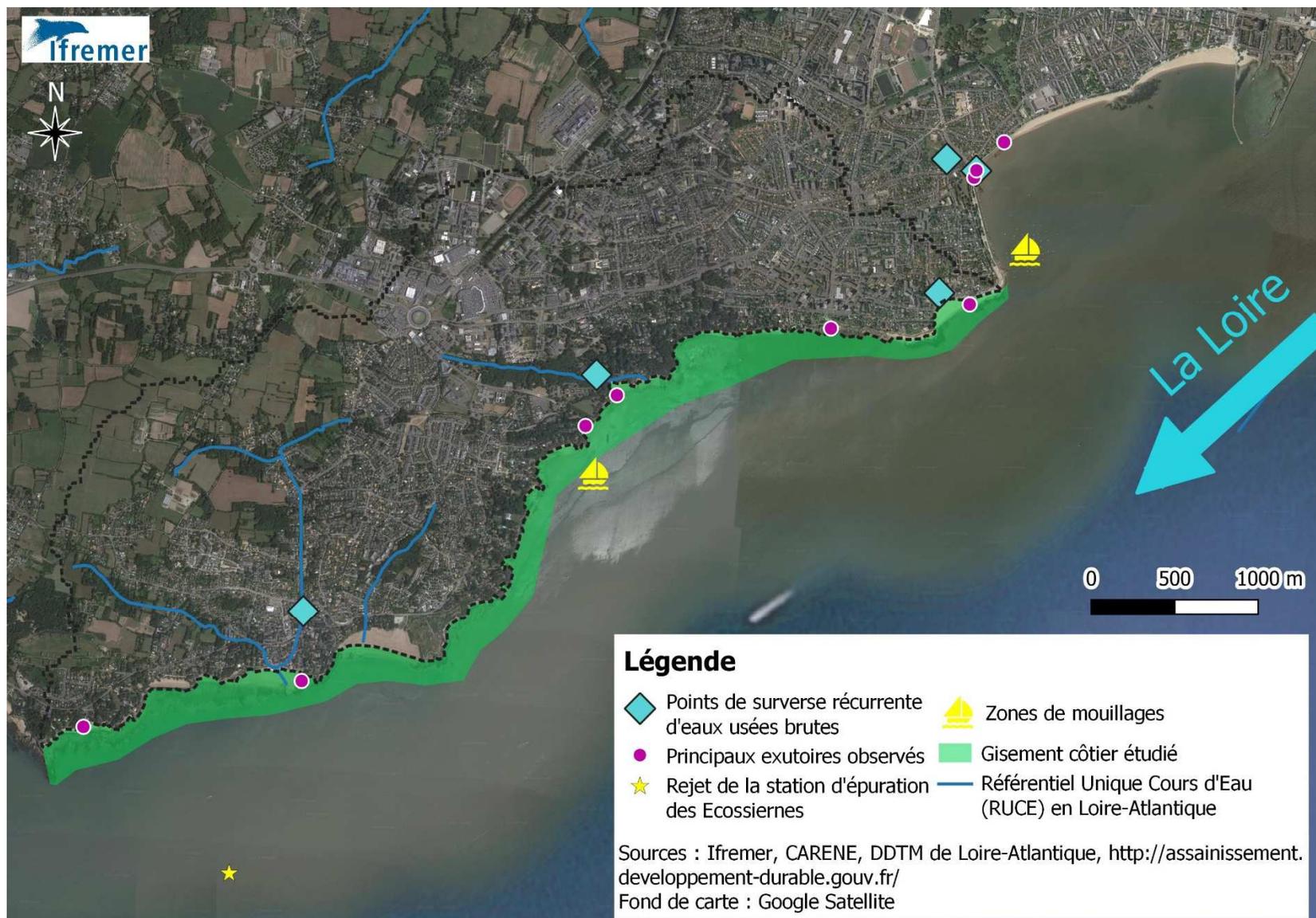


Figure 20 : principales sources potentielles de contamination microbiologique du gisement côtier étudié

## 5 Matériels et méthodes pour l'évaluation de la qualité sanitaire de la zone de production

### 5.1 Evaluation de la contamination microbiologique

#### 5.1.1 Indicateur de contamination microbiologique

En raison de la faible quantité de microorganismes 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 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 l'environnement marin et ne peut pas s'y multiplier. Sa présence dans le milieu marin et dans les coquillages indique une contamination microbiologique fécale récente.

L'évaluation de la contamination microbiologique d'une zone de production est basée sur la recherche de la bactérie *Escherichia coli*, exprimée par le nombre de germes viables cultivables dans 100 g de chair et de liquide intervalvaire (CLI). La méthode d'analyse mise en œuvre dans le cadre de la présente étude est la méthode d'analyse normalisée NF EN ISO 16649-3 (Méthode horizontale pour le dénombrement des *Escherichia coli* bêta-glucuronidase positive). Ces analyses ont été réalisées par le Laboratoire Inovalys Nantes, qui est accrédité par le Comité Français d'Accréditation (COFRAC) pour cette méthode d'analyse. Il est également agréé par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation pour le dénombrement des *Escherichia coli* dans les coquillages marins vivants.

#### 5.1.2 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 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<sup>i</sup>.

Le règlement d'exécution (UE) 2019/627 définit trois catégories de qualité (voir Tableau 5).

Tableau 5 : Qualité microbiologique des zones de production de coquillages en fonction des seuils de contamination fixés par le règlement d'exécution (UE) 2019/627.

Classement	Nombre d' <i>Escherichia coli</i> / 100 g de CLI			
	230	700	4 600	46 000
<b>A</b>	≥ 80 %	≤ 20 %	0 %	
<b>B</b>	≥ 90 %		≤ 10 %	0 %
<b>C</b>	100 %			0 %

## 5.2 Evaluation de la contamination chimique

### 5.2.1 Indicateurs de contamination chimique

Le niveau de contamination chimique d'une zone de production est déterminé pour un groupe de coquillages à partir des concentrations en certains métaux, dioxines, PCB et hydrocarbures.

La liste des contaminants chimiques concernés est fixée par le règlement (CE) n°1881/2006, modifié par les règlements (CE) n°835/2011 et (CE) n°1259/2011 (voir Tableau 6).

Tableau 6 : liste des contaminants chimiques pour le classement des zones conchycolles (Règlement (CE) n°1881/2006<sup>ii</sup>, modifié par les règlements (CE) n°835/2011<sup>iii</sup> et (CE) n°1259/2011<sup>iv</sup>)

<b>Métaux</b>	Mercure, cadmium, plomb			
<b>Dioxines</b>	<b>Dibenzo-p-dioxines (PCDD)</b>	<b>TEF</b>	<b>Dibenzofuranes (PCDF)</b>	<b>TEF</b>
	2,3,7,8-TCDD	1	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	0,1	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	0,01	1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1
	OCDD	0,0003	2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1
			1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01
		1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01	
		OCDF	0,0003	
<b>PCB DL (de type dioxine)</b>	<b>Non-ortho</b>	<b>TEF</b>	<b>Mono-ortho</b>	<b>TEF</b>
	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
<b>PCB non DL indicateurs *</b>	PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180 ( <i>pas de TEF</i> )			
<b>HAP</b>	Benzo(a)pyrène, benzo(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène, chrysène.			

