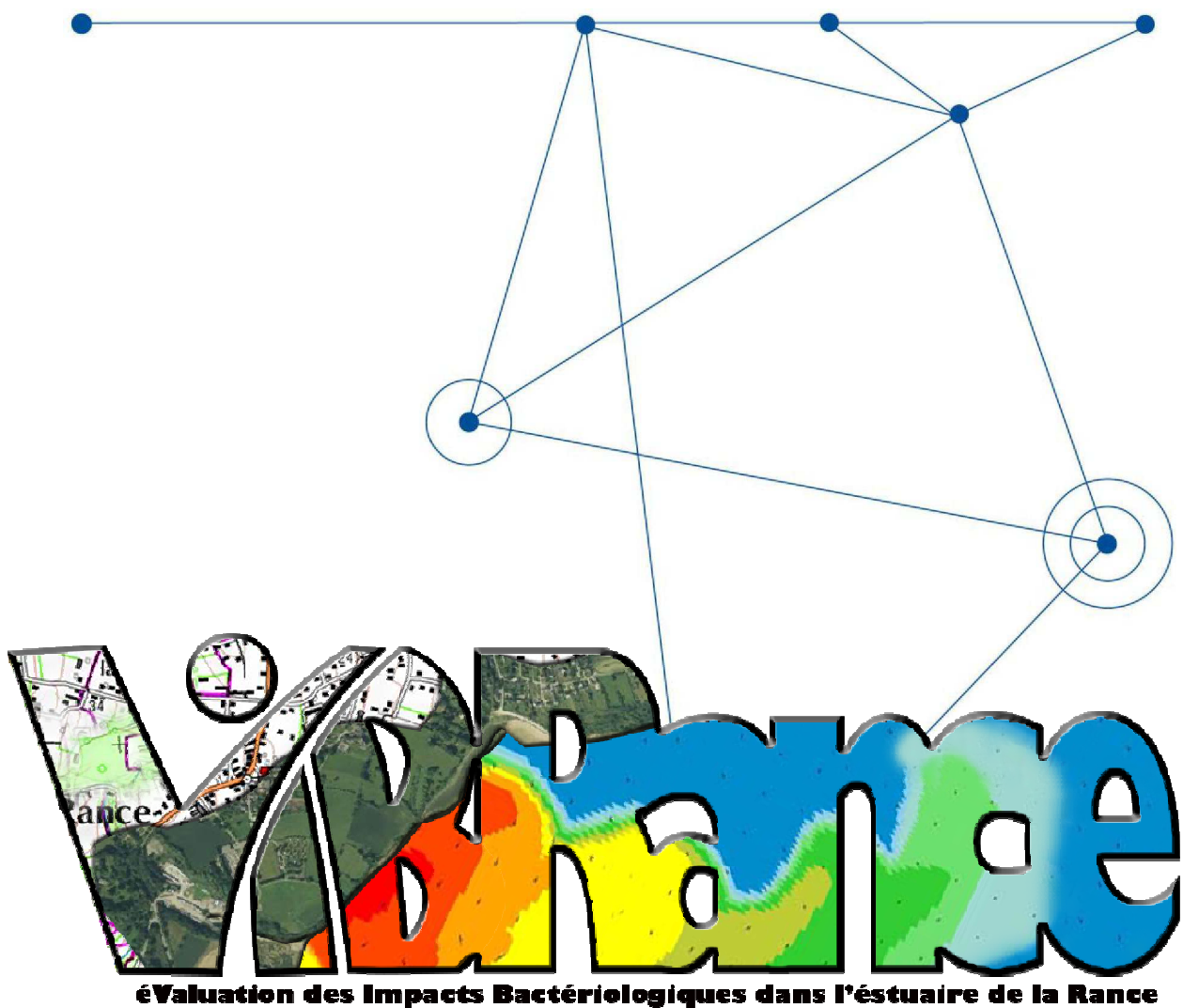


VIBRance : éValuation des Impacts Bactériologiques dans l'Estuaire de la Rance



Hiérarchisation des flux de contamination microbologique dans le cadre de l'élaboration du profil de vulnérabilité conchylicole du secteur Rance et baie de Saint-Malo

Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN-18-005

Chevé Julien
Le Noc Sandrine
Mai 2018



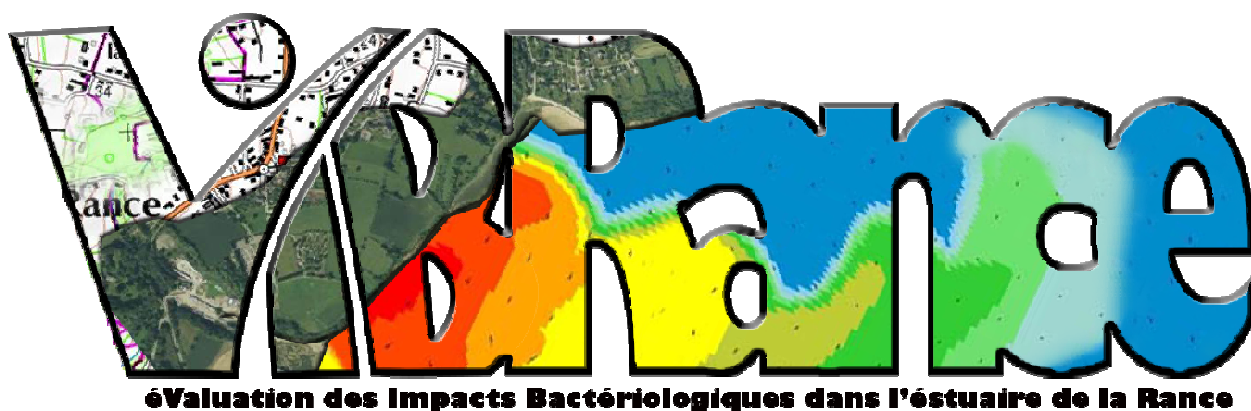
Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN-18-005
Chevé Julien – Le Noc Sandrine
Mai 2018

VIBRANCE : EVALUATION DES IMPACTS BACTERIOLOGIQUES DANS L'ESTUAIRE DE LA RANCE

Hierarchisation des flux de contamination microbiologique dans le cadre de l'élaboration du profil de vulnérabilité conchylicole du secteur Rance et baie de Saint-Malo

Liste des pièces du dossier

- **Pièce 1** : Contexte de l'étude VIBRance et constitution du dossier
- **Pièce 2** : Pré-diagnostic de la vulnérabilité des zones conchylicoles (Etape 1 du profil)
- **Pièce 3** : Etude maritime de la dispersion des apports contaminants (Etape 2 du profil)
- **Pièce 4** : Analyse complémentaire des impacts des autres activités cibles
- **Pièce 5** : Synthèse de l'étude VIBRance



Fiche documentaire

Titre du rapport : VIBRance : évaluation des Impacts Bactériologiques dans l'Estuaire de la Rance

Hiérarchisation des flux de contamination microbiologiques dans le cadre de l'élaboration du profil de vulnérabilité conchylicole du secteur Rance et baie de Saint-Malo

Référence interne

Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN-018-005

Date de publication : Mai 2018

Version : 1.0.0

Diffusion :

libre (internet)

restreinte (intranet) – date de levée d'embargo : AAA/MM/JJ

interdite (confidentielle) – date de levée de confidentialité : AAA/MM/JJ

Référence de l'illustration de couverture
LERBN

Langue(s) :
Français

Résumé/ Abstract :

Le projet VIBRance (évaluation des Impacts Bactériologiques dans l'estuaire de la Rance) a fait suite à l'observation d'une nette dégradation de la qualité microbiologique des eaux dans l'estuaire de la Rance (Rance maritime & baie de Saint-Malo) au milieu des années 2010, présentant un risque pour la pérennité des activités tributaires : pêche à pied de loisir et professionnelle, conchyliculture, algoculture et à plus long terme la baignade. La situation revêt un caractère multi-sources (nombreux exutoires) et complexe (hydrodynamisme d'un estuaire découpé et contrôlé par un barrage marémoteur).

La problématique posée est quelles sont les sources de contamination microbiologique dans l'estuaire de la Rance et leurs impacts associés ?

Le projet VIBRance a été porté par l'Ifremer et mené en entière collaboration avec les structures porteuses du SAGE Rance-Frémur-Baie-de-Beaussais et l'association CŒUR Emeraude pour assurer le caractère sociétal en lien avec les acteurs du bassin-versant.

Le projet a comporté trois phases d'analyse : une identification des sources de contamination bactériologique (fourniture d'un atlas des sources), trois campagnes exhaustives de terrain (hivernale, estivale et pluviale portant sur près de 70 exutoires) et une simulation des panaches de pollution en mer de ces rejets (hiérarchisation des flux contributeurs).

15 exutoires regroupent à eux seuls 99 % de la pollution microbiologique totale de l'aire d'étude. Les principales sources ont pour origine l'assainissement collectif. Les grands réseaux comme Saint-Malo, Dinan, Dinard et La Richardais peuvent avoir un impact au-delà de leur secteur immédiat de rejet. Les autres sources, bien que de plus faible ampleur, peuvent présenter des impacts locaux. Les courants principaux se situent sur l'axe Nord/Sud. Il n'y a quasiment pas de transfert des contaminations d'une rive à l'autre.

Ces conclusions permettent de hiérarchiser les actions à mettre en œuvre, exutoire par exutoire, dans leur territoire amont. Ces actions cibleront les sources associées à ces sous-bassins versants prioritaires. Elles sont détaillées dans le programme d'action élaboré et fournis par les partenaires du projet.

L'enjeu en 2018 est de viser une bonne qualité sanitaire de l'ensemble du système par temps sec à peu pluvieux et de garantir une qualité moyenne lors des plus fortes pluviométries, périodes de grandes sensibilités des réseaux d'assainissement (by-pass) et de contamination des eaux de ruissellement (agriculture, assainissement non-collectif).

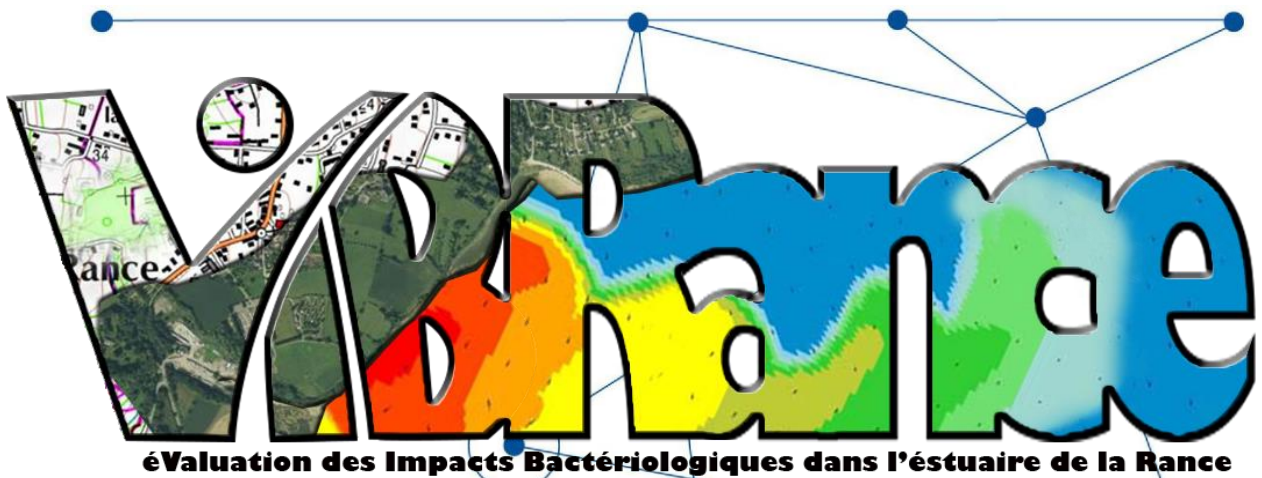
Ce projet s'inscrit dans la démarche d'élaboration de profil de vulnérabilité conchylicole engagée par le SAGE RFBB sur leur territoire de compétence incluant le territoire d'étude de VIBRance.

Mots-clés/ Key words : Impact, bactériologique, microbiologique, estuaire, Rance, Baie de Saint-Malo, profil, vulnérabilité, conchylicole, baignade, pêche, pied, <i>Escherichia coli</i> , diagnostic, courantologie, modélisation, dispersion source, contributeur, VIBRance
Comment citer ce document : VIBRance – éValuation des Impacts Bactériologiques dans l'estuaire de la Rance – IFREMER/ODE/LITTORAL/LERBN-18-005
Disponibilité des données de la recherche : /
DOI : /

Commanditaire du rapport : Agence de l'Eau – Bretagne Pays de la Loire	
Nom / référence du contrat : <input type="checkbox"/> Rapport intermédiaire (réf. bibliographique : XXX) <input checked="" type="checkbox"/> Rapport définitif : VIBRance – Dossier AELB 160040701	
Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit (programme européen, campagne, etc.) : Profil de vulnérabilité conchylicole du territoire du SAGE Rance-Frémur-Baie de Beausais	
Auteur(s) / adresse mail	Affiliation / Direction / Service, laboratoire
Chevé Julien	Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN
Le Noc Sandrine	Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN
Encadrement(s) : /	
Destinataire : Agence de l'Eau – Bretagne, Pays de la Loire	
Validé par :	



VIBRance : éValuation des Impacts Bactériologiques dans l'Estuaire de la Rance



éValuation des Impacts Bactériologiques dans l'estuaire de la Rance

Pièce 1 : Contexte de l'étude VIBRance et constitution du dossier

VIBRANCE : EVALUATION DES IMPACTS BACTERIOLOGIQUES DANS L'ESTUAIRE DE LA RANCE

Hiérarchisation des flux de contamination microbologique dans le cadre de l'élaboration du profil de vulnérabilité conchylicole du secteur Rance et baie de Saint-Malo

Liste des pièces du dossier

- **Pièce 1** : Contexte de l'étude VIBRance et constitution du dossier
- **Pièce 2** : Pré-diagnostic de la vulnérabilité des zones conchylicoles (Etape 1 du profil)
- **Pièce 3** : Etude maritime de la dispersion des apports contaminants (Etape 2 du profil)
- **Pièce 4** : Analyse complémentaire des impacts des autres activités cibles
- **Pièce 5** : Synthèse de l'étude VIBRance

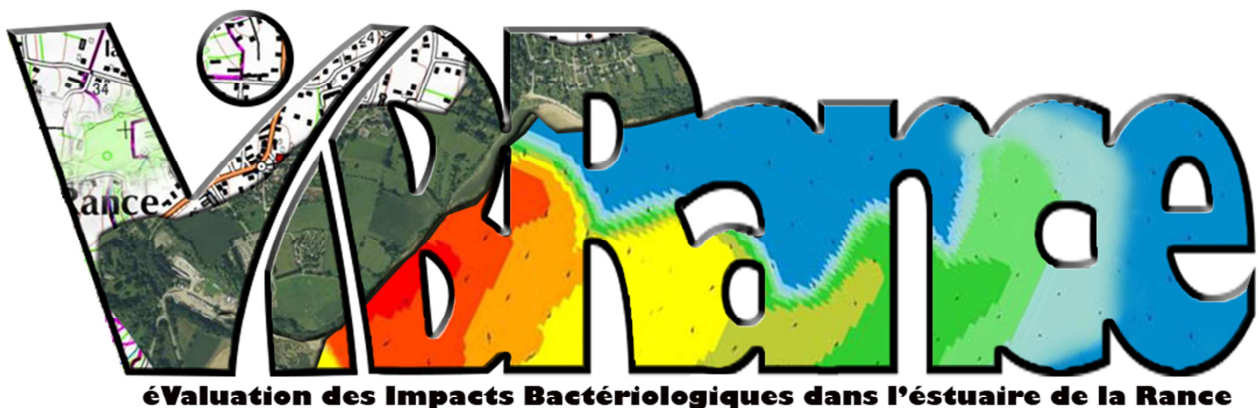


Table des matières

Introduction	3
1. Contexte de l'étude VIBRance	4
2. Contexte réglementaire.....	6
3. Objectifs.....	6
4. Territoire d'étude.....	7
5. Moyens	8
6. Avancement du projet.....	9
7. Constitution du dossier	10

Introduction

L'estuaire de la Rance au sens large (baie de Saint-Malo et partie maritime de la Rance) est une zone de grand intérêt pour de nombreuses activités telles que la pêche (coquilles Saint-Jacques, praires, huîtres plates), la conchyliculture (huître creuse), l'algoculture (wakamé), la pêche à pied professionnelle (coque et palourde), la pêche à pied de loisir (une vingtaine de sites existants) et la baignade (une trentaine de plages).

Ces activités touchent tous les publics, professionnels et plaisanciers, et présentent un secteur économique important dans cette zone littorale et à très fort attrait touristique.

Ces activités ont un point commun : elles sont toutes tributaires de la bonne qualité des eaux littorales.

Entre 2012 et 2015, le REseau de contrôle Microbiologique (REMI) a mis en évidence une dégradation générale de la qualité microbiologique (contamination fécale) de l'ensemble des zones de production conchylicole, induisant des risques de classements sanitaires non compatibles avec la conchyliculture et la pêche et menaçant à terme les autres activités.

Le projet VIBRance (éValuation des Impacts Bactériologiques dans l'estuaire de la Rance) a pour but d'identifier et de hiérarchiser les sous-bassins versants les plus contributeurs en termes de contamination microbiologique et leurs impacts en mer afin de diriger les actions de remédiation nécessaires pour la reconquête de la qualité du milieu.

Le projet **VIBRance** s'est déroulé entre 2016 et début 2018. Il a été porté par l'Ifremer et mené en entière collaboration avec les structures porteuses du SAGE Rance-Frémur-Baie-de-Beaussais (RFBB) et l'association CŒUR Emeraude (Comité Opérationnel des Elus et Usagers de la Rance et de la côte d'Emeraude) pour assurer le caractère sociétal en lien avec les acteurs du bassin versant. Financé par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, ce projet s'intègre également dans la démarche d'élaboration de profil de vulnérabilité conchylicole engagée par le SAGE RFBB sur son territoire de compétence.

Ce dossier présente toutes les étapes du projet organisées par pièce.

Cette pièce 1, intitulée « Contexte de l'étude VIBRance et constitution du dossier » introduit le projet et présente les autres pièces constitutives du dossier.

1 Contexte de l'étude VIBRance

VIBRance (évaluation des Impacts Bactériologiques dans l'estuaire de la Rance) est un projet en hydrodynamique et en microbiologie.

Le contexte courantologique est complexe et porte sur un estuaire dominé par un barrage marémoteur, première usine marémotrice au monde produisant de l'électricité par la force des marées.

Le contexte environnemental est marqué par de fortes contaminations bactériologiques dispersées et récurrentes.

Le contexte sociétal présente un territoire menacé pour ses activités (pêche embarquée, pêche à pied professionnelle, pêche à pied récréative, conchyliculture, algoculture et baignade).

Compte-tenu de ces éléments, l'Agence de l'eau Loire-Bretagne, les structures porteuses du SAGE Rance-Frémur-Baie-de-Beaussais, l'association CŒUR Émeraude (Comité Opérationnel des Elus et Usagers de la Rance et de la côte d'Émeraude) et le LERBN (Laboratoire Environnement Ressources Bretagne Nord - Ifremer de Dinard) ont décidé de réaliser une étude d'impacts des rejets microbiologiques sur l'ensemble de l'estuaire.

Des études ponctuelles et partielles ont déjà été menées mais sans prendre en compte l'étendue et la diversité des sources de contamination, ni le caractère dynamique particulier des panaches associés, à l'ensemble du système (bassin maritime de la Rance + baie de Saint-Malo) intégrant les échanges et les écoulements contrôlés par le barrage marémoteur, facteur primordial pour la compréhension globale du système hydrodynamique.

Focus sur l'historique de la qualité sanitaire des eaux de l'estuaire de la Rance

Le bassin maritime de la Rance a connu un regain de qualité des eaux dans les années 90, regain qui avait permis de rendre l'estuaire « propre » à la production des coquillages, sous l'impulsion d'un contrat de baie (entre 1996 et 2005). Depuis le milieu des années 2000 (Figure 1), les réseaux de suivis ont mesuré une dégradation généralisée de la qualité sanitaire des coquillages et ce jusque dans la baie de Saint-Malo.

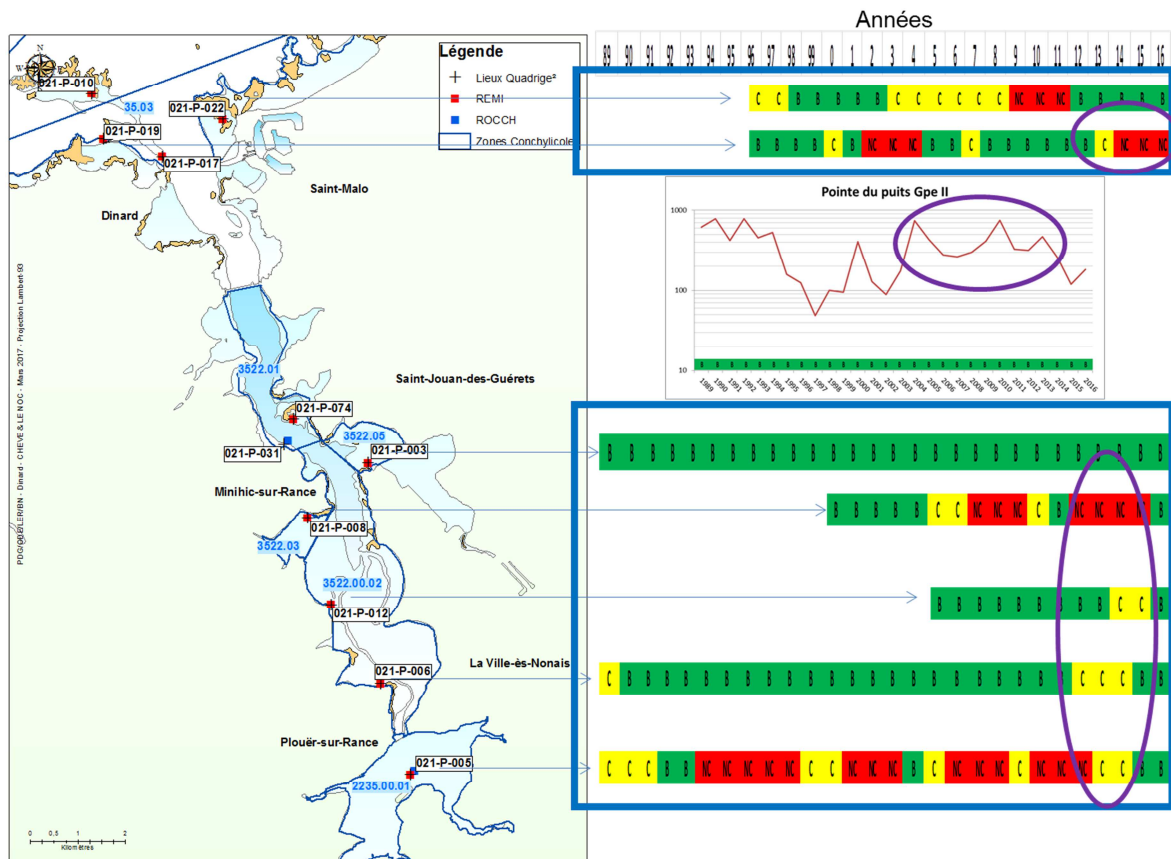


Figure 1 : Estimation du classement sanitaire des zones de production de l'estuaire de la Rance depuis les années 90

La figure précédente montre des estimations de classement en qualité C (mauvaise qualité) ou NC (très mauvaise qualité) plus fréquentes à partir de 2005, et presque généralisées entre 2013 et 2015 (cercles violets sur la figure). Le graphique détaillé sur les résultats en bactérie trace de la contamination fécale (*Escherichia coli*) au point « Pointe du puits » montre que, même sur ce point dont le classement sanitaire reste stable, les niveaux de concentration mesurés sont en augmentation depuis 2005. Sur les 25 dernières années, aucune zone ne présente de bonne qualité sanitaire.

Il existe donc un enjeu majeur de la qualité de l'eau à l'échelle de l'ensemble du bassin versant. Ces estimations de classement portent sur la qualité sanitaire des coquillages mais, à terme, ces dégradations de qualité de l'eau peuvent toucher les activités de baignades dont les seuils sanitaires sont plus hauts.

Il est à noter qu'à partir de 2016 les classements sanitaires des zones de production conchylicoles sont tous revenus à un niveau satisfaisant (B : qualité moyenne). Ceci est en partie dû au fait que de nombreuses actions de remédiation ont été entreprises avant même que l'étude ne soit aboutie. Dans ce contexte, les conclusions de VIBRance peuvent permettre de viser la bonne qualité sanitaire au-delà de la fiabilisation en qualité moyenne de l'ensemble de l'estuaire.

Quelques chiffres sur les activités professionnelles et de loisir

- Sur la saison 2015-2016, la pêche a représenté 257 tonnes de coquilles Saint-Jacques sur le gisement de Saint-Malo, 10 tonnes en Rance et 16,5 tonnes d'huîtres plates en Rance (source DDTM 35).

- En 2017 en Rance, la pêche à pied professionnelle représente 2,5 tonnes de coques et 56 tonnes de palourdes (source DDTM 35).
- L'algoculture représente 43 tonnes d'algues produites en 2015 en Ile-et-Vilaine (source DDTM 35).
- 7 zones de productions conchylicoles sont suivies régulièrement.
- 15 sites de pêche à pied récréatifs sont suivis sanitairesment et recensés sur le site pecheapied-responsable.fr.
- 35 sites de baignade sont suivis sanitairesment par l'Agence Régionale de Santé Bretagne.

2 Contexte réglementaire

Ce projet s'inscrit à l'interface des missions d'acquisition de connaissance de l'environnement littoral et de l'appui aux politiques publiques.

Au sein des stratégies publiques (Schéma de Cohérence Territoriale - SCoT, Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux - SDAGE, Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux SAGE, contrats territoriaux), il répond notamment au besoin d'élaboration des profils de vulnérabilité conchylicole, mais sans se limiter à cette activité.

A l'instar des profils de vulnérabilité de baignade, les profils de vulnérabilité conchylicole ont pour but d'identifier les sources de contamination microbiologique fécale et leur part de responsabilité dans l'impact des sites¹. Ces outils ont été développés par l'Agence de l'eau afin de réduire les sources de pollution microbiologiques des eaux qui contaminent les usages sensibles. Ils répondent aux objectifs de directives européennes : la directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 (directive cadre sur l'eau) et la directive 2006/113/CE du 12 décembre 2006 (qualité des eaux conchylicoles).

3 Objectifs

Les objectifs de VIBRance sont d'identifier et de hiérarchiser les sources de contamination microbiologique, exutoires par exutoires, afin de guider les actions de remédiation à mener en amont sur les bassins versants.

Pour y répondre, le projet est constitué de trois actions :

- Identification fine des sources contributrices.
- Evaluation de leurs impacts relatifs et de leurs interactions pour une meilleure compréhension globale du système.
- Hiérarchisation des sources et recommandations pour cibler les actions de remédiation.

Bien que largement analysé sous l'angle de la conchyliculture et de la pêche, le projet a évalué les impacts microbiologiques pour l'ensemble des activités tributaires (pêche à pied de loisir et baignade).

¹ Guide méthodologique – Réduction des pollutions bactériologiques sur les bassins versants littoraux - Elaboration des profils de vulnérabilité conchylicole – juillet 2014, www.eau-loire-bretagne.fr

4 Territoire d'étude

Le territoire d'étude concerne l'estuaire de la Rance, comprenant la Rance maritime et la baie de Saint-Malo. Sa façade littorale va de la pointe du Décollé à la pointe du Meinga, en intégrant des fleuves côtiers de Saint-Lunaire à l'Ouest et le Havre de Rothéneuf à l'Est. Ce périmètre concerne deux départements (Côtes d'Armor et Ille-et-Vilaine) et 28 communes. La surface totale de l'aire d'étude est de 256 km², la longueur du réseau hydrographique correspondant (source IGN) est de 183 km.



Figure 2 : Site d'étude - VIBRance

Le territoire d'étude étendu (1193 km²) comprend la totalité du bassin de la Rance fluviale. Il est pris en compte pour l'estimation du flux de la Rance fluviale arrivant à la limite du système, c'est-à-dire au niveau de l'écluse du chatelier. L'estimation du débit de la Rance a fait l'objet d'une analyse présentée en pièce 2 du dossier.

5 Moyens

Les moyens principaux pour répondre à la problématique consistent à mettre en œuvre un diagnostic des sources de contamination en présence, des campagnes fines de prélèvement et la création d'un modèle hydrodynamique de l'estuaire.

Le terrain se divise en des tournées prospectives (problématique de la mesure du débit de la Rance, inspections du littoral) et des campagnes d'échantillonnage.

Plusieurs jours sont consacrés au repérage des exutoires le long du littoral de la zone d'étude et à la préparation des futures campagnes d'échantillonnages (position, accès, profil d'exutoire).

Le nombre d'exutoires recensés est de 78. Trois campagnes de terrain de deux à trois jours ont été réalisées pour couvrir tous ces points en période de crue, d'étiage et suite à une pluviométrie importante.

En parallèle, des relevés par bateau (point de calage) ont eu lieu en Rance maritime et en baie de Saint-Malo afin de valider biologiquement le modèle hydrodynamique.

Le nombre total de prélèvements est de 207 pour lesquels les analyses en *Escherichia coli* et en MES (Matières En Suspension) ont été réalisées.

Le modèle hydrodynamique créé pour ce projet est le premier prenant en compte l'ensemble du système (bassin maritime de la Rance et baie de Saint-Malo) intégrant les échanges et les écoulements contrôlés du fait de la production d'électricité issue du fonctionnement du barrage marémoteur.

Partenariat



Figure 3 : Montage du projet VIBRance

Organigramme des actions

L'organigramme suivant présente les actions du projet en identifiant les acteurs associés :

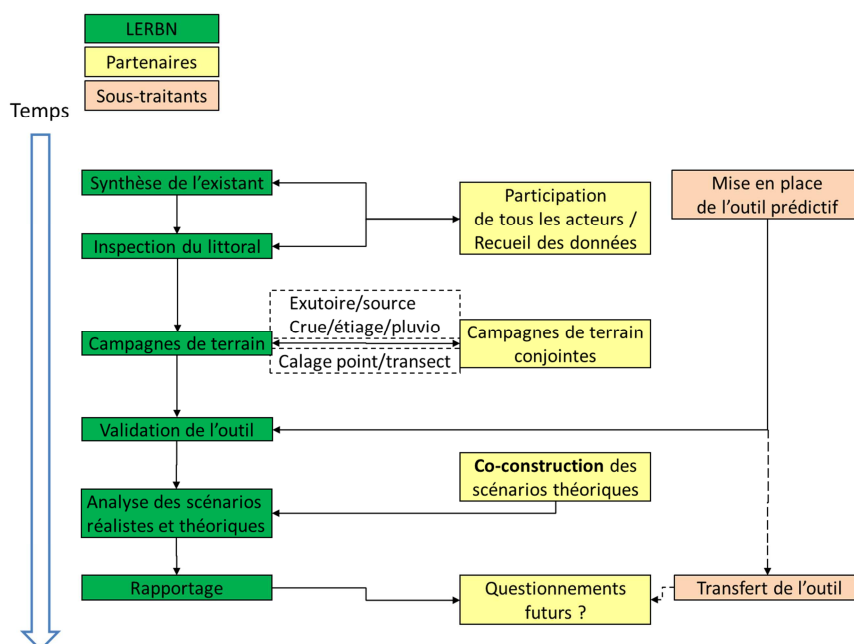


Figure 4 : Actions par acteur - VIBRance

- Ifremer LERBN : porteur des aspects techniques et scientifiques du projet. Synthèse de l'existant (réseaux d'assainissement, agriculture, ANC...), référencement des sources, gestion des campagnes de terrain (sur estran et embarquées), validation microbiologique du modèle, configuration et analyse des scénarios, rapportage VIBRance.

- Partenaires locaux (structures porteuses du SAGE, CŒUR Emeraude) : porteur des aspects organisationnels à l'échelle territoriale. Recueil de données et synthèse de l'existant (études précédentes (profil de baignade, diagnostic...), réseaux d'assainissement, agriculture, ANC...), rédaction d'un atlas des sources de contamination (cf. annexe de la pièce 2 de ce dossier) participation aux campagnes de terrain, lien avec le territoire (communes, professionnels, gestionnaires), organisation du comité de pilotage et des sessions de travail - co-construction des scénarios, suivis des actions sur le bassin versant, rédaction du profil de vulnérabilité conchylicole sur le territoire (en intégrant les pièces 2 et 3 de ce dossier).

- Sous-traitant : ACRI-HE, ex-HOCER - Mise en place du modèle hydrodynamique et validation physique (le modèle hydrodynamique ainsi mis en place est réutilisable à la demande des gestionnaires pour des questionnements futurs) ; LABOCEA Ploufragan – analyse physico-chimique et microbiologique des échantillons.

6 Avancement du projet

Après plusieurs rencontres avec les partenaires et les gestionnaires du territoire en 2015, le projet VIBRance a officiellement démarré en février 2016 et s'est terminé au deuxième trimestre 2018. La frise chronologique (Figure 5) présente les actions du projet tout au long de sa mise en œuvre. Les campagnes de terrain en période hivernale et estivale ont pu être réalisées dès 2016, tandis que la

campagne pluviale, conditionnée à des conditions de météorologie spécifique n'a pu être réalisée qu'en 2017.

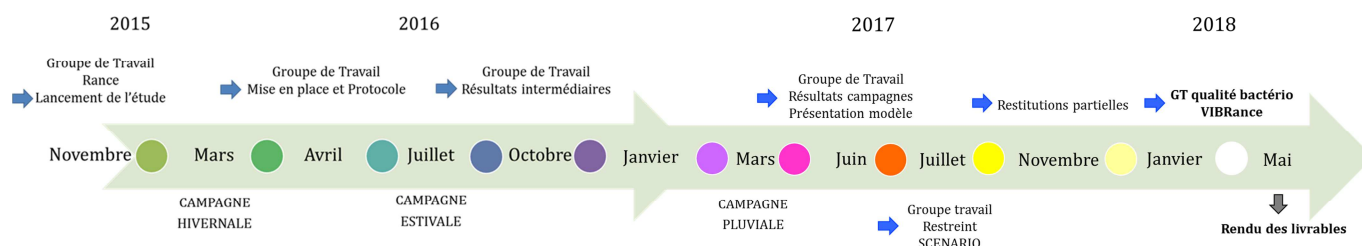


Figure 5 : Frise chronologique des actions du projet VIBRance

Démarche concertée

Le projet VIBRance a été mené dans le cadre d'une démarche concertée. Son avancement a été porté avec un collège de représentants du territoire. Les scénarios simulés ont été co-construits en lien direct avec les projets actuels et futurs des gestionnaires. L'étude a fait l'objet de réunions régulières de pilotage, d'avancement, de groupes de travail et de restitution.