\* Au sens du règlement (CE) n° 1259/2011

(\*) : TEF = TEF-OMS = facteur d'équivalent toxique. Coefficient fixé par l'OMS, proportionnel à la toxicité de la molécule, et qui est appliqué aux concentrations mesurées de chaque substance concernée avant d'être comparées aux seuils réglementaires.

La préparation des échantillons de matière vivante (épuration, décoquillage, égouttage, conditionnement en pilulier et congélation) a été effectuée par le LER Morbihan-Pays de la Loire 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 Biogéochimie des Contaminants Métalliques de l'Ifremer. Les analyses sont réalisées en spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (ou ICPMS) après minéralisation par voie humide assistée par micro-ondes suivant la méthode ANSES/LSAliments/LSA-INS-0084.

Pour les autres contaminants chimiques, les analyses ont été effectuées par le laboratoire Laberca. Pour les HAP, les analyses sont réalisées par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse ou GC-MS/MS (LABERCA/HAP-TMA.1.06). Pour les PCB et les 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.1.04).

## 5.2.2 Critères d'évaluation des niveaux de contamination chimique

Les zones classées pour la production conchylicole doivent respecter les critères chimiques présentés dans le Tableau 7.

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).

Tableau 7 : seuils réglementaires des contaminants chimiques pour le classement des zones conchylicoles (Règlement (CE) n°1881/2006<sup>ii</sup>, modifié par les règlements (CE) n°835/2011<sup>iii</sup> et (CE) n°1259/2011<sup>iv</sup>)

Réglementation	Seuils		
<b>Groupes 2 et 3</b> Règlement (CE) n°1881/2006	<b>Plomb</b> 1,5 mg/kg, poids frais	<b>Cadmium</b> 1,0 mg/kg, poids frais	<b>Mercuré</b> 0,5 mg/kg, poids frais
<b>Produits de la pêche</b> Règlement (CE) n°1259/2011	<b>Somme dioxines (PCDD + PCDF)</b> Equivalents toxiques (*) 3,5 pg/g, poids frais	<b>Somme dioxines et PCB DL (PCDD + PCDF + PCB DL)</b> Equivalents toxiques (*) 6,5 pg/g, poids frais	<b>Somme PCB indicateurs (28, 52, 101, 138, 153, 180)</b> 75 ng/g, poids frais
<b>Mollusques bivalves</b> Règlement (CE) n°835/2011	<b>Benzo(a)pyrène</b> 5,0 µg/kg, poids frais	<b>Somme de benzo(a)pyrène, benzo(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène et chrysène</b> 30,0 µg/kg, poids frais	

(\*) : voir Tableau 6

## 5.3 Stratégie d'échantillonnage

### 5.3.1 Choix des points et fréquence de prélèvement

Le nombre de points de prélèvement et leur localisation sont choisis en fonction de la localisation des gisements de coquillages, des caractéristiques physiques et hydrologiques de la zone, des exutoires des principaux rejets de polluants microbiologiques et des connaissances sur la contamination chimique du milieu.

Pour les analyses microbiologiques, dans le cadre d'une étude sanitaire, la fréquence de prélèvement est bimensuelle, sous réserve de conditions d'accès favorables, pour une durée d'un an. Cette période permet de tenir compte des phénomènes de variabilité saisonnière des contaminations microbiologiques.

Dans le cas particulier de la présente étude, des analyses à fréquence bimensuelle étaient déjà disponibles sur une période de plus de 2 ans au niveau du point *a priori* le plus sensible aux contaminations microbiologiques du gisement côtier, c'est pourquoi un accord entre la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL) et la DDTM de Loire-Atlantique a conduit à ne pas faire d'analyses supplémentaires pour cette étude. Dès lors, l'enjeu principal de cette étude était d'évaluer l'étendue du gisement dont la qualité pouvait être représentée par le point de suivi déjà existant.

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 est réalisé au mois de février qui présente généralement les concentrations maximales annuelles en contaminants chimiques (en fonction du cycle physiologique et reproductif des coquillages au cours de l'année).

### 5.3.2 Cartographie de la zone de production : gisement et point de prélèvement

Dans le cadre de l'exploitation du gisement côtier d'huîtres soumis à autorisation préalable, le secteur de pêche concerné va de la pointe de Chémoulin à Villes Martin. La sortie terrain du 4 juin 2020 a permis de constater que des coquillages (principalement des huîtres mais aussi par endroit des moules) étaient effectivement présents sur les rochers de façon discontinue sur l'ensemble de ce littoral. Cependant, à l'heure actuelle, seule la partie est du secteur comprend une ressource assez abondante et de taille commerciale (voir Figure 16). En outre, l'accès aux coquillages dans la partie ouest est plus compliqué car ils sont situés au pied d'une falaise.

Quelques photos prises le 4 juin 2020 et illustrant la présence des coquillages à différents endroits de la zone sont présentées en page suivante. Les informations récoltées n'ont pas valeur d'étude de stock, elles sont données à titre indicatif et ne sont pas exhaustives



Le croisement des informations sur la localisation du gisement et des principales sources potentielles de contamination microbiologique permet de définir l'emplacement du ou des points à échantillonner pour l'étude de zone. Cette analyse a permis de confirmer que le point de prélèvement actuel était *a priori* situé à l'endroit le plus sensible aux contaminations microbiologiques dans la partie est du gisement côtier.

Pour les analyses chimiques, un point existe déjà dans cette zone dans le réseau de suivi ROCCH (Réseau d'Observation de la Contamination CHimique) : le point 069-P-025 – Pointe de Chémoulin (moules). Comme la principale espèce exploitée dans le gisement côtier est l'huître creuse, les résultats d'un autre point du réseau de suivi ROCCH proche de la zone ont également été pris en compte : il s'agit du point 070-P-006 Joalland (b) (huîtres creuses) (voir Figure 21).