7 Constitution du dossier

Le projet VIBRance porte sur l'impact de la contamination microbiologique fécale sur l'ensemble des activités tributaires.

Ce projet s'inscrivant prioritairement dans l'élaboration du profil de vulnérabilité conchylicole mis en œuvre par le sage RFBB sur son territoire, les livrables de VIBRance ont été organisés par pièce de manière à pouvoir répondre directement aux besoins de ce profil à visée conchylicole (pièces 2 et 3) et d'ouvrir sur l'analyse sur les autres activités (pièce 4).

Cinq pièces constituent le dossier VIBRance :

- **Pièce 1** : Contexte de l'étude VIBRance et constitution du dossier.
- **Pièce 2** : Pré-diagnostic de la vulnérabilité des zones conchylicoles (Etape 1 du profil de vulnérabilité conchylicole) - Identification des sources de contamination et quantifications des contributions des flux aux exutoires
- **Pièce 3** : Etude maritime de la dispersion des apports contaminants (Etape 2 du profil de vulnérabilité conchylicole) - Détermination des impacts des flux aux exutoires par simulation de leur panache hydrodynamique
- **Pièce 4** : Analyse complémentaire des impacts des autres activités cibles - Pêche à pied de loisir et baignade
- **Pièce 5** : Conclusion de l'étude VIBRance et synthèse partielle pour le profil de vulnérabilité conchylicole.

Rappel sur le profil de vulnérabilité conchylicole :

Un profil de vulnérabilité conchylicole peut comprendre jusqu'à trois étapes pour aboutir à l'objectif final : construire un programme d'action permettant de reconquérir la qualité sanitaire des zones conchylicoles.

Ces trois étapes sont :

- Etape 1 : un pré-diagnostic de la vulnérabilité des zones conchylicoles.
- Etape 2 : une étude maritime de la dispersion des apports de contaminants.
- Etape 3 : une étude détaillée du bassin versant.

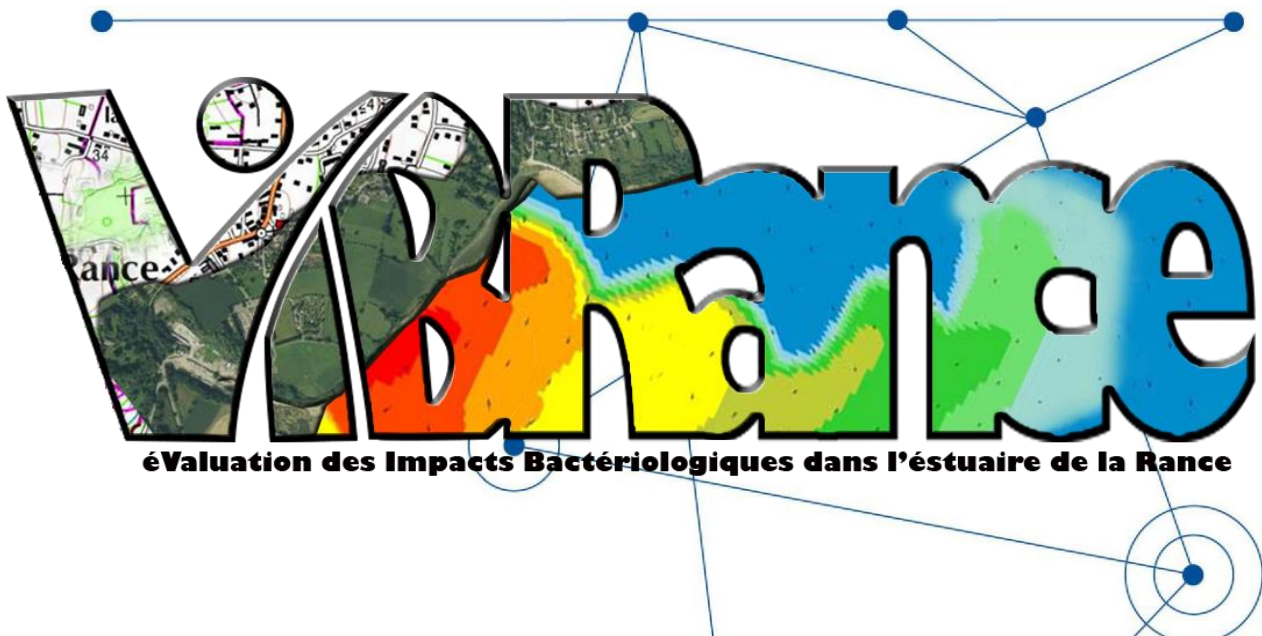
Ces étapes s'engagent dans l'ordre en fonction de la complexité du secteur d'étude. Elles conduisent à la réalisation d'un programme d'action de rémediation.

La démarche de VIBRance s'inscrit totalement dans l'élaboration d'un profil de vulnérabilité conchylicole, comme suit :

- L'étape 1 est assurée par le recueil des données existantes et les campagnes de terrain (Pièce 2 du dossier). Ces actions ont bien eu pour objectif d'estimer les ordres de grandeurs des flux de pollution aux exutoires.
- L'étape 2 était imposée par le contexte hydrodynamique du secteur d'étude qui nécessitait d'estimer l'impact potentiel de chacun des sous bassins versants. Il s'agit de l'étude de la dispersion des panaches de contamination et de la hiérarchisation finale des sources (Pièce 3 du dossier).
- L'étape 3 n'était pas prévue dans VIBRance. Elle a été menée par CŒUR Emeraude qui a investigué plus en amont les sources de contamination de certains sous-bassins versants ciblés suite aux conclusions de VIBRance. Cette étape 3 ainsi que le programme d'action final font l'objet d'un rapportage par CŒUR Emeraude et sera validé par les instances du SAGE RFBB.



VIBRance : éValuation des Impacts Bactériologiques dans l'Estuaire de la Rance



éValuation des Impacts Bactériologiques dans l'estuaire de la Rance

Pièce 2 : Pré-diagnostic de la vulnérabilité des zones conchylicoles (Etape 1 du profil)

Identification des sources de contamination et quantification des contributions des flux aux exutoires

VIBRANCE : EVALUATION DES IMPACTS BACTERIOLOGIQUES DANS L'ESTUAIRE DE LA RANCE

Hiérarchisation des flux de contamination microbologique dans le cadre de l'élaboration du profil de vulnérabilité conchylicole du secteur Rance et baie de Saint-Malo

Liste des pièces du dossier

- **Pièce 1** : Contexte de l'étude VIBRance et constitution du dossier
- **Pièce 2** : Pré-diagnostic de la vulnérabilité des zones conchylicoles (Etape 1 du profil)
- **Pièce 3** : Etude maritime de la dispersion des apports contaminants (Etape 2 du profil)
- **Pièce 4** : Analyse complémentaire des impacts des autres activités cibles
- **Pièce 5** : Synthèse de l'étude VIBRance

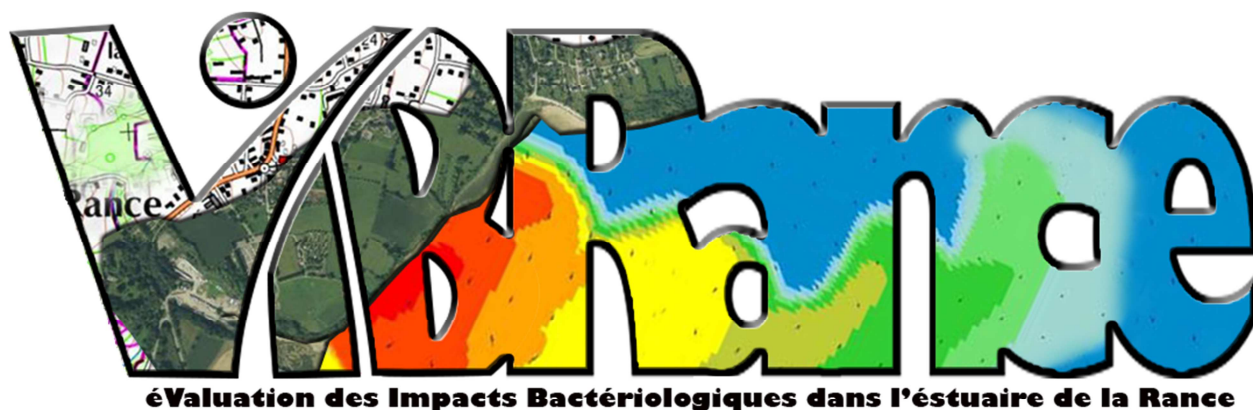


Table des matières

Introduction	3
1 Territoire d'étude détaillé	4
1.1 Secteur	4
1.2 Caractéristiques climatiques	6
1.3 Activités	9
2 Identification des sources de contamination bactériologiques potentielles	11
2.1 Etat sanitaire des activités	11
2.2 Identification des sources de contamination	15
2.3 Atlas de l'association CŒUR Emeraude.....	20
3 Flux et contribution relative des sous-bassins versants – Campagne de terrain	21
3.1 Identification des exutoires	21
3.2 Cas de l'estimation du débit de la Rance.....	23
3.3 Stratégie d'échantillonnage.....	27
3.4 Résultats.....	29
Conclusion de l'étape 1	35
ANNEXES.....	37

Introduction

L'estuaire de la Rance au sens large (baie de Saint-Malo et partie maritime de la Rance) est une zone de grand intérêt pour de nombreuses activités telles que la pêche (coquilles Saint-Jacques, praires, huîtres plates), la conchyliculture (huître creuse), l'algoculture (wakamé), la pêche à pied professionnelle (coque et palourde), la pêche à pied de loisir (une vingtaine de sites existants) et la baignade (une trentaine de plages).

Ces activités touchent tous les publics, professionnels et plaisanciers, et présentent un secteur économique important dans cette zone littorale et à très fort attrait touristique.

Ces activités ont un point commun : elles sont toutes tributaires de la bonne qualité des eaux littorales.

Entre 2012 et 2015, le REseau de contrôle Microbiologique (REMI) a mis en évidence une dégradation générale de la qualité microbiologique (contamination fécale) de l'ensemble des zones de production conchylicole, induisant des risques de classements sanitaires non compatibles avec la conchyliculture et la pêche et menaçant à terme les autres activités.

Le projet VIBRance (éValuation des Impacts Bactériologiques dans l'estuaire de la Rance) a pour but d'identifier et de hiérarchiser les sous-bassins versants les plus contributeurs en termes de contamination microbiologique et leurs impacts en mer afin de diriger les actions de remédiation nécessaires pour la reconquête de la qualité du milieu.

Le projet **VIBRance** s'est déroulé entre 2016 et début 2018. Il a été porté par l'Ifremer et mené en entière collaboration avec les structures porteuses du SAGE Rance-Frémur-Baie-de-Beaussais (RFBB) et l'association CŒUR Emeraude (Comité Opérationnel des Elus et Usagers de la Rance et de la côte d'Emeraude) pour assurer le caractère sociétal en lien avec les acteurs du bassin-versant. Financé par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, ce projet s'intègre également dans la démarche d'élaboration de profil de vulnérabilité conchylicole engagée par le SAGE RFBB sur son territoire de compétence.

Ce dossier présente toutes les étapes du projet présentées par pièce.

Cette pièce 2, intitulée « Pré-diagnostic de la vulnérabilité des zones conchylicoles (étape 1 du profil) » présente l'identification des sources de contamination (en complément de l'atlas de la qualité microbiologique réalisé par CŒUR Emeraude¹) et quantifications des contributions des flux aux exutoires.

¹ Atlas de la qualité microbiologique de l'estuaire de la Rance – Janvier 2018 – COEUR Emeraude

1 Territoire d'étude détaillé

1.1 Secteur

1.1.1 Aire d'étude et bassins-versants

Le territoire d'étude concerne l'estuaire de la Rance, comprenant la Rance maritime et la baie de Saint-Malo. Sa façade littorale va de la pointe du Décollé à la pointe du Meinga, en intégrant des fleuves côtiers de Saint-Lunaire à l'Ouest et le Havre de Rothéneuf à l'Est. Ce périmètre concerne deux départements (Côtes d'Armor et Ille-et-Vilaine) et 28 communes. La surface totale de l'aire d'étude est de 256 km², la longueur du réseau hydrographique correspondant (source IGN) est de 183 km.

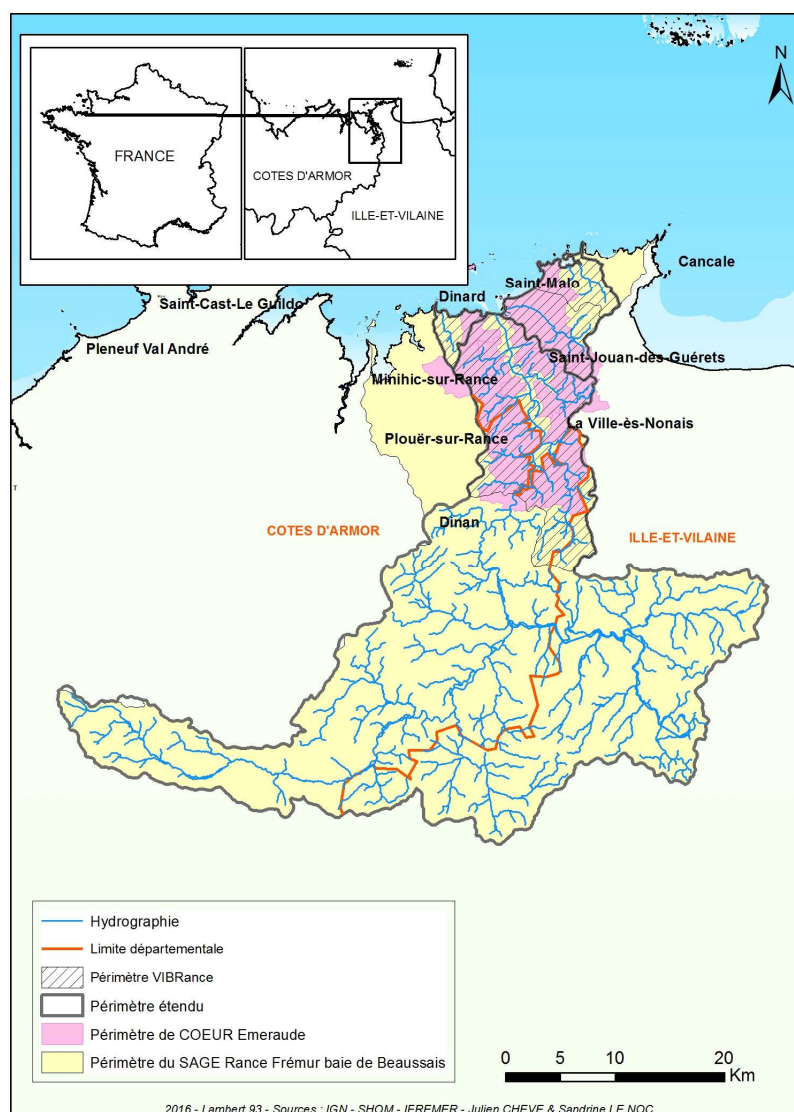


Figure 1 : Site d'étude - VIBRance

Le territoire d'étude étendu (1193 km²) comprend la totalité du bassin de la Rance fluviale. Il est pris en compte pour l'estimation du flux de la Rance fluviale arrivant à la limite du système, c'est-à-dire au niveau de l'écluse du châtelier. Il comporte neuf zones de production conchylicoles présentées dans le paragraphe 1.3.

1.1.2 Zones de protections

L'estuaire de la Rance est constitué de milieux naturels et de paysages qui l'inscrivent dans de nombreuses mesures environnementales (réglementations et sites remarquables) :

- Nombreux sites inscrits et classés sur les communes de Langrolay, Lanvally, Pleudihen, Plouër-sur-Rance, Saint-Helen, Saint-Samson, Taden, La Vicomté, Cancale, Saint-Coulomb, Saint-Briac-sur-mer, Saint-Lunaire, Le Minihic-sur-Rance, Pleurtuit, La Richardais, Saint-Jouan-des-Guérets, Saint-Père-Marc-en-Poulet, Saint-Suliac et La Ville-ès-Nonais.
- Une zone de protection spéciale : Ilots Notre-Dame et Chevret.
- Six sites du conservatoire du littoral.
- 11 Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique de type 1 (ZNIEFF 1), et l'ensemble de l'estuaire est une Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique de type 2 (ZNIEFF 2).
- Trois sites d'importance communautaire (site NATURA 2000) dont l'estuaire de la Rance, l'archipel de Saint-Malo et Dinard, et la côte de Cancale à Paramé.