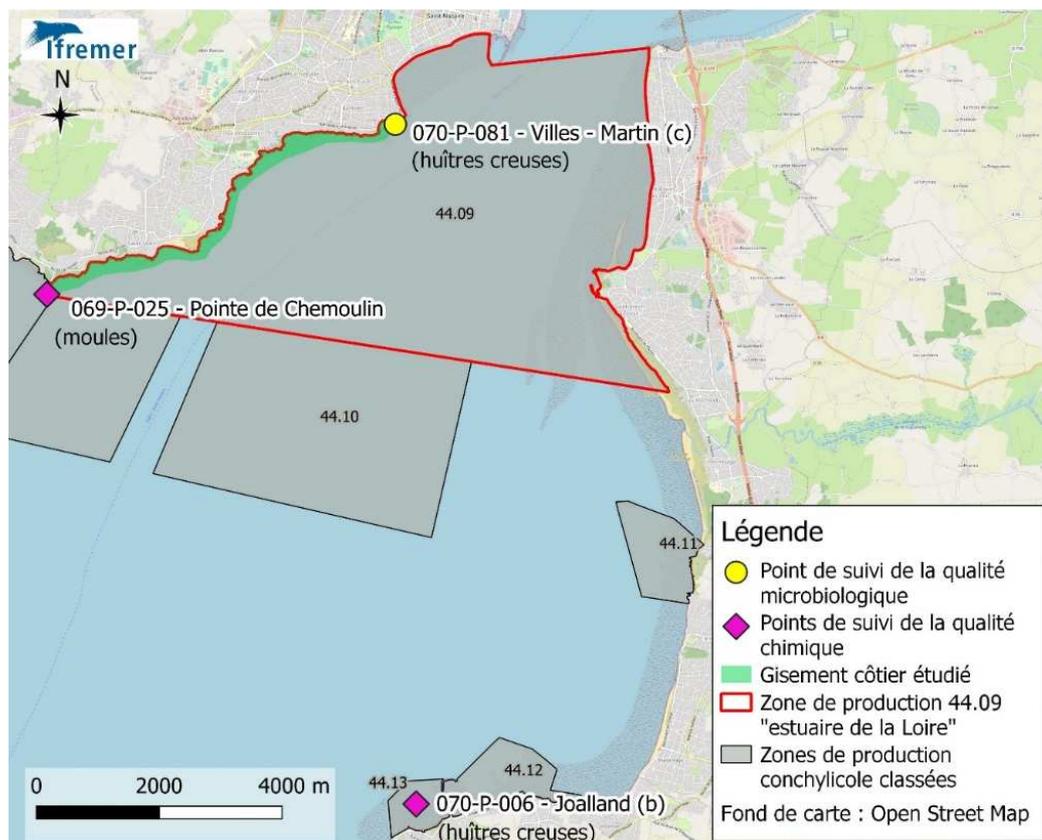


Figure 21 : emplacement des points échantillonnés pour les analyses microbiologiques et chimiques

### 5.3.3 Calendrier et organisation des prélèvements

L'échantillonnage du point de prélèvement en vue des analyses bactériologiques a été réalisé par le LER Morbihan-Pays de la Loire de l'Ifremer pendant quelques mois et par le laboratoire Inovalys le reste du temps. Les prélèvements ont été effectués en pêche à pied.

Les conditions de transport et d'acceptation des échantillons étaient conformes à la norme NF EN ISO 6887-3 (Préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique).

La durée d'échantillonnage prise en compte pour évaluer la qualité est de trois ans. La fréquence d'échantillonnage a été mensuelle de janvier à octobre 2017, puis bimensuelle de novembre 2017 à décembre 2019.

Pour le point 069-P-025 Pointe de Chémoulin, le prélèvement en vue des analyses chimiques a été fait le 19 février 2019, sauf pour les PCB de type dioxine dont les résultats correspondent à un prélèvement du 14 février 2017. Pour le point 070-P-006 Joalland (b), le prélèvement en vue des analyses chimiques a été fait le 31 janvier 2018, sauf pour les métaux dont les résultats correspondent à un prélèvement du 5 février 2019.

## 6 Résultats et discussion

### 6.1 Résultats des suivis bactériologiques et chimiques

Les résultats des analyses chimiques aux points 069-P-025 Pointe de Chémoulin et 070-P-006 Joalland (b), estimés représentatifs de la contamination chimique des moules et des huîtres creuses du gisement étudié, sont les suivants :

Tableau 8 : résultats des analyses chimiques les plus récentes pour les points de suivi 069-P-025 Pointe de Chémoulin et 070-P-006 Joalland (b) (concentrations en poids frais diminuées de l'incertitude élargie)

	Cadmium (mg/kg)	Plomb (mg/kg)	Mercuré (mg/kg)	TEQ (pg/g) PCDD+PCDF	TEQ (pg/g) PCDD+PCDF+PCB dl	Somme des PCB 28,52, 101,138,153,180 (ng/g)	Benzoapyrène (µg/kg)	Somme BaP, BaA, BbF, Chr (µg/kg)
Pointe de Chémoulin (Moule) Année de la mesure	0.26 (2019)	0.22 (2019)	0.024 (2019)	0.32 (2019)	0.41 (2017)	6.33 (2019)	0.36 (2019)	3.1 (2019)
Joalland (b) (Huître creuse) Année de la mesure	0.27 (2019)	0.23 (2019)	<0.023 (2019)	0.67 (2018)	1.34 (2018)	8.68 (2018)	0.39 (2018)	4.24 (2018)
Seuils réglementaires	1	1.5	0.5	3.5	6.5	75	5	30

Ces résultats sont tous inférieurs aux seuils réglementaires rappelés dans le Tableau 7. Ils sont compatibles avec un classement A, B ou C de la zone étudiée.

La Figure 22 en page suivante présente les résultats des analyses en *E. coli* dans les coquillages pour le point 070-P-081 Villes-Martin (c), entre 2017 et 2019. Les résultats proviennent du suivi la pêche à pied récréative (ARS des Pays de la Loire) et du suivi REMI.

Les données obtenues dans le cadre de la surveillance régulière REMI et pêche à pied récréative sont prises en compte dans le cadre de l'estimation de la qualité (symboles ronds). Les données liées à des prélèvements supplémentaires (dispositif d'alerte) sont indiquées par un symbole étoilé.

Les résultats obtenus consécutivement à de fortes précipitations apparaissent encadrés en noir. Le terme « fortes précipitations » est utilisé lorsque les précipitations cumulées sur les deux jours précédant le prélèvement sont supérieures au quantile 90<sup>e</sup>, estimé sur l'ensemble des données de pluviométrie d'une période de 5 ans.

Les résultats obtenus consécutivement à une précipitation exceptionnelle apparaissent encadrés en rouge. Le terme « précipitation exceptionnelle » correspond à l'événement pluviométrique majeur (cumul des pluies de deux jours consécutifs) enregistré au cours des 5 dernières années.

Le tableau des résultats permet de visualiser la répartition des résultats de concentrations en *E. coli* (nombre et pourcentage) obtenus en surveillance régulière, par rapport aux seuils microbiologiques réglementaires (230, 700, 4 600 et 46 000 *E. coli*/100 g CLI). La valeur maximale de contamination sur la période est indiquée.

L'estimation de la qualité microbiologique de la zone est déterminée « A », « B », « C » ou « très mauvaise » suivant les seuils définis par le Règlement d'exécution (UE) n°2019/627.

<sup>v</sup> Dans une série de données, le quantile 90 est la valeur en dessous de laquelle se situent 90% des données.

Zone 44.09 - Groupe 3  
Estuaire de la Loire

1- Surveillance microbiologique : Résultats REMI

Nature du suivi

● Surveillance régulière \* Prélèvements supplémentaires ○ Prélèvements après fortes pluies (17 mm) sur 2017-2019

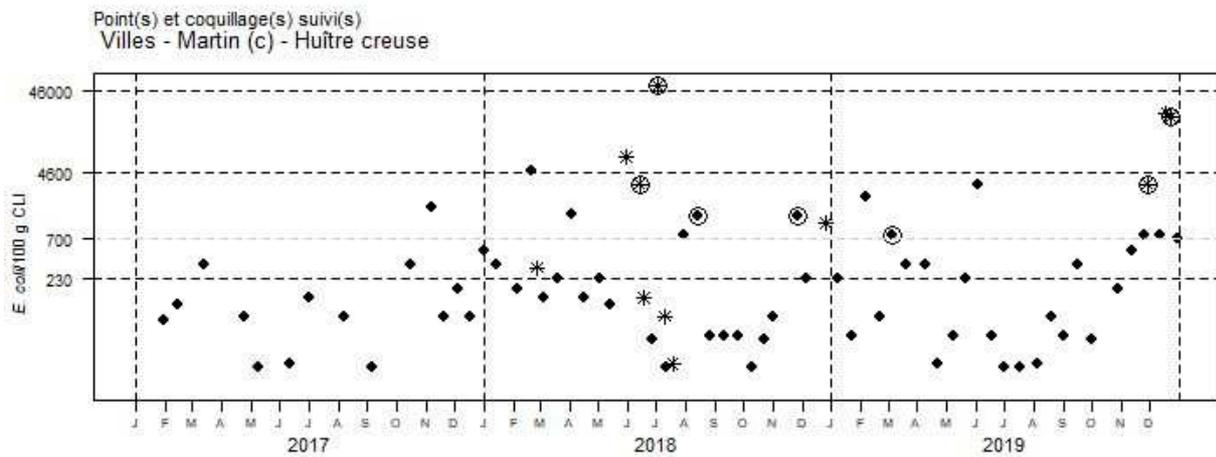


Tableau des résultats : effectif et pourcentage par classe sur 3 ans (2017-2019)

	N	<=230	]230-700]	]700-4600]	]4600-48000]	>48000	Max	Qualité estimée
n	80	40	9	10	1	0	4900	<b>B</b>
%		67	15	17	2	0		

Les prélèvements supplémentaires sont figurés sur le graphe mais ne sont pas pris en compte dans le tableau des résultats.

L'évènement pluviométrique majeur des 5 dernières années a lieu sur les 2 jours précédents le 30/05/2016.

Figure 22 : résultats des analyses en *E. coli* dans les huîtres prélevées au point Villes-Martin (c) entre 2017 et 2019 (DDTM de Loire-Atlantique, ARS des Pays de la Loire, Ifremer)

Au regard des résultats ci-dessus, le point de suivi Villes-Martin (c) est donc évalué en qualité B d'après les critères définis par le Règlement d'exécution (UE) n°2019/627. Les résultats obtenus entre janvier et mai 2020 sont tous inférieurs à 4600 *E. coli* / 100 g de CLI et sont donc également compatibles avec une estimation de la qualité en B.

## 6.2 Influence de la pluviométrie sur la qualité bactériologique des coquillages

Les résultats présentés dans la Figure 22 semblent montrer une influence de la pluviométrie relevée à la station météorologique de Saint-Nazaire-Montoir sur la qualité bactériologique des coquillages au point Villes Martin (c).

Une étude conduite par l'Ifremer en 2019 a permis d'analyser la sensibilité des points de suivi REMI à la pluviométrie et de proposer, pour les lieux sensibles, un outil d'aide à la décision pour le déclenchement d'alertes préventives (niveau 0) liées à la pluviométrie [5].

Cette étude avait pour objectif de développer un modèle statistique exprimant la relation entre pluviométrie et contamination microbiologique sur les lieux REMI disposant d'un historique suffisant. Chaque lieu REMI a été associé à une station météorologique jugée représentative du bassin versant et l'effet de plusieurs durées de pluie ont été testées avec le modèle retenu (cumul

de pluie la veille du prélèvement, cumul de pluie dans les 48h précédant le prélèvement, ...). La durée de pluie offrant le coefficient de corrélation médian le plus élevé a été retenue. La modélisation permettait notamment d'obtenir une sortie graphique représentant la probabilité de dépassement du seuil de 700 ou 4600 *E. coli* / 100 g de C.L.I. en fonction de la pluviométrie pour la durée retenue.

Parmi les 397 lieux REMI analysés lors de cette étude, le point Villes Martin (c) fait partie des 10% de lieux pour lesquels la corrélation entre concentration en *E. coli* et pluie est la plus importante (coefficient de corrélation médian = 0,69 pour le cumul de pluie dans les 48h précédant le prélèvement).

Les résultats de la modélisation pour le point Villes Martin (c) sont présentés dans la figure suivante.

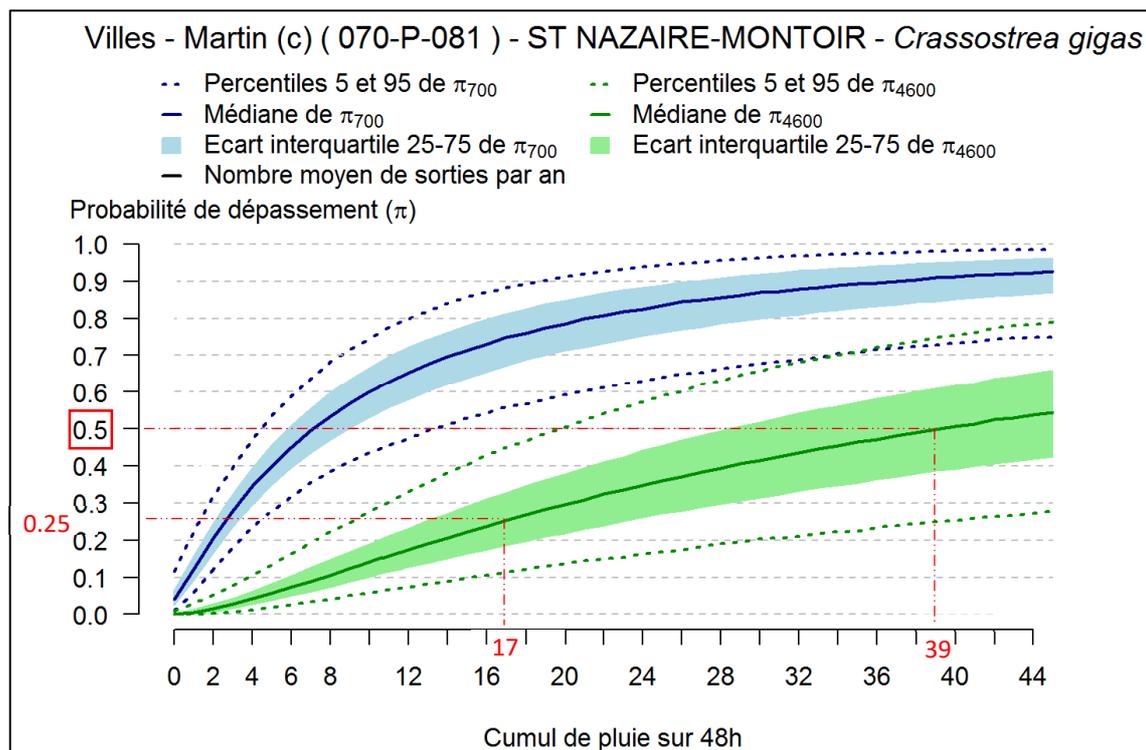


Figure 23 : modélisation de la probabilité de dépassement de 700 et 4600 *E. coli* / 100 g de C.L.I. dans les huîtres au point 070-P-081 Villes Martin (c) en fonction du cumul de pluie à la station météorologique de « Saint-Nazaire – Montoir » [5]

D'après cette modélisation, on constate que pour un cumul de pluie de 17 mm dans les 48h précédant le prélèvement (cumul correspondant à la « forte pluie » de la Figure 22), la probabilité médiane de dépasser le seuil de 4600 *E. coli* serait d'environ 25%. Pour un cumul de pluie de 39 mm dans les 48h précédant le prélèvement, la probabilité médiane de dépasser le seuil de 4600 *E. coli* serait d'environ 50%.