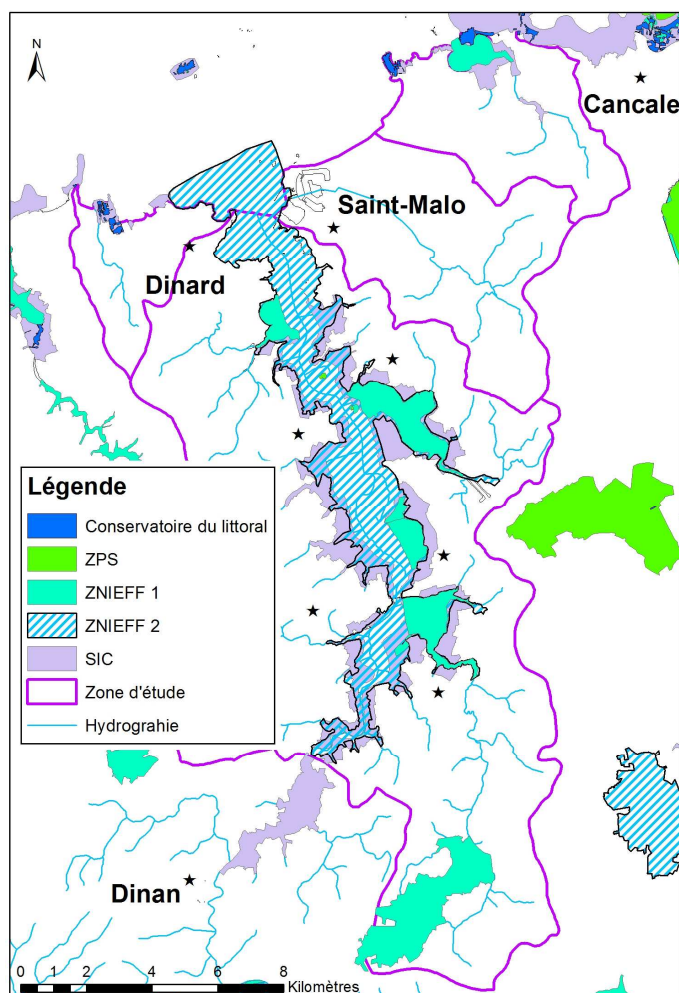


Figure 2 : Carte des zones de protection ou d'inventaire sur l'aire d'étude

1.2 Caractéristiques climatiques

1.2.1 Pluviométrie et température de l'air

La figure 3 présente les précipitations mensuelles et les températures mensuelles maximales et minimales observées à la station météorologique de Pleurtuit (Dinard). Les normales mensuelles pluviométriques sont calculées entre 1961 et 2016, et 2017.

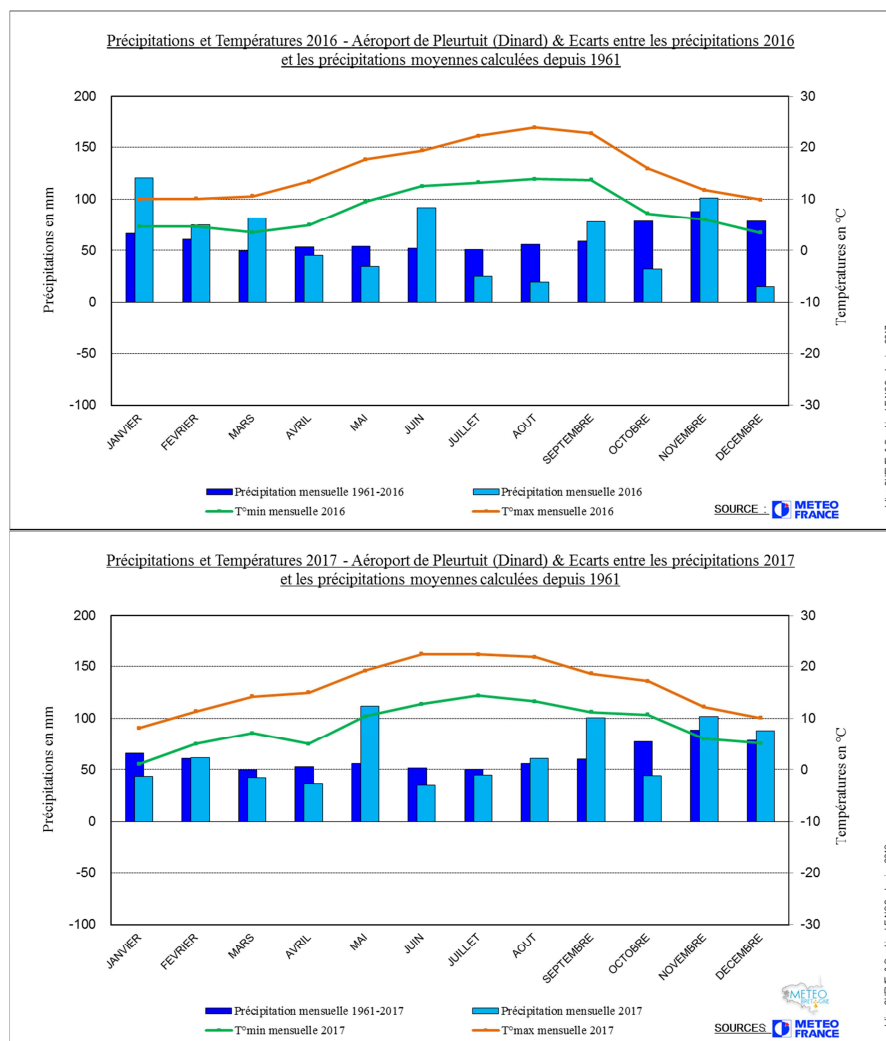


Figure 3: Précipitations et températures observées sur la station météorologique de Pleurtuit (Dinard) - source Météo France

Le climat de type océanique présente des températures douces. Les moyennes des températures sont comprises entre un minimum de 8°C et un maximum de 16°C et ont un caractère saisonnier marqué.

Le bilan pluviométrique de l'année 2016 est proche des normales mais il est marqué par de fortes disparités mensuelles. Le début d'année 2016 fut pluvieux avec des moyennes pluviométriques plus importantes que les années précédentes pour les mois de janvier, février et mars. Les mois de juin, septembre et novembre sont également marqués par de fortes précipitations. Ces périodes sont propices au ruissellement et au lessivage des sols. Les autres périodes de l'année sont

particulièrement sèches avec des moyennes pluviométriques plus faibles. Le mois de décembre a été en 2016 particulièrement sec comparé aux autres années.

En 2017, hormis deux épisodes orageux en mai, le premier semestre fut peu pluvieux et a même conduit à des restrictions d'usage de l'eau dues à des niveaux d'eau souterraine très bas. Les pluviométries n'ont pas été très importantes sur le reste de l'année mais le début de l'hiver 2017-2018 a été marqué de plusieurs épisodes d'averses intenses qui ont préfiguré un début d'année 2018 très pluvieux.

Les campagnes de terrain en période hivernale (23/03/2016 - 24/03/2016) et estivale (20/07/2016 - 21/07/2016), ont eu lieu dans des conditions sèches. La campagne en période de forte pluviométrie (07/03/2017 - 08/03/2017) a été compliquée à déclencher car elle nécessitait la concomitance d'une pluviométrie marquée, de coefficient de marée et de disponibilité des équipes. Elle n'a pu se réaliser qu'en mars 2017 suite à 20 mm de précipitation suivant une période sèche.

1.2.2 Température de l'eau

La température de l'eau est un paramètre fondamental pour l'évaluation des caractéristiques des masses d'eaux car elle joue un rôle important dans la variabilité des cycles biologiques. Ce paramètre intervient également dans la survie des microorganismes d'origine fécale présents dans le milieu. Le graphique suivant présente les courbes de température de l'eau aux points REPHY (REseau d'observation du PHYtoplancton) suivis en 2016 et en 2017 par le LERBN : Trébeurden, les 7 îles, Loguivy, Saint-Quay, Dahouët, les Hébihens, Port Saint Hubert, Mont-Saint-Michel.

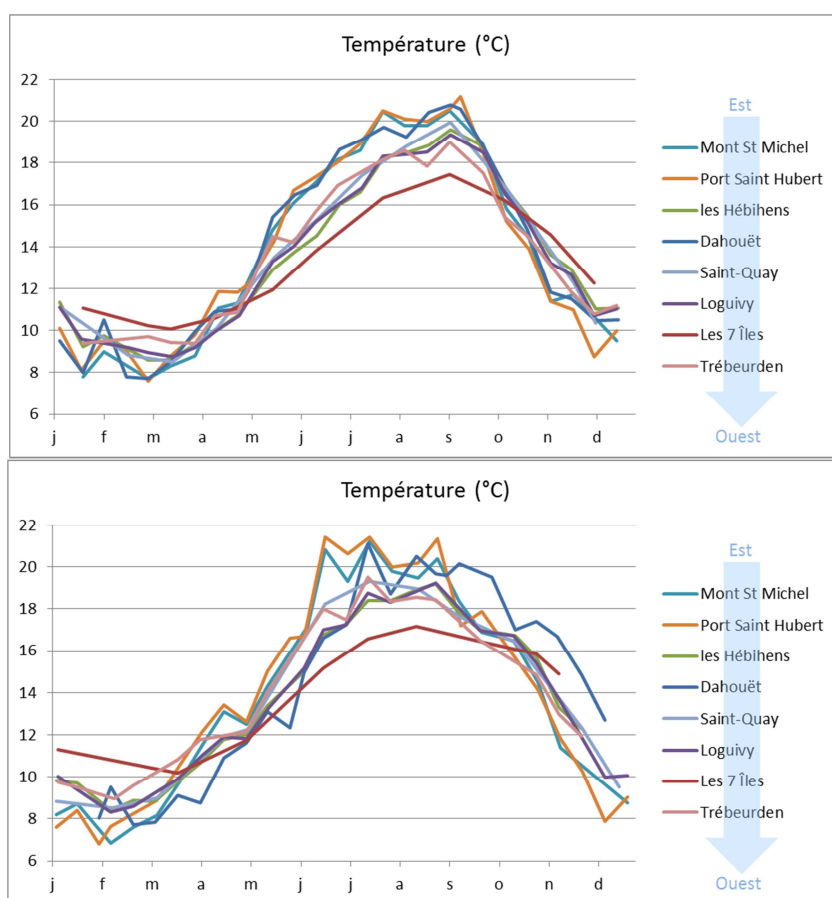


Figure 4: Courbes de température des eaux aux points REPHY suivi par le LERBN en 2016 et en 2017

Les températures hivernales sont comprises entre 7 et 11°C et elles augmentent à partir d'avril, pour osciller entre 16 et 21°C en saison estivale. L'intervalle de température des eaux est plus marqué en 2017.

Les points à la côte subissent les influences continentales et sont marqués par une plus grande variabilité intra-saisonnière. C'est le cas du point « Port Saint-Hubert » situé en Rance. Au contraire, les points situés plus au large subissent une plus grande influence océanique des eaux. Les écarts de température entre l'hiver et l'été sont plus faibles.

1.2.3 Vents

Les vents dominants sur la station météorologique de Pleurtuit (Dinard) en 2016 et 2017 sont de direction Sud / Sud-Ouest et Nord. Les vents des deux années présentent le même profil avec un peu plus de force en 2017. (Figure 5). Les vents de Sud indiquent une plus forte dispersion des panaches de contamination potentielle vers le Nord, Nord-Est.

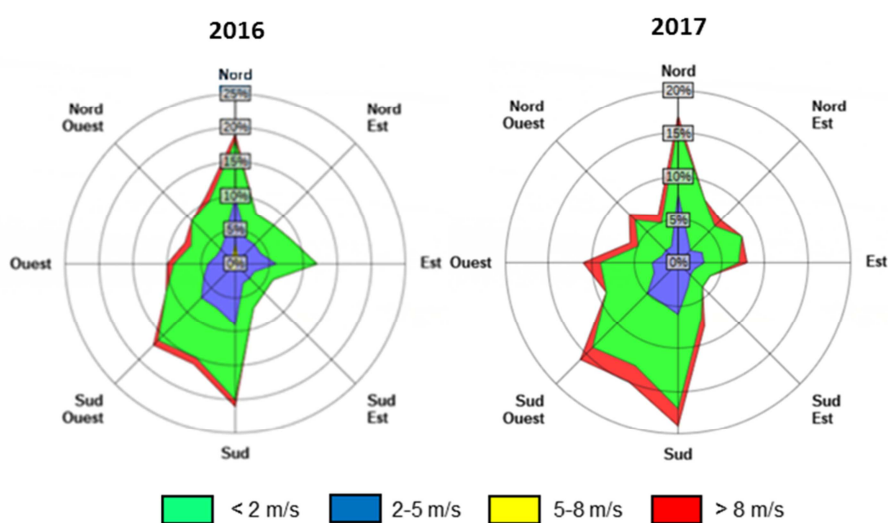


Figure 5 : Vents dominants sur la station météorologique de Pleurtuit (Dinard) en 2016 et 2017
(Source Météo Bretagne – www.meteo.bzh)

Différents scénarios de conditions météorologiques ont été testés pour évaluer leurs influences. Ces résultats sont présentés dans la pièce 3 du dossier.

1.3 Activités

La baie de Saint-Malo et l'estuaire de la Rance regroupent un grand nombre d'activités professionnelles et récréatives qui sont tributaires de la qualité microbiologique des eaux suivie par des réseaux de surveillance (figure 6).

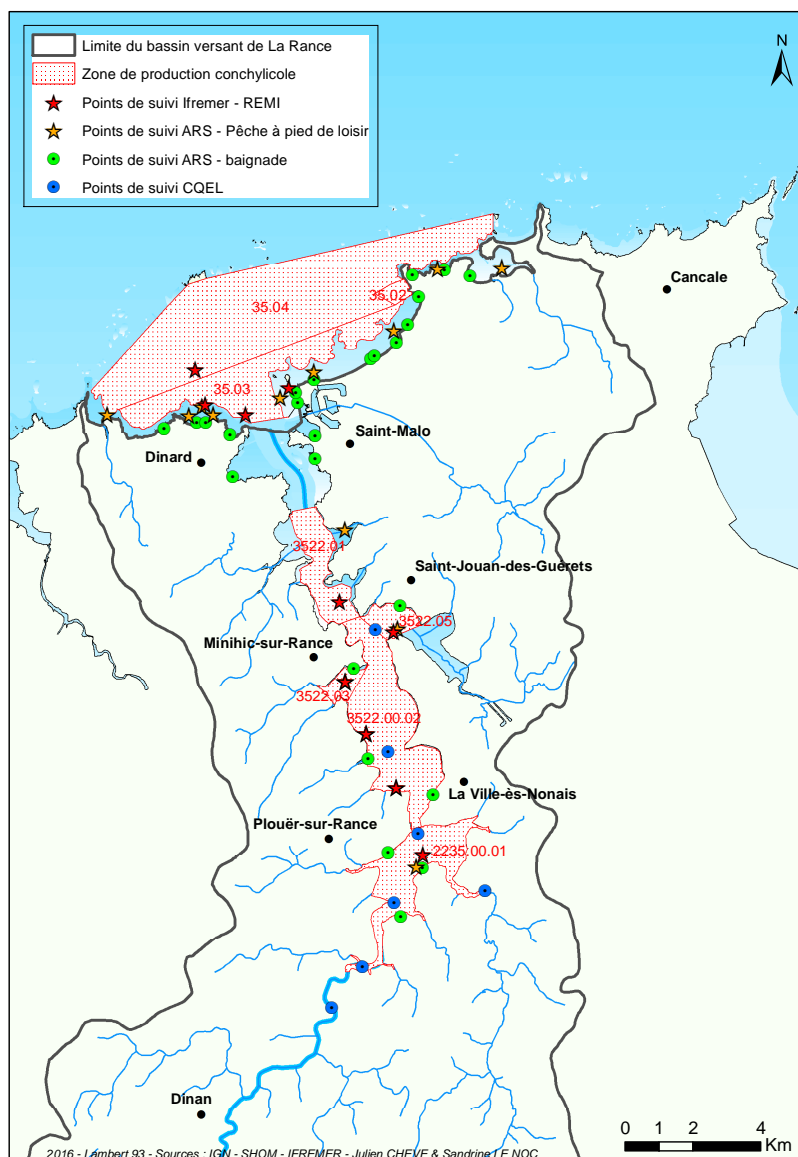


Figure 6 : Carte des principales activités en lien avec le milieu marin sur l'aire d'étude

Quelques chiffres :

- Sur la saison 2015-2016, la pêche a représenté 257 tonnes de coquilles Saint-Jacques sur le gisement de Saint-Malo, 10 tonnes en Rance et 16,5 tonnes d'huîtres plates en Rance (source DDTM 35).
- En 2017 en Rance, la pêche à pied professionnelle représente 2,5 tonnes de coques et 56 tonnes de palourdes (source DDTM 35).
- L'algoculture représente 43 tonnes d'algues produites en 2015 en Ille-et-Vilaine (source DDTM 35).

- 15 sites de pêche à pied récréatifs sont suivis sanitairesment et recensés sur le site pecheapied-responsable.fr
- 35 sites de baignade sont suivis sanitairesment par l'Agence Régionale de Santé Bretagne.
- Ce secteur est le deuxième bassin de navigation de plaisance de Bretagne avec 9000 places de port et de mouillages collectifs.

Zones de productions conchylicoles :

Il existe neuf zones de productions conchylicoles sur l'aire d'étude, sept sont suivies régulièrement par le REseau de contrôle Microbiologique de l'Ifremer (REMI), une dixième est en cours d'évaluation :

- 35.01 « zone du large », zone très étendue, par principe classée A pour tous les groupes car éloignée de toutes sources de contamination.
- 35.02 « Pointe de la Varde », zone de petite surface, interdite par principe de précaution.
- 35.03 « Saint-Malo – Dinard », suivie par les points « Grand Bé », « Saint-Enogat » et « Pource SE ».
- 35.04 « Sud Cézembre », suivie par le point « Harbour ».
- 3522.01 « Rance Nord », suivie par le point « Ile Chevret ».
- 3522.00.02 « La Ville Es Nonais », suivie par les points « Pointe du Chatelet » et « La Souhaitier ».
- 3522.03 « Le Minihic », suivie par le point « Minhic ».
- 3522.05 « Pointe de Saint-Suliac », suivie par le point « Pointe du Puits ».
- 2235.00.01 « La Ville Ger », suivie par le point « Ville Ger ».
- Gisement des Gastines (bras de Châteauneuf), en cours d'évaluation aux points « Les Gastines » et « Les Guettes ».