En complément des résultats de cette étude, et pour étudier les données plus récentes disponibles les concentrations en *E. coli* dans les huîtres du point 070-P-081 Villes Martin (c) obtenues de mai 2015 à avril 2020 (y compris les résultats obtenus en alerte) ont été analysées au regard du cumul de pluie dans les 48h précédant le prélèvement (station météorologique de « Saint-Nazaire-Montoir » - n° 44103001).

Le Tableau 9 présente la répartition des résultats en *E. coli* dans les différentes classes de qualité du règlement d'exécution (UE) 2019/627<sup>i</sup> en fonction de la pluviométrie à Saint-Nazaire. Au regard du nombre important de résultats sans pluie dans les 48h précédant le prélèvement, il n'était pas possible de définir des classes de pluie permettant d'avoir un nombre de résultats équivalents entre les différentes classes. En dehors de la catégorie sans pluie, les autres seuils ont été définis de façon à avoir un nombre de résultats équivalent entre les différentes classes. Ces seuils n'ont pas d'autre signification que de permettre de comparer des lots de données de taille équivalente.

Tableau 9 : concentration en *E. coli* dans les huîtres du point 070-P-081 Villes Martin (c) en fonction du cumul de pluie à la station météorologique de Saint-Nazaire-Montoir (n°44103001) dans les 48h précédant le prélèvement, de mai 2015 à avril 2020

Cumul pluie 48h (mm)	Nombre de données	Concentration en <i>E. coli</i> /100 g de CLI					Max	Moyenne géométrique
		≤230	]230;700]	]700;4600]	]4600;46000]	> 46000		
[0;1]	48	41	5	2	0	0	3300	80
		85%	10%	4%	0%	0%		
]1;8]	26	14	7	4	1	0	7000	235
		54%	27%	15%	4%	0%		
]8;44]	26	7	2	12	4	1	54000	1081
		27%	8%	46%	15%	4%		

Source des données : \* pluie : Météo-France

\* concentration en *E. coli* : suivis REMI et pêche à pied récréative

Ce tableau confirme que les concentrations en *E. coli* dans les coquillages ont tendance à augmenter avec le cumul de pluie à Saint-Nazaire dans les 48h précédant le prélèvement.

### 6.3 Influence du débit de la Loire sur la qualité microbiologique des coquillages

Le gisement côtier étudié se trouve à l'embouchure de la Loire et de ce fait, les arrivées d'eau en provenance de ce grand fleuve peuvent influencer la qualité du gisement.

Les concentrations en *E. coli* dans les huîtres du point 070-P-081 Villes Martin (c) obtenues de mai 2015 à avril 2020 (y compris les résultats obtenus en alerte) ont été analysées au regard du débit de la Loire à Montjean-sur-Loire (station de mesure du débit la plus en aval sur la Loire).

Le Tableau 10 en page suivante présente la répartition des résultats en *E. coli* dans les différentes classes de qualité du règlement d'exécution (UE) 2019/627<sup>i</sup> en fonction du débit de la Loire à Montjean-sur-Loire. Les classes de débit ont été définies de façon à avoir un nombre de résultats équivalents entre les différentes classes. Ces seuils n'ont pas d'autre signification que de permettre de comparer des lots de données de taille équivalente.

Tableau 10 : concentration en *E. coli* dans les huîtres du point 070-P-081 Villes Martin (c) en fonction du débit de la Loire à Montjean-sur-Loire, de mai 2015 à avril 2020

Débit en m3/s	Nombre de données	Concentration en <i>E. coli</i> /100 g de CLI					Max	Moyenne géométrique
		≤230	]230;700]	]700;4600]	]4600;46000]	> 46000		
< 300	34	28	2	4	0	0	3300	89
		82%	6%	12%	0%	0%		
[300;1000[	35	24	4	5	1	1	54000	186
		69%	11%	14%	3%	3%		
≥ 1000	31	10	8	9	4	0	24000	598
		32%	26%	29%	13%	0%		

Source des données : \* débit : DREAL des Pays de la Loire (<http://www.hydro.eaufrance.fr/>)

\* concentration en *E. coli* : suivis REMI et pêche à pied récréative

Ce tableau montre que les concentrations en *E. coli* dans les coquillages ont tendance à augmenter avec le débit de la Loire.

#### 6.4 Influence de la saison sur la qualité microbiologique des coquillages

Afin de repérer une éventuelle saisonnalité de la contamination des coquillages, les résultats des analyses en *E. coli* (y compris les résultats obtenus en alerte) ont été regroupés mois par mois, pour la période de mai 2015 à avril 2020, et leur moyenne géométrique mensuelle a été calculée (voir Figure 24).

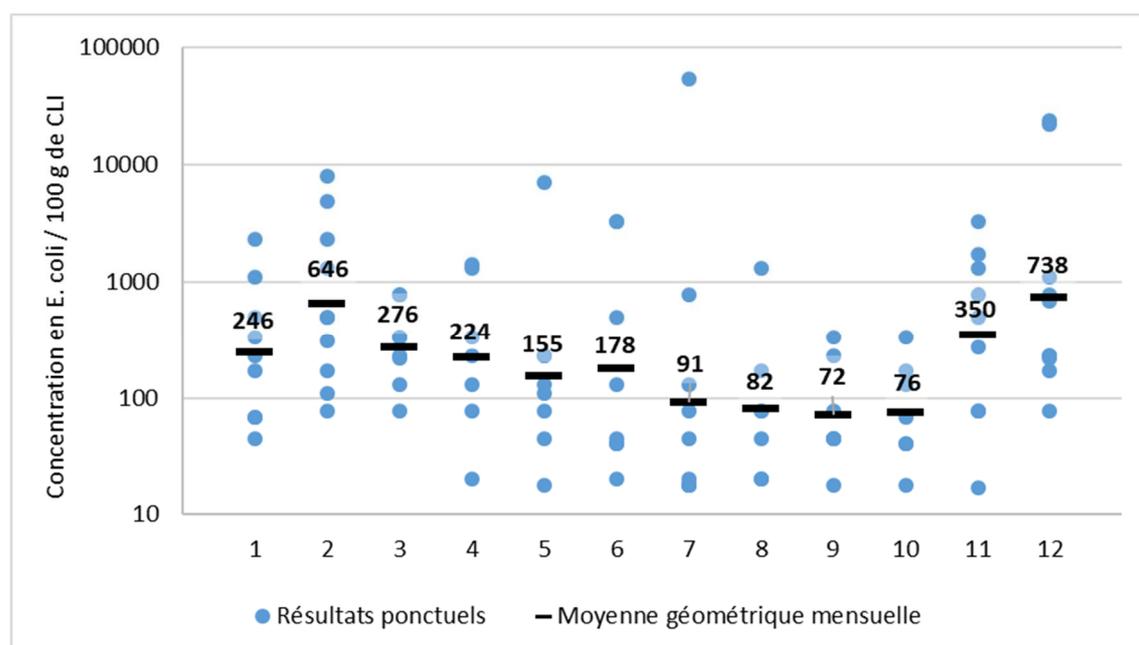


Figure 24 : résultats des analyses en *E. coli* dans les huîtres du point 070-P-081 Villes Martin (c) entre mai 2015 et avril 2020, et moyennes géométriques mensuelles (échelle logarithmique)

Pour chaque mois, le pourcentage de résultats obtenu pour chaque classe de qualité du règlement d'exécution (UE) 2019/627<sup>i</sup> est présenté dans la Figure 25. Pour calculer ces pourcentages, 7 à 10 résultats étaient disponibles.

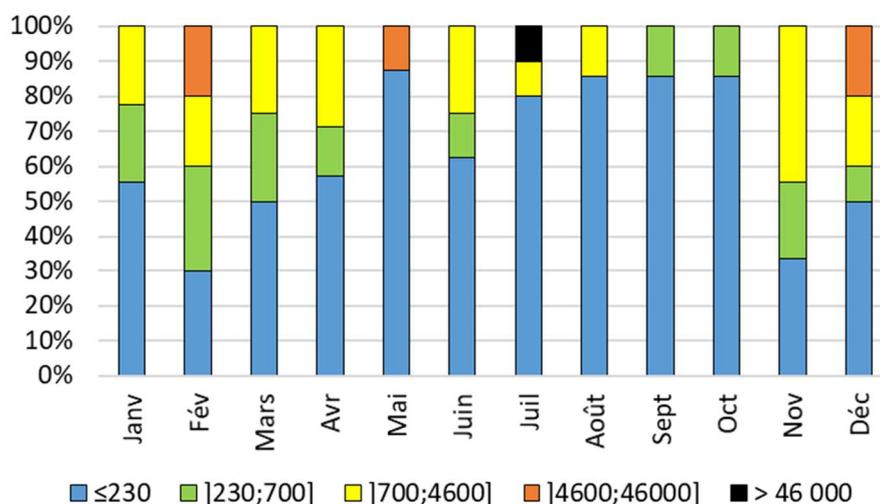


Figure 25 : résultats des analyses en *E. coli* dans les huîtres du point 070-P-081 Villes Martin (c) entre mai 2015 et avril 2020, regroupés par mois et par classe de qualité

Ces figures montrent que les mois de mai à octobre présentent les moyennes géométriques les plus faibles et les proportions de résultats <230 *E. coli* les plus importantes. Au regard de ces résultats, le risque de contamination semble plus important en hiver, même si ponctuellement de mauvais (voire très mauvais) résultats ont été observés en été.

Sur la période mai à octobre, entre 2015 et 2019, 9 résultats ont été supérieurs à 230 *E. coli*, dont 3 ont eu lieu en période sèche, 3 après de faibles pluies (entre 6 et 11 mm en 48h) et 3 après de fortes pluies (entre 20 et 44 mm en 48h).

Sur cette même période, 6 résultats ont été supérieurs à 700 *E. coli*, dont 1 a eu lieu en période sèche (mais dans la continuité d'une contamination importante détectée la semaine précédente), 2 après de faibles pluies (entre 6 et 11 mm en 48h) et 3 après de fortes pluies (entre 20 et 44 mm en 48h).

Ces éléments tendent à confirmer l'influence de la pluviométrie sur la concentration en *E. coli* dans les coquillages.

## 6.5 Propositions de découpage de la zone classée

La zone 44.09 « Estuaire de la Loire » est assez vaste et regroupe trois grandes entités :

- \* le littoral nord-ouest (Saint-Nazaire) : objet de la présente étude. Il comprend un gisement de coquillages non fousseurs (huîtres et moules) accessible en pêche à pied, actuellement exploité pour les huîtres ;
- \* le littoral sud (Saint-Brévin-les-Pins) : il comprend un gisement de coquillages fousseurs (palourdes) accessible en pêche à pied, non exploité actuellement ;
- \* la partie marine centrale : elle comprend des gisements de coquillages fousseurs et non fousseurs (coques, moules, palourdes, huîtres, vénus) dans la partie externe de l'estuaire de la Loire qui pourraient être pêchés à la drague.

Le point de prélèvement 070-P-081 Villes Martin (c) (huîtres creuses) ne peut pas servir au suivi des coquillages bivalves non fousseurs pour l'ensemble de la zone car les contextes des trois entités ci-dessus sont différents et les sources de contamination microbiologique auxquelles ils sont soumis également.

En outre, au regard des résultats des analyses passées au point 070-P-081 Villes Martin (c), la zone semble très sensible aux contaminations. Les alertes préventives déclenchées lors des épisodes de précipitations importantes depuis 2017 ont permis de détecter plusieurs résultats supérieurs à 4600 *E. coli*/100g de CLI, dont un résultat supérieur à 46 000 *E. coli*/100g.

L'étude de dossier et l'inspection du littoral ont mis en évidence d'autres secteurs susceptibles d'être également soumis à des contaminations. Cependant, comme l'étude ne prévoyait pas d'échantillonnage supplémentaire à l'existant, il n'a pas été possible de comparer le niveau de contamination de différents points par des prélèvements synchrones. Ainsi, il convient d'être prudent sur l'étendue de la représentativité du point de suivi.

Au regard de ces éléments, le point 070-P-081 Villes Martin (c) peut être utilisé pour le suivi d'une zone classée pour toutes les espèces du groupe 3 présentes (huîtres et moules) qui couvrirait la partie est du gisement côtier (voir carte ci-dessous).

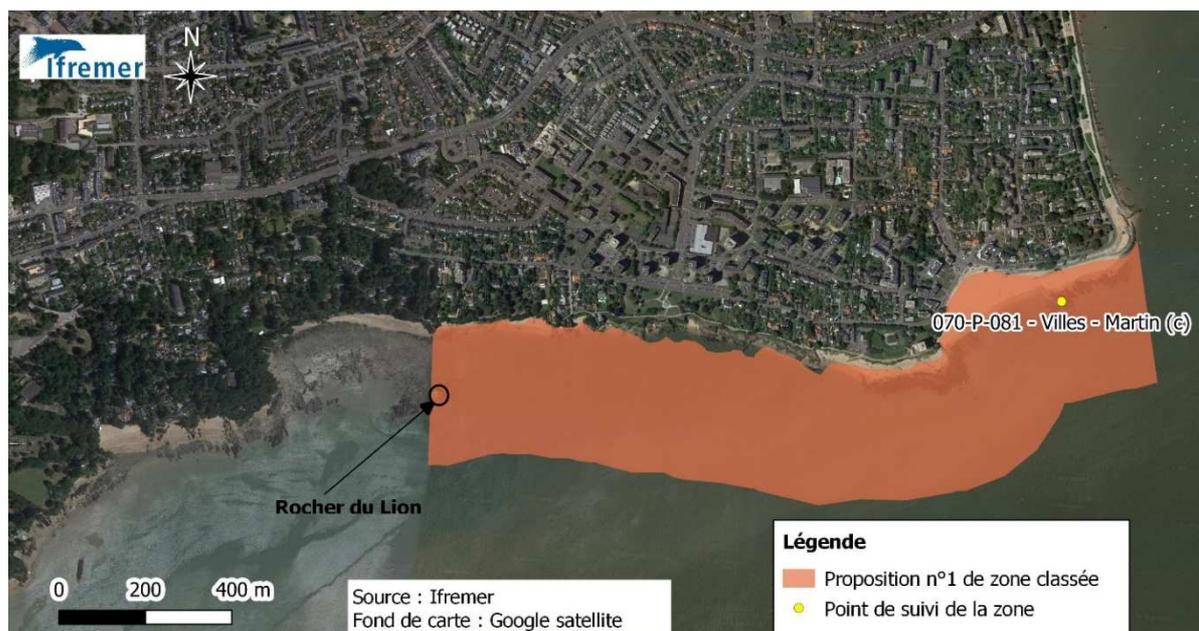


Figure 26 : proposition n°1 de délimitation pour la zone classée dont la qualité est suivie par le point 070-P-081 Villes Martin (c)

Des moules et des huîtres sont présentes sur le secteur et le lieu 070-P-081 Villes Martin (c) est situé sur un gisement d’huîtres, qui semble plus exposé aux contaminations que les gisements de moules. Il semble donc permettre une bonne représentativité de l’ensemble des gisements d’huîtres et de moules du secteur est.