2 Identification des sources de contamination bactériologiques potentielles

2.1 Etat sanitaire des activités

La figure suivante présente l'état des principaux réseaux de suivis de la qualité microbiologique des activités (conchyliculture et pêche à pied professionnelle : REMI (estimation du classement – calcul brut), pêche à pied récréative : RESP²ONSable, Baignade : ARS Baignade (classement 2015)).

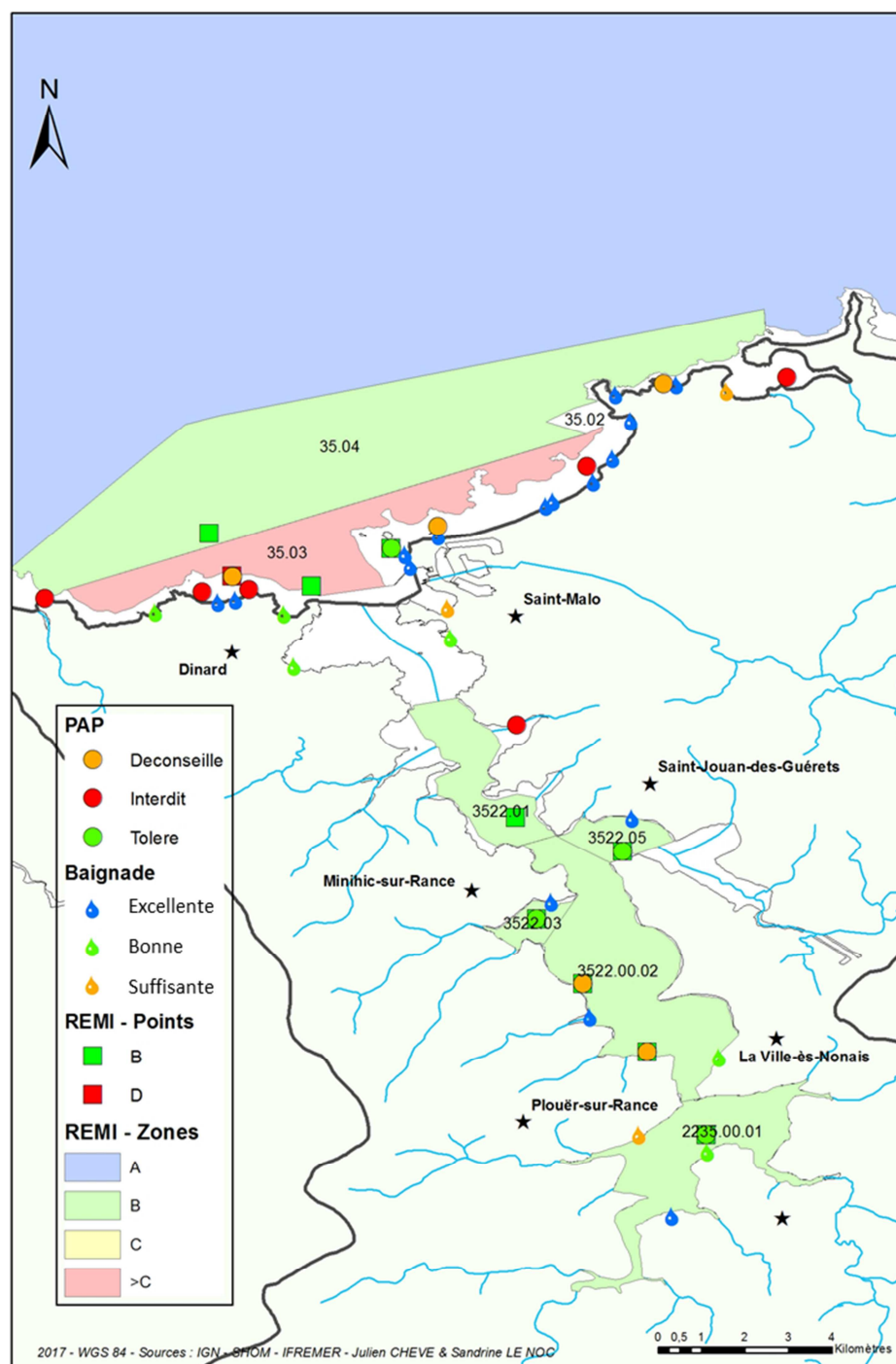


Figure 7 : Carte de l'état de qualité des différents réseaux de suivi sur l'aire d'étude

2.1.1 Zone de production conchylicole

Le bassin maritime de la Rance a connu un regain de qualité des eaux dans les années 90, regain qui avait permis de rendre l'estuaire « propre » à la production des coquillages, sous l'impulsion d'un contrat de baie (entre 1996 et 2005). Depuis le milieu des années 2000 (Figure 8), les réseaux de suivis ont mesuré une dégradation généralisée de la qualité sanitaire des coquillages et ce jusque dans la baie de Saint-Malo.

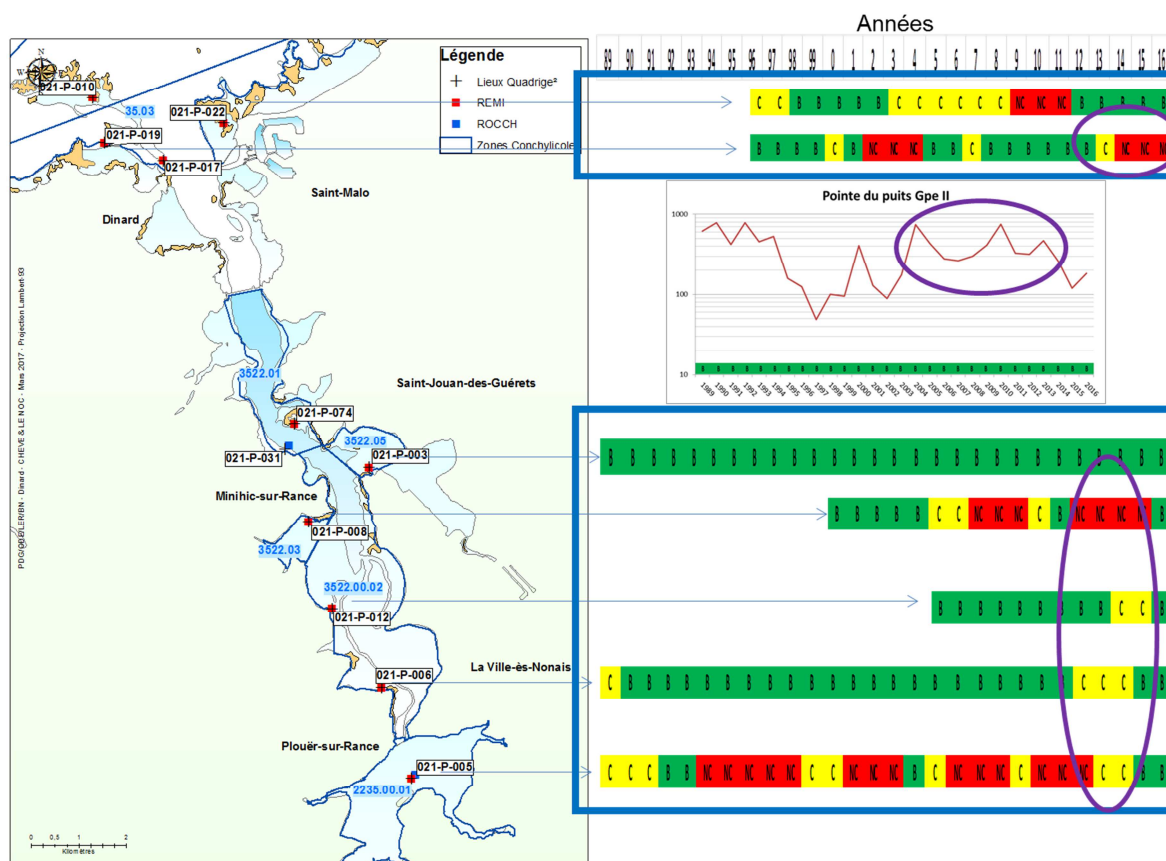


Figure 8 : Estimation du classement sanitaire des zones de production de l'estuaire de la Rance depuis les années 90

La figure précédente montre des estimations de classement en qualité C (mauvaise qualité) ou NC (très mauvaise qualité) plus fréquentes à partir de 2005, et presque généralisées entre 2013 et 2015 (cercles violets sur la figure). Le graphique détaillé sur les résultats en bactérie trace de la contamination fécale (*Escherichia coli*) au point « Pointe du puits – Gpe II » montre que, même sur ce point dont le classement sanitaire reste stable, les niveaux de concentration mesurés sont en augmentation depuis 2005. Sur les 25 dernières années aucune zone ne présente de bonne qualité sanitaire.

Il est à noter qu'à partir de 2016 les classements sanitaires des zones de productions conchylicoles sont tous revenus à un niveau satisfaisant (B : qualité moyenne, y compris pour la zone 35.03 depuis 2018). Ceci est en partie dû au fait que de nombreuses actions de remédiation ont été entreprises avant même que l'étude ne soit aboutie. Dans ce contexte, les conclusions de VIBRance peuvent permettre de viser la bonne qualité sanitaire au-delà de la fiabilisation en qualité moyenne de l'ensemble de l'estuaire.

Zones de productions identifiées comme sensibles :

L'ensemble des zones est susceptible de subir des alertes sanitaires en cas de débordement d'eaux brutes (assainissement collectif). Actuellement quelques zones sont plus sensibles vis-à-vis du classement sanitaire : 35.03, 3522.00.02 et 35.05.

2.1.2 Zone de pêche à pied de loisir

Le bilan est plus mitigé pour le suivi sanitaire de la pêche à pied récréative. Les consignes sanitaires données aux pêcheurs à pied de loisir se veulent plus protectrices car ils ne disposent pas des moyens de purification mis en œuvre dans la filière professionnelle (sujet abordé en détail dans la pièce 4 du dossier). L'évaluation de la qualité sanitaire des zones de pêche à pied de loisir est donc plus sévère. Les gisements de coquillage de Rance sont classés « tolérés » à « déconseillés » et les secteurs de pêche du littoral Nord sont classés de « déconseillés » à « interdits », notamment par des arrêtés municipaux non actualisés.

Zones de pêche à pied de loisir identifiées comme sensibles :

Anse de Troctin, Plages de Dinard.

2.1.3 Zone de baignade

A l'inverse des interprétations de la pêche à pied de loisir, les qualités estimées compatibles avec la baignade sont beaucoup plus souples que celles utilisées pour les zones de productions conchylicoles (sujet abordé en détail dans la pièce 4 du dossier). Ceci est dû au fait que le risque de se contaminer en se baignant (ingestion accidentelle d'eau, contact avec une plaie) est bien moindre que l'exposition au risque de la consommation de coquillage. L'évaluation de la qualité sanitaire des zones de baignade est donc plus transigeante.

Il n'y a aucune zone de baignade de qualité insuffisante. 32 zones sur 35 sont de qualités bonne ou excellente en 2016, 33 en 2017.

2.1.4 Suivi des Services de Police des Eaux Littorales (SPEL)

Le réseau de suivis de la SPEL 22 n'est pas présenté sur la Figure 7 mais sur la figure suivante, extraite de « l'atlas de la qualité microbiologique en Rance » réalisé par CŒUR Emeraude.

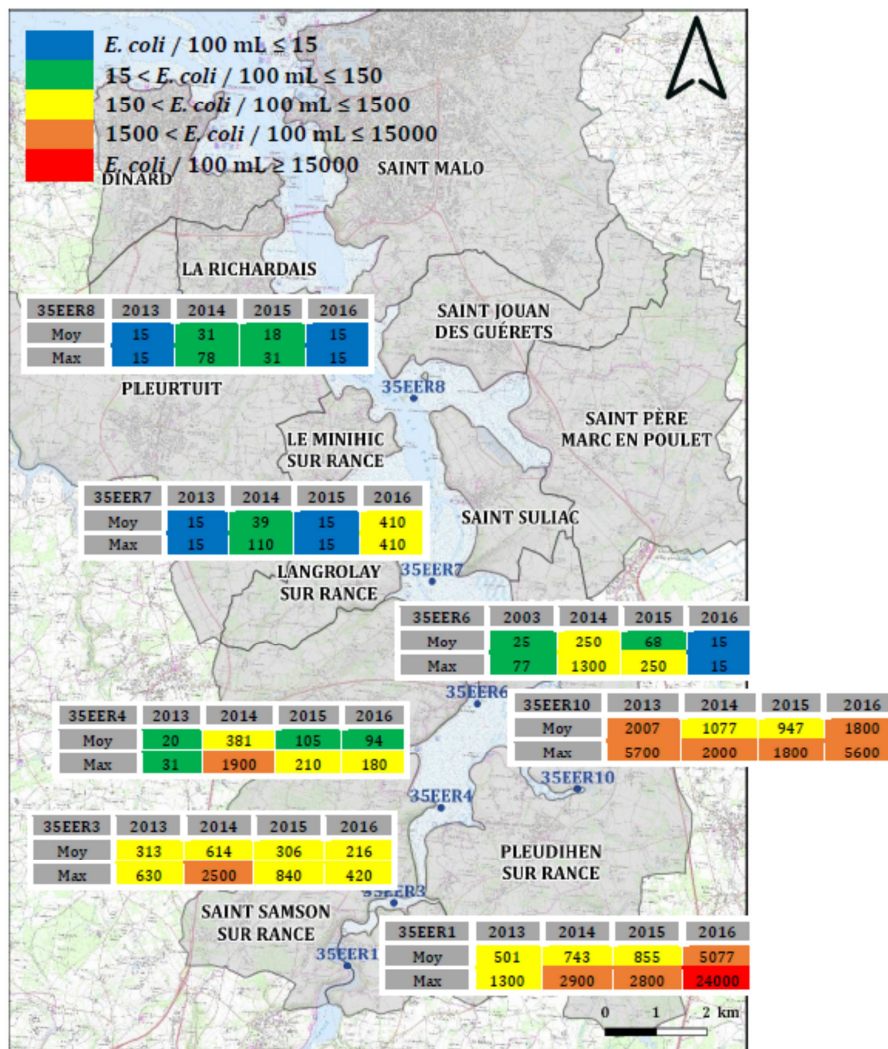


Figure 9 : Réseau de suivi de la qualité des eaux estuariennes de la SPEL 22

Il s'agit d'un suivi réalisé mensuellement dans l'eau. Il a mis en évidence que la contamination microbiologique des eaux est très influencée par la salinité de l'eau. La survie des micro-organismes est favorisée dans des eaux moins salées. Un gradient décroissant du sud au nord apparaît ainsi, à nuancer par le fait que les points situés au nord sont plus éloignés du bord littoral. Ce réseau relève la même saisonnalité des contaminations du milieu que le REMI, avec des concentrations plus importantes en hiver.

2.2 Identification des sources de contamination

La qualité sanitaire des coquillages est directement liée à la qualité microbiologique des eaux littorales, qui elle-même résulte principalement des rejets en mer des activités humaines (domestiques, agricoles, etc.). La conchyliculture est donc fortement tributaire des activités anthropiques présentes sur le territoire.

2.2.1 Pression anthropique

2.2.1.1 Population résidente

La figure suivante présente la répartition de la population par maille de 200x200m.

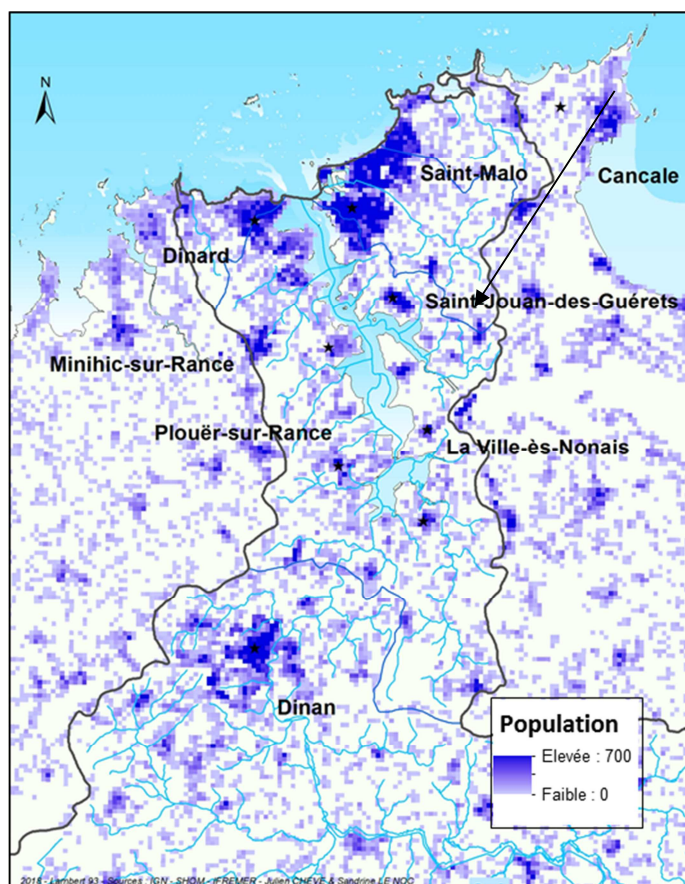


Figure 10 : Distribution de la population résidente autour de la baie de la Fresnaie (Données BD Carthage (SANDRE OIE), INSEE 2012)

Le littoral est un territoire en principe plus urbanisé que l'arrière-pays. On retrouve ce constat le long des villes balnéaires comme Saint-Malo et Dinard. Le littoral nord est constitué d'un cordon linéaire urbain. Au Sud, l'estuaire reçoit les eaux de la Rance fluviale qui parcourt l'agglomération de Dinan. Au milieu, l'estuaire est ponctué de villes et villages profitant des attraits qu'offre l'estuaire. La densité de population résidente est trois fois supérieure à la moyenne nationale (densité de 299 hab. /km², moyenne nationale à 98.8 hab. /km²).