Une autre proposition de découpage pour la zone classée pourrait consister à l’étendre vers l’ouest, sous réserve qu’un point de suivi supplémentaire soit mis en place et prélevé à fréquence mensuelle, au moins de façon transitoire. Quand 24 résultats au minimum seront acquis sur ces deux lieux simultanément (deux ans de suivi à fréquence mensuelle), il sera alors possible d’estimer si un seul lieu peut être maintenu pour assurer le suivi de l’ensemble de la zone.

Ce suivi sur un point supplémentaire est rendu nécessaire par la présence d’un exutoire qui draine notamment un poste de relèvement d’eaux usées identifié comme étant « à surverse récurrente » [1] (plage de Porcé), la qualité variable des eaux de baignade dans ce secteur, la présence d’une zone de mouillages à proximité et l’absence de données sur le suivi des coquillages à cet endroit, y compris historiquement. Une visite de terrain permettra de définir l’emplacement précis du point de suivi à créer ainsi que l’espèce du groupe 3 à prélever.

Cette deuxième proposition de découpage est présentée dans la Figure 27.



Figure 27 : proposition n°2 de délimitation de la zone classée, avec la création d’un point supplémentaire dans le secteur de la plage de Porcé

## 7 Conclusion

Suite à la pérennisation de l'exploitation d'un gisement d'huîtres creuses classé en zone à exploitation occasionnelle (dite « zone à éclipse »), la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) de Loire-Atlantique a demandé la réalisation d'une étude sanitaire en vue du classement pérenne de ce gisement se trouvant dans la partie nord-ouest de la zone 44.09 « Estuaire de la Loire ». Des analyses à fréquence bimensuelle étaient déjà disponibles sur une période de plus de deux ans au niveau du point *a priori* le plus sensible aux contaminations microbiologiques du gisement côtier, c'est pourquoi un accord entre la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL) et la DDTM de Loire-Atlantique a conduit à ne pas faire d'analyses supplémentaires pour cette étude. Dès lors, l'enjeu principal de cette étude était d'évaluer l'étendue du gisement dont la qualité pouvait être représentée par le point de suivi déjà existant.

L'étude des informations disponibles a permis l'identification des sources potentielles de contamination microbiologique du gisement étudié, qui sont disséminées le long de la zone mais plus nombreuses dans la partie est, avec à la fois des sources locales de contamination et le flux en provenance de l'estuaire de la Loire. Le risque de contamination microbiologique lié à l'assainissement collectif est le risque le plus important pour ce gisement, en lien avec la présence de plusieurs points de surverse potentielle d'eaux usées non traitées à proximité. Ils se déversent soit directement sur le littoral, soit dans le réseau d'eaux pluviales qui rejoint le littoral. Un risque de contamination accidentelle liée aux bateaux existe également, principalement à proximité des deux zones de mouillage à l'est et au centre du secteur étudié.

Les résultats des analyses chimiques aux points 069-P-025 Pointe de Chémoulin (moules) et 070-P-006 Joalland (b) (huîtres creuses) sont compatibles avec un classement sanitaire du gisement côtier.

Les résultats acquis entre 2017 et 2019 au point 070-P-081 Villes Martin (c) permettent d'évaluer la qualité de ce point en B, au regard des critères du règlement d'exécution (UE) 2019/627. L'analyse des résultats au regard de différents facteurs a mis en évidence une sensibilité importante de la qualité bactériologique de ce point à la pluviométrie. Des niveaux de contamination très élevés ont été mesurés en alerte (valeur maximale le 2/07/2018 : 54 000 *E. coli* / 100g de CLI).

La zone 44.09 « Estuaire de la Loire » étant vaste et constituée de gisements distincts, soumis à des sources de contamination différentes, le point de suivi 070-P-081 Villes Martin (c) ne peut pas être utilisé pour le suivi de l'ensemble de la zone. Le gisement côtier sur lequel se trouve le point couvre un linéaire de côte important (environ 8 km) et il est le seul à avoir fait l'objet d'un suivi à fréquence bimensuelle.

Ainsi, au regard du niveau de contamination important du secteur, le point de suivi 070-P-081 Villes Martin (c), estimé de qualité B et à suivre à fréquence mensuelle, peut être utilisé pour le suivi d'une zone classée pour toutes les espèces du groupe 3 présentes (huîtres et moules), qui couvrirait uniquement la partie est du gisement côtier (du rocher du Lion à Villes Martin). En effet, des moules et des huîtres sont présentes sur le secteur et le lieu 070-P-081 Villes Martin (c) est situé sur un gisement d'huîtres, qui semble plus exposé aux contaminations que les gisements de moules. Il semble donc permettre une bonne représentativité de l'ensemble des gisements d'huîtres et de moules du secteur est.

Une deuxième possibilité de découpage consisterait à étendre la zone vers l'ouest (jusqu'à la plage de la Courance exclue). Dans ce cas, la zone est également estimée de qualité B mais il conviendrait de mettre en place un point de suivi supplémentaire, prélevé à fréquence mensuelle, dans le secteur de la plage de Porcé (lieu exact et espèce du groupe 3 prélevée à déterminer). Le suivi de cette zone étendue à l'ouest par deux points prélevés à fréquence mensuelle permettra de déterminer ultérieurement si un seul point peut être retenu pour le suivi de l'ensemble de la zone.

## Bibliographie

- [1] Réalisation du pré-diagnostic et plans d'actions des zones conchylicoles et de pêche à pied de loisir dans le cadre de la révision du SAGE Estuaire de la Loire (2018). Artelia. 115 p.
- [2] Bilan d'activités 2018 – Service Assainissement – CARENE Saint-Nazaire Agglomération. 213 p.
- [3] Contin Gabriel, 2018. Méthodologie pour la cartographie du risque d'effets concomitants sur les habitats benthiques, Intégration des données descriptives des activités de mouillages. Université de Bretagne Occidentale, UMR 6308 Amure. Projet Carpediem, convention Aamp-UBO n°16-007, version 1, 48 p.  
Données maillées représentant l'intensité de l'activité de mouillages forains à l'échelle métropolitaine (grille 1' par 1') - Carpediem 03/08/2018 : <https://doi.org/10.12770/36e6d7de-b6ae-45a7-bc7b-734526eab4ed>
- [4] <https://inpn.mnhn.fr/docs/natura2000/fsdpdf/FR5212014.pdf>
- [5] Brun Mélanie, Piquet Jean-Côme, Rocq Sophie (2020). Développement d'un outil statistique d'aide à la définition de seuils d'alerte pluviométrique dans le cadre du réseau REMI. ODE/VIGIES/20-01

## Annexe 1 : résultats des analyses en *E. coli* dans les coquillages prélevés au point « 070-P-081 Villes Martin (c) », entre mai 2015 et avril 2020

Lieu de surveillance	Espèce	Date de prélèvement	Type de prélèvement	Pluie j-1 + j-2 (mm)	Débit Loire j-1 (m3/s)	Concentration en <i>E. coli</i> pour 100 g de CLI
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	18/05/2015	Surveillance	0,0	695	78
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	17/06/2015	Surveillance	0,0	341	40
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	16/07/2015	Surveillance	0,4	162	18
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	03/08/2015	Surveillance	0,0	148	170
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	14/09/2015	Surveillance	12,4	155	230
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	12/10/2015	Surveillance	0,0	257	130
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	24/11/2015	Surveillance	1,6	399	270
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	14/12/2015	Surveillance	0,0	283	220
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	11/01/2016	Surveillance	19,1	1040	1100
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	10/02/2016	Surveillance	19,5	1330	7900
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	24/02/2016	Surveillance	12,9	1870	1300
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	23/03/2016	Surveillance	0,0	1010	78
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	23/05/2016	Surveillance	11,6	866	130
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	21/06/2016	Surveillance	6,0	1570	490
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	19/07/2016	Surveillance	0,0	369	45
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	17/08/2016	Surveillance	0,0	218	20
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	19/09/2016	Surveillance	0,0	219	78
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	19/10/2016	Surveillance	0,4	200	68
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	29/11/2016	Surveillance	0,0	1110	17
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	14/12/2016	Surveillance	1,2	457	230
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	30/01/2017	Surveillance	3,4	402	68
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	13/02/2017	Surveillance	0,4	1060	110
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	13/03/2017	Surveillance	7,5	1920	330
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	25/04/2017	Surveillance	0,0	330	78
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	09/05/2017	Surveillance	0,0	479	<18
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	12/06/2017	Surveillance	0,2	331	20
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	01/07/2017	Surveillance	3,0	178	130
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	07/08/2017	Surveillance	0,0	140	78
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	05/09/2017	Surveillance	7,2	143	<18
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	16/10/2017	Surveillance	0,2	169	330
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	08/11/2017	Surveillance	4,2	156	1700
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	20/11/2017	Surveillance	0,2	213	78
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	04/12/2017	Surveillance	0,4	276	170
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	18/12/2017	Surveillance	0,0	832	78
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	02/01/2018	Surveillance	9,8	959	490
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	15/01/2018	Surveillance	3,2	2510	330
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	05/02/2018	Surveillance	3,0	2330	170

Lieu de surveillance	Espèce	Date de prélèvement	Type de prélèvement	Pluie j-1 + j-2 (mm)	Débit Loire j-1 (m3/s)	Concentration en <i>E. coli</i> pour 100 g de CLI
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	19/02/2018	Surveillance	8,7	2080	4900
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	26/02/2018	En alerte	0,0	2160	310
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	05/03/2018	Surveillance	2,4	1330	130
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	20/03/2018	Surveillance	0,0	1960	230
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	03/04/2018	Surveillance	5,2	1640	1400
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	16/04/2018	Surveillance	2,0	1320	130
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	02/05/2018	Surveillance	5,6	784	230
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	14/05/2018	Surveillance	13,1	543	110
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	30/05/2018	En alerte	6,8	676	7000
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	13/06/2018	En alerte	44,1	1390	3300
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	18/06/2018	En alerte	1,4	1320	130
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	26/06/2018	Surveillance	0,0	621	40
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	02/07/2018	En alerte	20,6	385	54000
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	09/07/2018	En alerte	0,0	416	78
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	11/07/2018	Surveillance	0,0	390	<18
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	18/07/2018	En alerte	0,0	269	20
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	30/07/2018	Surveillance	10,6	205	780
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	13/08/2018	Surveillance	28,4	158	1300
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	27/08/2018	Surveillance	2,0	159	45
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	10/09/2018	Surveillance	0,4	143	45
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	25/09/2018	Surveillance	1,0	157	45
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	09/10/2018	Surveillance	0,2	148	<18
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	23/10/2018	Surveillance	0,0	155	40
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	01/11/2018	Surveillance	0,0	159	78
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	26/11/2018	Surveillance	24,6	327	1300
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	05/12/2018	Surveillance	0,8	553	230
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	26/12/2018	En alerte	0,0	1000	1100
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	07/01/2019	Surveillance	0,0	460	230
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	23/01/2019	Surveillance	3,2	442	45
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	05/02/2019	Surveillance	11,5	1220	2300
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	20/02/2019	Surveillance	0,6	915	78
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	05/03/2019	Surveillance	18,1	593	780
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	20/03/2019	Surveillance	0,2	762	330
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	09/04/2019	Surveillance	3,4	434	330
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	23/04/2019	Surveillance	0,0	310	20
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	09/05/2019	Surveillance	13,4	395	45
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	21/05/2019	Surveillance	6,1	335	230
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	04/06/2019	Surveillance	0,2	239	3300
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	18/06/2019	Surveillance	0,2	270	45
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	02/07/2019	Surveillance	0,0	181	<18
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	17/07/2019	Surveillance	0,0	116	<18
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	05/08/2019	Surveillance	0,0	101	20

Lieu de surveillance	Espèce	Date de prélèvement	Type de prélèvement	Pluie j-1 + j-2 (mm)	Débit Loire j-1 (m3/s)	Concentration en <i>E. coli</i> pour 100 g de CLI
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	19/08/2019	Surveillance	15,8	116	78
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	02/09/2019	Surveillance	0,0	102	45
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	17/09/2019	Surveillance	0,0	110	330
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	01/10/2019	Surveillance	4,6	133	40
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	28/10/2019	Surveillance	16,5	234	170
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	12/11/2019	Surveillance	1,4	1010	490
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	26/11/2019	Surveillance	17,3	773	780
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	28/11/2019	En alerte	30,6	852	3300
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	11/12/2019	Surveillance	7,0	1230	780
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	18/12/2019	En alerte	15,1	2380	24000
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	23/12/2019	En alerte	20,8	2750	22000
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	30/12/2019	Surveillance	0,0	2710	690
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	08/01/2020	Surveillance	4,4	1370	68
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	15/01/2020	En alerte	32,3	1130	2300
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	28/01/2020	Surveillance	25,1	833	170
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	11/02/2020	Surveillance	7,2	1760	490
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	25/02/2020	Surveillance	8,3	1090	490
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	10/03/2020	En alerte	7,0	3100	780
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	24/03/2020	Surveillance	0,0	1100	220
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	07/04/2020	Surveillance	0,4	607	230
070-P-081 Villes Martin (c)	Huître creuse	21/04/2020	Surveillance	12,0	428	1300

**Source des données *E. coli*** : ARS des Pays de la Loire, REMI

**Source des données de pluie** : Météo-France, station de Saint Nazaire-Montoir (N° 44103001)

**Source des données de débit** : DREAL des Pays de la Loire (<http://www.hydro.eaufrance.fr/>), débit de la Loire à Montjean-sur-Loire, station M5300010