2.2.1.2 Activités touristiques

La capacité d'accueil touristique (nombre de lits au m²) en 2010 en Bretagne Nord est représentée en Figure 11.

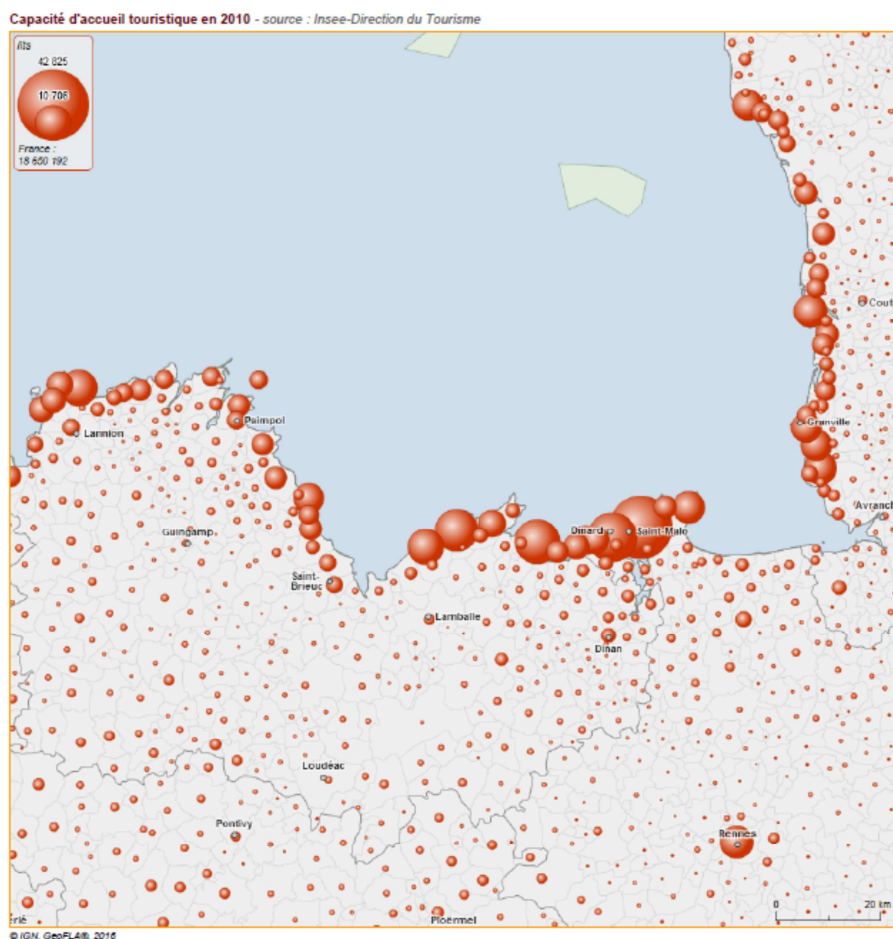


Figure 11 : Capacité d'accueil touristique en 2010 en Bretagne Nord - Source Observatoire National de la Mer et du Littoral - Données Insee, direction du tourisme (IGN Géo FLA 2016)

La capacité d'accueil touristique en 2010 est dans l'ensemble bien plus importante que sur le reste du territoire le long du bandeau littoral en Bretagne Nord. Celle-ci présente les plus fortes densités sur la plupart des communes littorales des départements des Côtes d'Armor et d'Ille-et-Vilaine à l'exception de la baie du Mont-Saint-Michel et du fond de la baie de Saint-Brieuc, littoraux à vocation agricoles.

La baie de Saint-Malo est le secteur le plus touristique de Bretagne Nord.

2.2.1.3 Assainissement

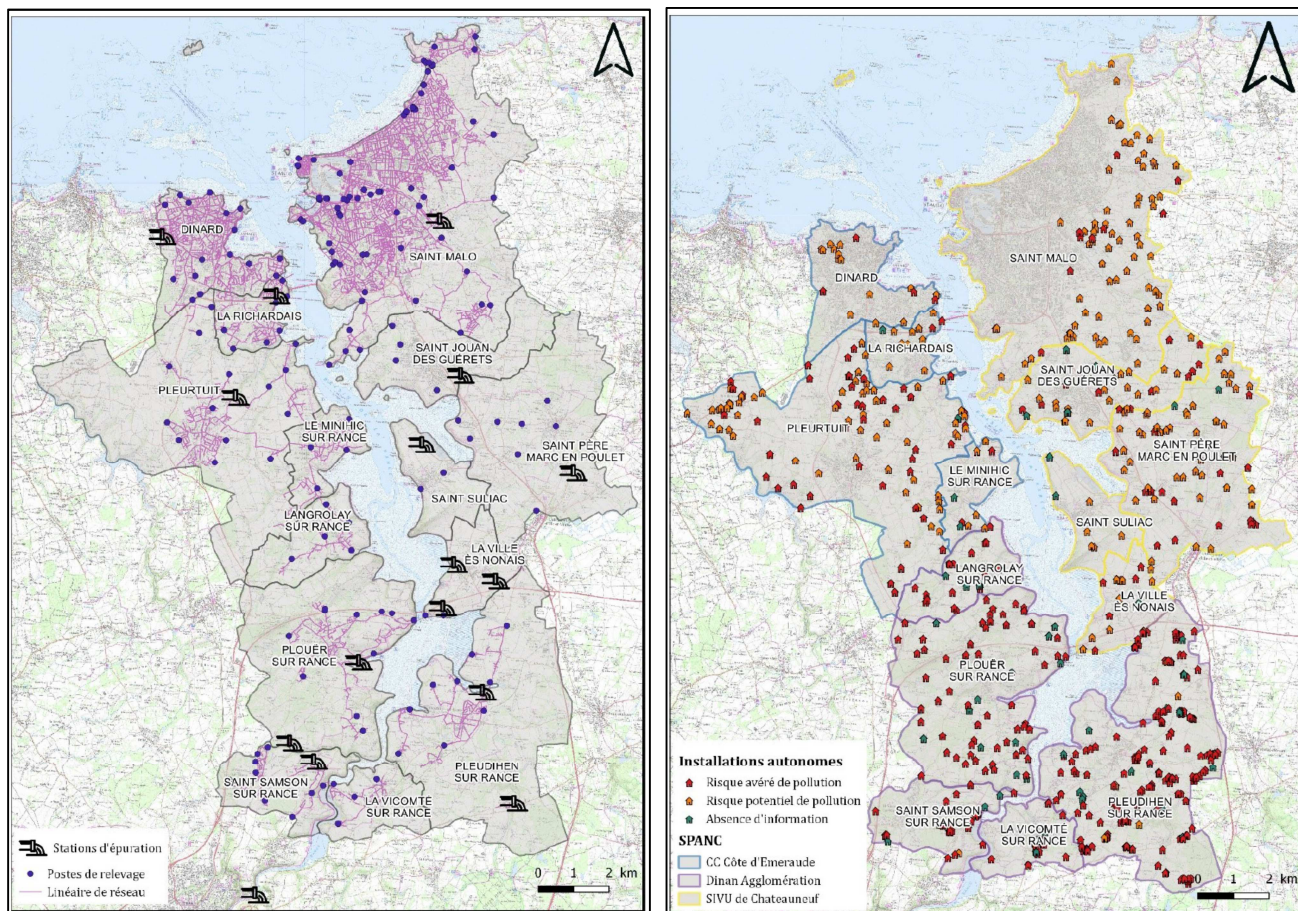


Figure 12 : Assainissement collectif à gauche : Réseaux et infrastructures de collecte et de traitement des eaux usées. Assainissement non collectif droite : Territoires d'intervention des SPANC & Etat des lieux de la conformité des installations autonomes
Atlas de la qualité microbiologique en Rance, CCEUR Emeraude, 2018

Compte tenu des densités importantes de résidents et de l'importante fréquentation touristique en saison estivale, les infrastructures d'épuration des eaux sanitaires constituent un point essentiel pour évaluer et remédier aux impacts de la qualité microbiologiques des eaux.

Les réseaux d'assainissement sont nombreux, présents partout où l'urbanisation se densifie. Il y a 15 Stations de Traitement des Eaux Usées (STEU, ou Station d'EPuration des eaux polluées STEP) et plus de 150 postes de relèvement. Les réseaux captent les eaux sanitaires mais aussi pour partie des eaux pluviales et peuvent être sensibles aux conditions météoriques. Leur capacité hydraulique (capacité à contenir et gérer tous les volumes d'eau reçus) est essentielle. En cas de défaillance (bypass), ce sont des rejets d'eaux brutes, parfois avec des volumes importants, qui se font directement dans le milieu naturel. La plupart de ces réseaux connaissent régulièrement des épisodes de débordement. Plusieurs STEU sont capables d'abattre considérablement les pollutions microbiologiques de leurs effluents. C'est le cas de Plouër-sur-Rance qui dispose de traitements modernes et poussés, ou de Saint-Coulomb, Saint-Suliac, Saint-Jouan-des-Guérets et Saint-Père qui disposent de traitements plus classiques mais bien dimensionnés.

L'Assainissement Non-Collectif (ANC), ou assainissement autonome, est le suppléant de l'assainissement collectif lorsque les réseaux ne sont pas accessibles aux habitations. Il peut devenir problématique si les installations ne sont pas conformes et qu'elles sont proches du littoral ou des fleuves. Un certain nombre d'ANC remplissent ces conditions. Ils sont à traiter au cas par cas. C'est

notamment une problématique prioritaire au niveau du Havre de Rothéneuf, dont les équipements ne sont pas présentés sur ces cartes.

2.2.2 Occupation des sols

La Figure 13 présente les données Corine Land Cover de 2006. La part des zones artificialisées (zones urbaines, d'activités et commerciales) y est importante. L'agriculture est également présente le long de l'estuaire avec des exploitations plutôt tournées vers l'élevage de bovin et les cultures associées (maïs, blé) et une activité maraîchère importante dans la partie Nord-Est.

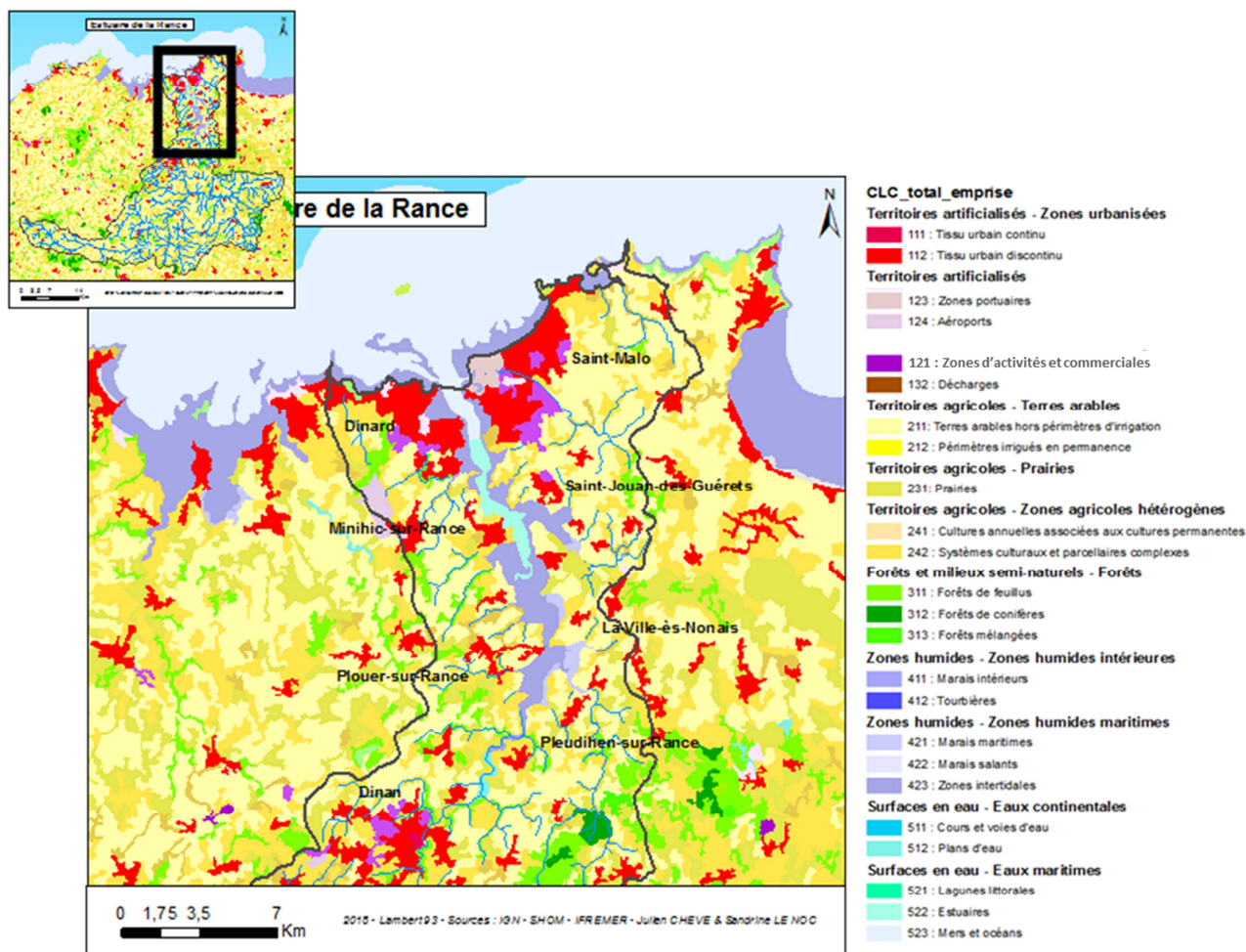


Figure 13 : Occupation des sols, estuaire de la Rance
(Données BD Carthage (SANDRE OIE), Corine Land Cover 2006)

2.2.3 Pression agricole

La Figure 14 présente les différentes données disponibles dans la banque DISAR (Diffusion Interactive des Statistiques Agricoles de Références) concernant les densités d'élevage de différentes espèces en 2010.

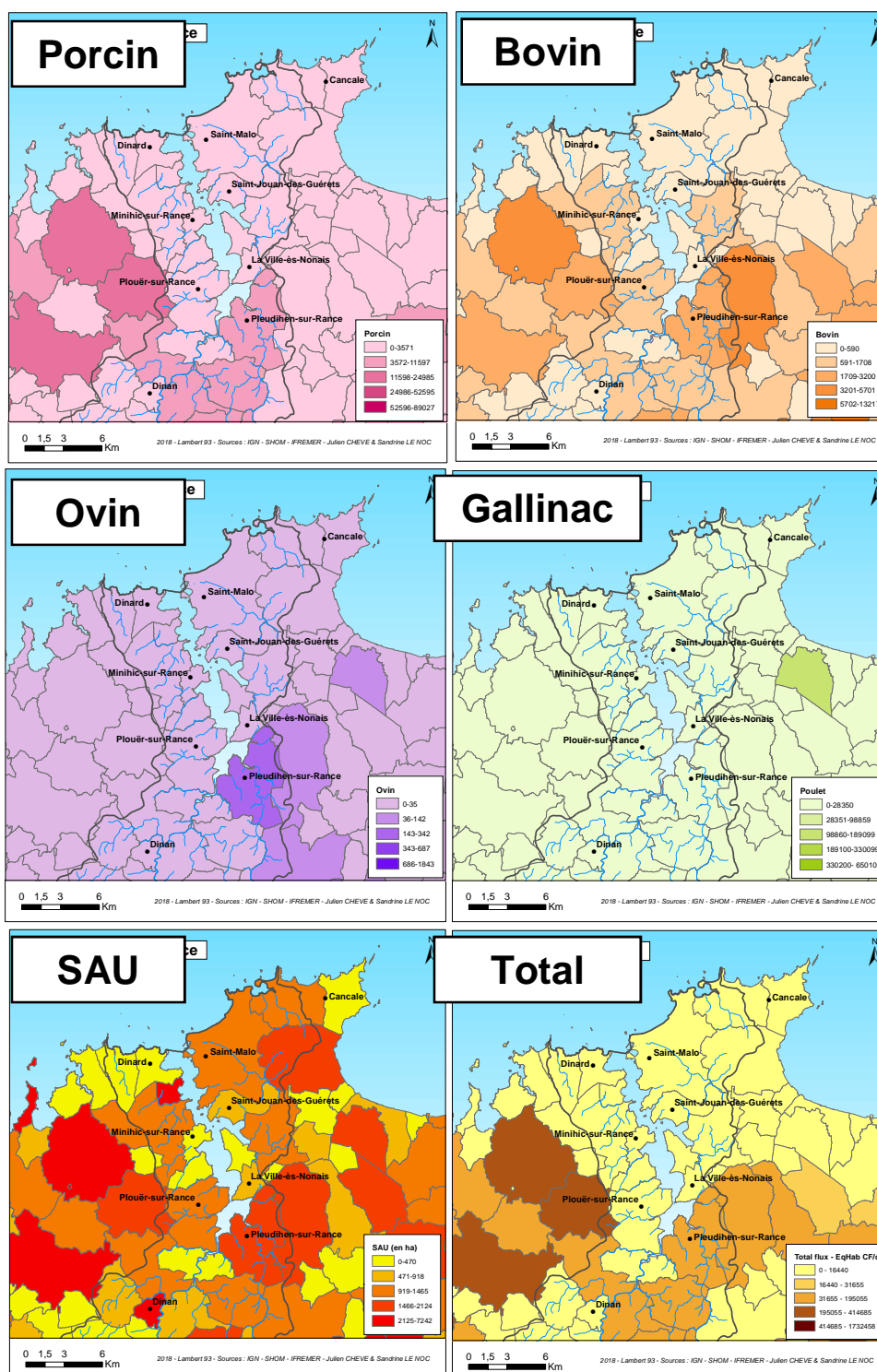


Figure 14 : Cartographie des densités des élevages (bovin, porcin, poulet, ovin), la Surface Agricole Utile (données BD Carthage (SANDRE OIE)) et synthèse des flux microbiologiques agricoles en équivalent habitant coliformes totaux/jour (Données en ligne DISAR-SSP)

L'activité agricole est très présente sur toutes les communes du bassin versant mais dans des densités d'élevage relativement faibles par rapport aux autres communes françaises. Les élevages les plus nombreux sont ceux des bovins.

La carte « Total » fait la synthèse des flux microbiologiques d'origine agricole en Equivalent Habitant Coliformes Totaux par jour. La SAU (Surface Agricole Utile) est un indice statistique permettant d'évaluer le territoire consacré à la production agricole, il comprend les terres arables, les surfaces toujours en herbe et les cultures pérennes.

La commune la plus susceptible de rencontrer des problèmes de contamination microbiologiques des eaux par l'agriculture (ruissellement des parcelles, passage de ruisseau par les troupeaux ...) est Pleudihen-sur-Rance.

2.3 Atlas de l'association CŒUR Emeraude

L'ensemble des thèmes abordés dans ce chapitre 2 est présenté en détail dans l'Atlas de la qualité microbiologique en Rance élaboré par l'association CŒUR Emeraude (2018) dans le cadre du partenariat du projet VIBRance.

Cet atlas présente également une synthèse des enjeux et des risques à l'échelle communale sur l'ensemble de l'estuaire de la Rance.

Ce document constitue l'étape finale du diagnostic du bassin versant.

3 Flux et contribution relative des sous-bassins versants – Campagne de terrain

Après la réalisation du diagnostic de l'état de la qualité sanitaire du littoral et des sources associées, VIBRance a eu pour but de mettre en œuvre des campagnes de terrain afin d'identifier l'ensemble des exutoires sur l'aire d'étude et d'en mesurer les contributions en terme de flux de contamination.

A l'échelle du territoire ce travail était ambitieux, du fait du nombre important d'exutoires potentiels. Trois campagnes de terrain ont pu être réalisées ciblant des périodes caractéristiques de l'année (en période hivernale et estivale) et une période favorisant les contaminations (période pluvieuse).

3.1 Identification des exutoires

Plusieurs jours ont été consacrés au repérage des exutoires le long du littoral de la zone d'étude et à la préparation des futures campagnes d'échantillonnages (position, accès, profil d'exutoire).

La Figure 15 présente les principales sources potentielles de contamination bactériologique relevées au cours du projet. Elles ont été déterminées en fonction de leur proximité et/ou de leur impact potentiel sur l'estuaire de la Rance. 76 points ont été identifiés, répartis en trois catégories : exutoires pluviaux, exutoires fluviaux et exutoires de station d'épuration (STEP). Dans cette dernière catégorie, il faut distinguer les STEP dont le rejet est direct dans le milieu naturel (6 sur les 13 STEP mesurées) de celles dont le rejet rejoint un cours d'eau qui est mesuré en aval par un point fluvial (7/13).

L'identification de ces différentes sources ainsi que leurs coordonnées géographiques sont disponibles en annexe 1. Des fiches points ont également été réalisées et sont présentées en annexe 2.

Deux points supplémentaires ont également été positionnés en Rance et en Baie de Saint-Malo – Dinard. Il s'agit de points de calages dont les données ont permis la validation biologique du modèle hydrodynamique.

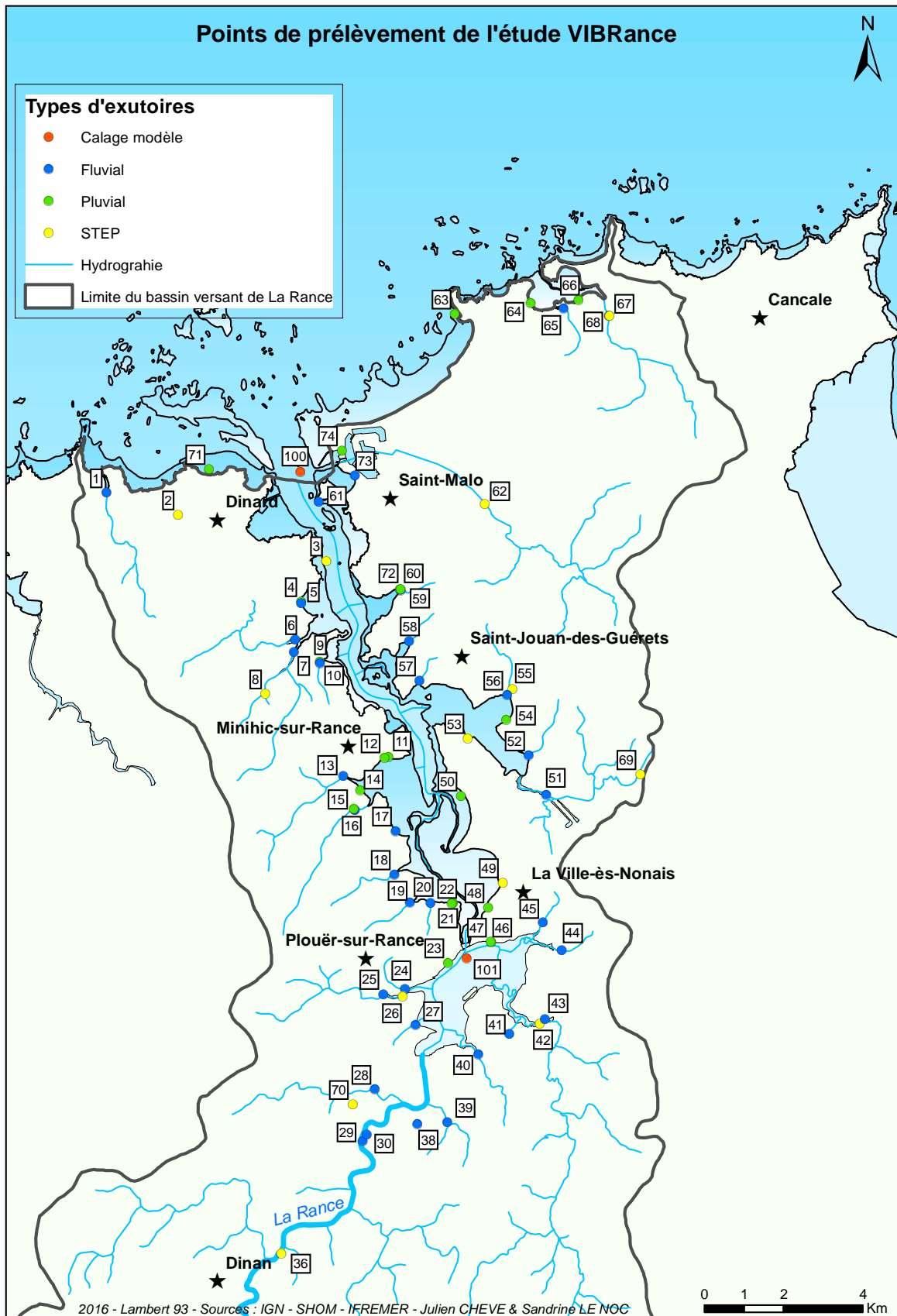


Figure 15 : Points de prélèvement identifiés dans l'étude VIBRance

3.2 Cas de l'estimation du débit de la Rance

La mesure du débit de la Rance fluviale arrivant au sud de l'aire d'étude a nécessité une analyse particulière. Il n'existe pas de point de mesure adéquat pour relever les débits, qui sont eux-mêmes influencés par un système de canaux parallèles à la Rance. Afin de pouvoir mesurer le débit de la Rance, plusieurs points de mesures ont été identifiés en amont sur ses affluents principaux. Leur somme constitue la meilleure approche possible du total du débit de la Rance fluviale.

Le débit a ainsi été estimé à 92,9 % à partir de cinq points de mesure. Ce pourcentage a été calculé en fonction de la surface des sous-bassins versants représentés par les points de mesure, par rapport au bassin versant total de la Rance fluviale : soit 2 % pour le sous-bassin versant de « La fontaine », 6,2 % pour « Le Guinefort », 51 % pour « La Rance à Evran », 30,6 % pour « Le Linon », 1,6 % pour « Le Brice » et 1,5 % pour « Le Gué Parfond ». Les points de mesure sont détaillés dans la figure ci-dessous.

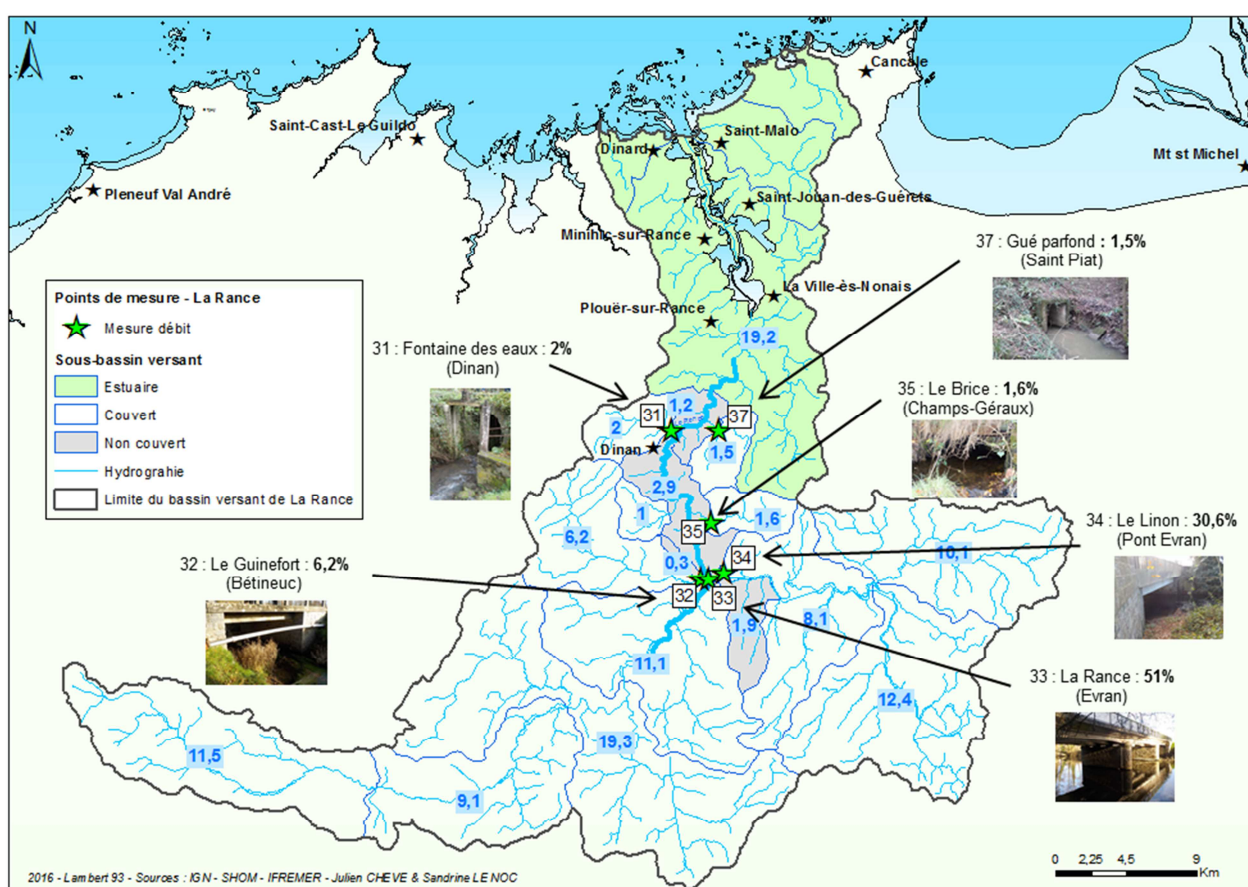


Figure 16 : Carte des surfaces des sous-bassins versants de la Rance fluviale et identification des points de mesure du débit

L'étude VIBRance est l'occasion d'illustrer la relation qui existe entre la surface des bassins versants et les débits qu'ils recueillent. Cette analyse est réalisée à deux échelles, celle de la Rance fluviale et celle de la Rance estuarienne.

3.2.1 Analyse sur les débits et les rapports de surfaces des sous-bassins versants – Rance Fluviale

La figure suivante montre la relation entre les débits et les surfaces des sous-bassins versants de la Rance fluviale. Il intègre également le point de la Banque Hydro, mesuré à Saint-Jouan de l'Isle².

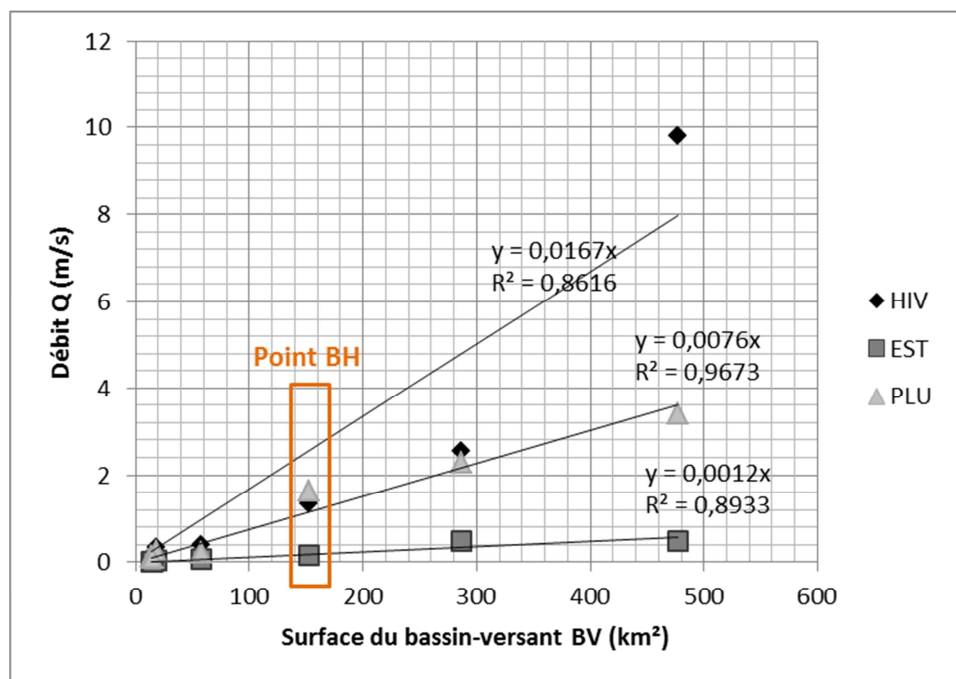


Figure 17 : Graphique de la relation entre les surfaces et les débits mesurés des sous-bassins-versants en Rance fluviale (gauche), HIV : campagne hivernale, EST : estivale et PLU : Pluviale

Malgré le peu de données disponibles, il existe bien une relation entre la surface des sous-bassins versants et leur débit ($p < 0.0001$ pearson). Cette relation explique environ 90 % (coefficient de détermination, R^2) de la variabilité des données lorsqu'on prend l'ensemble des points mesurés pour la Rance fluviale et cela sur les trois campagnes.

Cependant cette relation perd de sa force en cas de forte pluviométrie. Si la droite de régression rassemble la plupart des données pour les campagnes hivernale et estivale (réalisée en conditions sèches), la droite de la campagne pluvieuse induit des erreurs plus importantes (jusqu'à 80 % d'erreurs).

Ceci peut permettre de pouvoir appliquer un simple rapport de surface pour pouvoir estimer le débit d'un sous-bassin versant non mesuré en cas de conditions sèches, avec des débits stabilisés.

Dans le cadre de VIBRance, 93 % du débit réel de la Rance a été mesuré. Un facteur de 1,07 (+7 %) a ensuite été appliqué pour se rapprocher du débit total. L'erreur totale maximale estimée, atteinte pour la campagne pluviale, est de $0,8 * 0,07 = 0,056$ (5,6 %).

² <http://www.hydro.eaufrance.fr/presentation/procedure.php>

3.2.2 Analyse sur les débits et les rapports de surfaces des sous-bassins versants – Rance estuarienne

Les deux figures suivantes présentent la carte de l'ensemble des sous-bassins versants de la Rance estuarienne et les relations entre les débits et les surfaces de ces sous-bassins versants. Elles intègrent également le point de la Banque Hydro, mesuré à Saint-Jouan-de-l'Isle.

Le graphique de droite est le même que celui de gauche mais zoomé sur les plus petits bassins versants.

Cette analyse, portée sur plus de trente points sur les trois campagnes, permet de préciser les observations du paragraphe précédent.

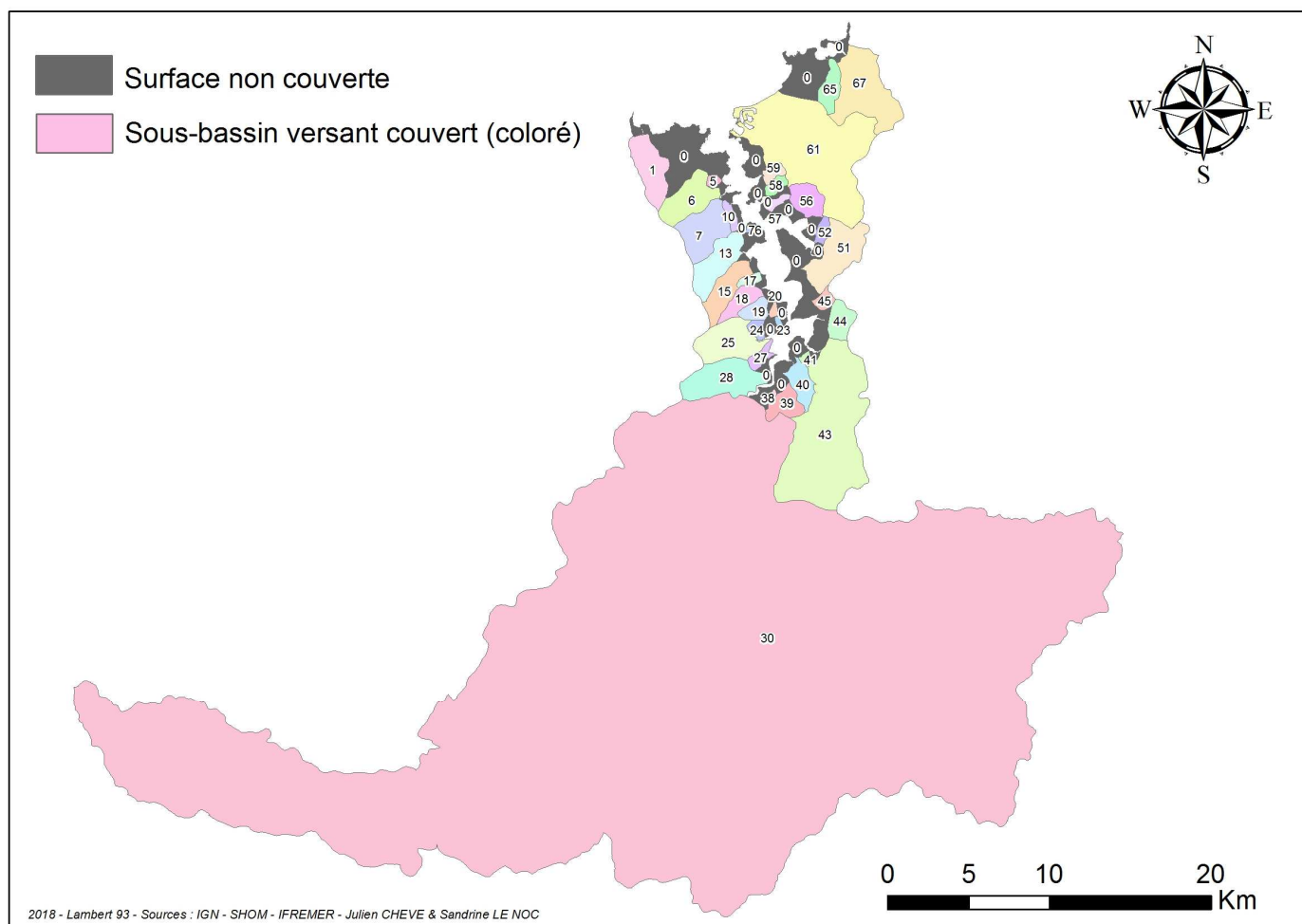


Figure 18 : Carte de l'ensemble des sous-bassins-versants des exutoires prélevés de l'aire d'étude et plus particulièrement de l'estuaire de la Rance

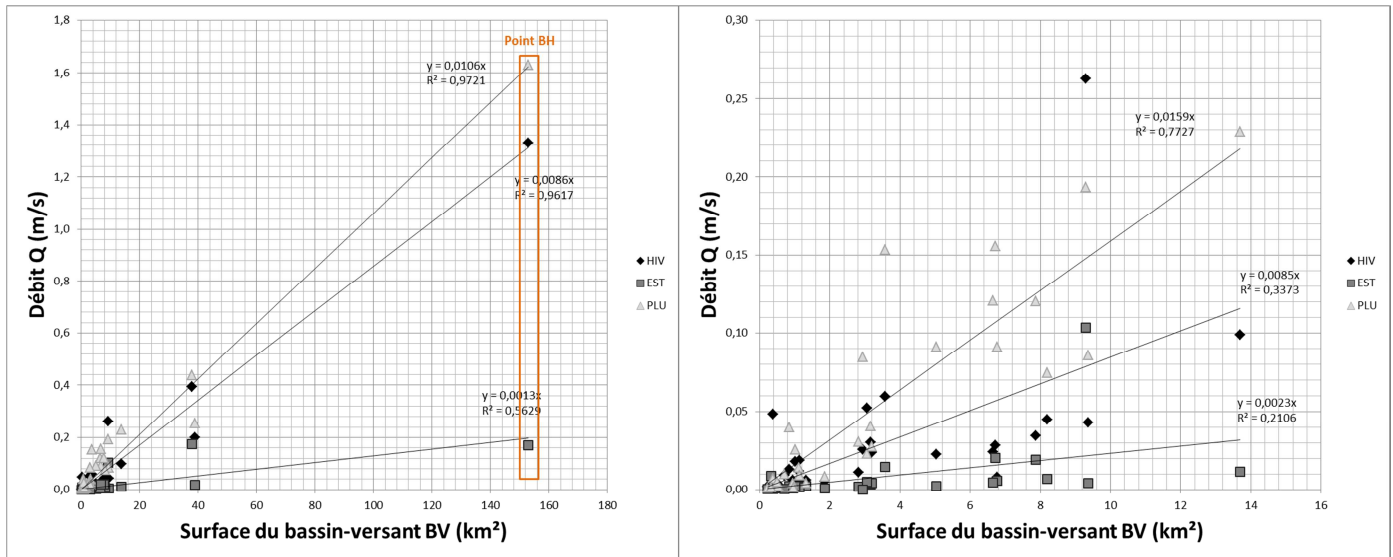


Figure 19 : Graphique de la relation entre les surfaces et les débits mesurés des sous-bassins versants de l'estuaire de la Rance (gauche), zoom sur les plus petits bassins-versants (droite), HIV : campagne hivernale, EST : estivale et PLU : Pluviale

Pour les deux jeux de données, il existe bien une relation entre la surface des sous-bassins versants et leur débit ($p < 0.0001$ pearson). Mais cette relation perd considérablement de sa force si on zoome sur les données des petits bassins versants ($> 15 \text{ km}^2$). Dans le second graphique, les coefficients de détermination chutent jusqu'à 21 %.

Dans ces conditions, la variabilité des débits ne peut plus raisonnablement être expliquée par la relation linéaire débit/surface, l'erreur pouvant atteindre 300 % en condition pluvieuse, et 500 % en étiage. Cette fois-ci, l'erreur augmente avec la faiblesse des débits.

Ces erreurs s'expliquent par :

- L'hétérogénéité des surfaces des bassins versants, en fonction de leur urbanisation (surface imperméable), dont l'influence augmente à mesure que les bassins sont petits.
- L'éloignement du bassin versant de référence, dont les eaux météoriques reçues diffèrent à mesure que le bassin du débit calculé est loin. Ceci est dû à la dispersion des passages nuageux, particulièrement forte en zone littorale.
- L'intensité de la pluviométrie et la capacité des bassins versants à y répondre.
- La composition des sous-sols de la région, d'origine cristalline dont les fracturations influencent considérablement les débits des cours d'eau.

Pour l'estuaire de la Rance, la relation des rapports de surfaces pour pouvoir estimer le débit d'un sous-bassin versant non mesuré, ne peut pas s'appliquer dans les cas suivants :

- Forte pluviométrie.
- Pour des sous-bassins versants trop petits et/ou trop éloignés géographiquement du bassin versant de référence (ici 15km et 15km²).

3.3 Stratégie d'échantillonnage

3.3.1 Protocole d'échantillonnage

Trois campagnes de prélèvement étalées sur deux jours ont été réalisées :

- Campagne hivernale (HIV) : 23 et 24 mars 2016, en période hivernale par temps sec correspondant à la période de crue.
- Campagne estivale (EST) : 20 et 21 juillet 2016 en période estivale par temps sec correspondant à la période d'étiage.
- Campagne pluviale (PLU) : 7 et 8 mars 2017 en période hivernale suite à une pluviométrie importante (20 mm).

L'*Escherichia coli* est la bactérie trace de la contamination microbiologique fécale. Les prélèvements d'eau pour l'analyse en *Escherichia coli* et en MES (Matières En Suspension) ainsi que la mesure du débit ont été réalisés sur les exutoires recensés. Les prélèvements des sept points du réseau REMI ont également été réalisés en même temps que les campagnes VIBRance.

Des prélèvements d'eau pour l'analyse en *Escherichia coli* et en MES ont également été effectués toutes les heures pendant 6 heures autour de la basse mer sur les points de calages identifiés en Rance maritime et en baie de Saint-Malo. Ces prélèvements avaient pour but de valider biologiquement le modèle hydrodynamique.

207 prélèvements ont été réalisés.

Les prélèvements d'eau ont été réalisés à chaque exutoire à l'aide d'une perche afin de remplir un flacon de 500 ml pour le dénombrement des *E. coli* et un flacon d'un litre pour les MES. Tous les échantillons ont été acheminés à la fin de chaque journée en glacière isotherme au LABOCEA de Ploufragan pour analyse.

La mesure des débits est réalisée lors des prélèvements d'eau par deux méthodes :

- Avec des courantomètres mécaniques, acoustiques et magnétiques : plusieurs points de mesure de vitesse sont réalisés sur la lame d'eau et le débit moyen est extrapolé.
- Avec un seau et avec un chronomètre sur certains points quand la mesure du débit à l'aide d'un courantomètre n'est pas possible (filet d'eau de canalisation).

La mesure du débit aux stations d'épuration a été fournie par les gestionnaires des STEP.

Afin de mesurer en continu la salinité dans l'estuaire sur une période de deux semaines et dans le but de valider physiquement le modèle, une sonde de mesure haute fréquence Température, Pression et Salinité (TPS) a été immergée en Rance.

La figure suivante présente des illustrations des différentes phases des campagnes de terrain VIBRance.

<p>Prélèvements d'eau pour l'analyse en <i>Escherichia coli</i> et en MES</p>	<p>Prélèvements de coquillages pour l'analyse en <i>Escherichia coli</i></p>	<p>Mesures hautes fréquence de la salinité</p>
		
<p>Terminal mobile du courantomètre magnétique</p>	<p>Capteur du courantomètre magnétique</p>	<p>Dépôt des échantillons</p>
		

Figure 20 : Matériels et opérations de terrain des campagnes VIBRance

3.3.2 Méthodes d'analyses

Le dénombrement des *E. coli* dans l'eau a été réalisé par le LABOCEA de Ploufragan selon la méthode NPP-microplaques, norme NF EN ISO 9308-3 : "Recherche et dénombrement des *Escherichia coli* et des bactéries coliformes dans les eaux de surface et résiduaires". Les analyses débutent dans les 24 heures suivant le prélèvement afin de bénéficier de l'accréditation COFRAC.

Les résultats sont exprimés en nombre d'*E. coli* pour 100 ml d'eau et la limite de quantification est de 15 *E. coli*/100 ml. La mesure de la concentration en MES a été réalisé par le LABOCEA de Ploufragan avec la méthode Filtration/Gravimétrie, selon la Norme NF EN 872. Les résultats sont exprimés en mg/l d'eau et la limite de quantification est de 2 mg/l.

3.4 Résultats

3.4.1 Origines des flux

L'annexe 3 (en format numérique) donne les résultats bruts des trois campagnes de terrain.

Les flux d'*E.coli* sont obtenus en multipliant les débits par les concentrations. Une hypothèse importante de l'étude est la stabilité des débits et des concentrations au moment du passage sur le terrain. Cette condition est nécessaire pour comparer à l'instant « t » les exutoires entre eux.

La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente les flux mesurés au cours des trois campagnes de terrain. Le tableau indique la somme et la moyenne des flux : STEP se rejetant directement dans l'estuaire (en jaune), exutoires des fluviaux (en bleu), des pluviaux (en vert) et les exutoires mixtes (fluviaux recevant également des rejets de STEP, en bleu clair). Les diagrammes représentent la part de chaque type de sources en pourcentage.

Ces éléments permettent de tirer quelques conclusions générales.

<i>E.coli</i> / s	Flux Hivernale	Flux Estivale	Flux Pluviale	Moyenne Flux
STEP rejet direct	24 093 455	51 942 724	63 700 926	46 579 035
Pluvial	966 821	1 214 565	893 545	1 024 977
Fluvial	249 414 612	97 601 358	492 831 077	279 949 016
STEP rejet Fluvial	242 278 062	94 076 719	447 311 328	261 222 036
Total	274 474 888	150 758 647	557 425 549	327 553 028

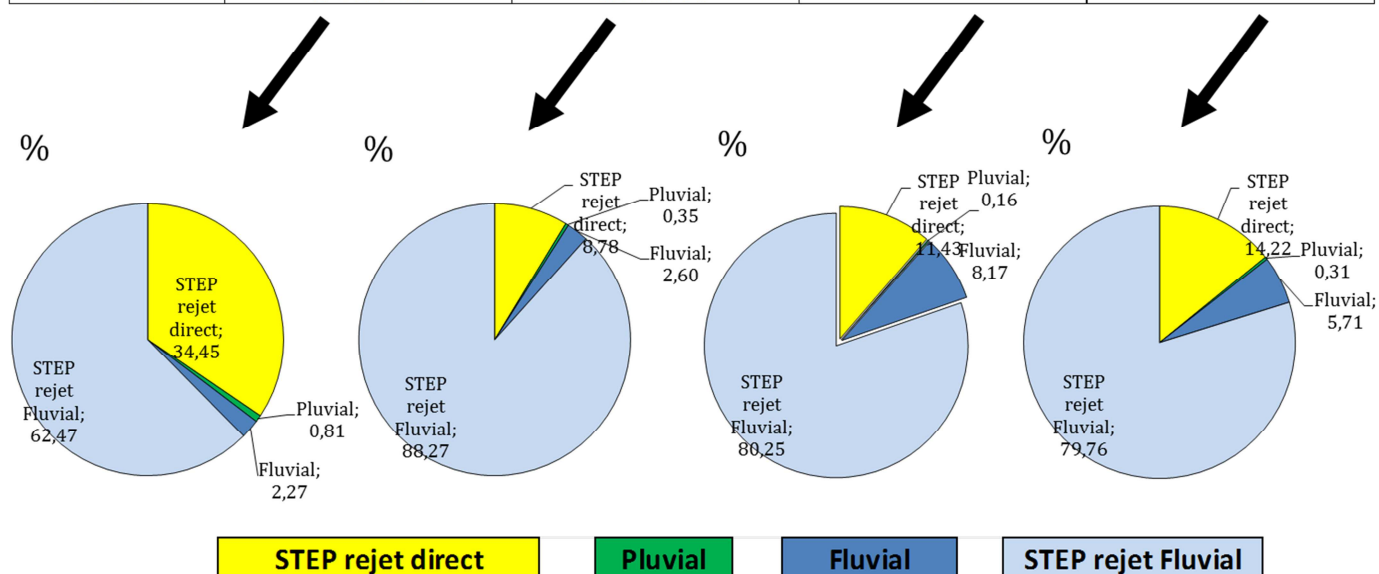


Figure 21 : diagrammes des flux microbiologiques par type d'exutoire

La campagne la plus importante en termes de flux est la campagne pluviale, puis l'hivernale. En pluviale, l'augmentation des pluies favorise le ruissellement des surfaces, le drainage des réseaux et certains débordements d'eaux brutes. En condition sèche, malgré l'augmentation de la population estivale, les réseaux d'assainissement fonctionnent correctement et les conditions de mortalité des micro-organismes sont meilleures qu'en hiver.

La moyenne du flux total d'*E.coli*/s est de 300 millions. Ce chiffre est du même ordre de grandeur que les flux totaux mesurés dans d'autres études Ifremer en baie de Saint-Brieuc (70M-9Md *E.coli*/s) et en baie de Lannion (240-900M *E.coli*/s), mais en restant dans l'intervalle basse des flux de ces études précédentes.

La comparaison des rejets directs des STEP (part jaune) avec les exutoires fluviaux strictes (bleu foncé) et pluviaux strictes (vert) montre que la part de l'assainissement collectif est toujours majoritaire (STEP). Les exutoires représentés en bleu clair (contamination mixte) représentent la part la plus importante des flux, mais il faut savoir qu'au sein de cette catégorie, la majeure partie des flux mesurés sont eux-mêmes imputables aux STEP qui s'y rejettent.

Au vu de ces premiers résultats, l'assainissement collectif est prioritairement visé pour la mise en place de mesures de remédiation.

Cependant on note que pour la campagne pluviale la part des rejets fluviaux stricts est deux à cinq fois plus importante que pour les campagnes précédentes. Ceci indique que d'autres sources comme l'agriculture ou l'ANC, sujets au vecteur hydrique, peuvent présenter des contributions locales non négligeables.

3.4.2 Flux contributeurs

Les histogrammes suivants expriment la contribution en pourcentage de chaque exutoire vis-à-vis du flux total pour les trois campagnes de terrain. Afin de visualiser correctement la part de chaque flux, l'ordonnée est coupée à 0,2 % ce qui signifie que les premiers flux sont hors-graphique et indiquent donc leur importance dans la contribution totale. Le code couleur sur le type d'exutoire est le même que précédemment. Les flèches au-dessus de certains exutoires indiquent qu'une STEP se trouve en amont du point de prélèvement.

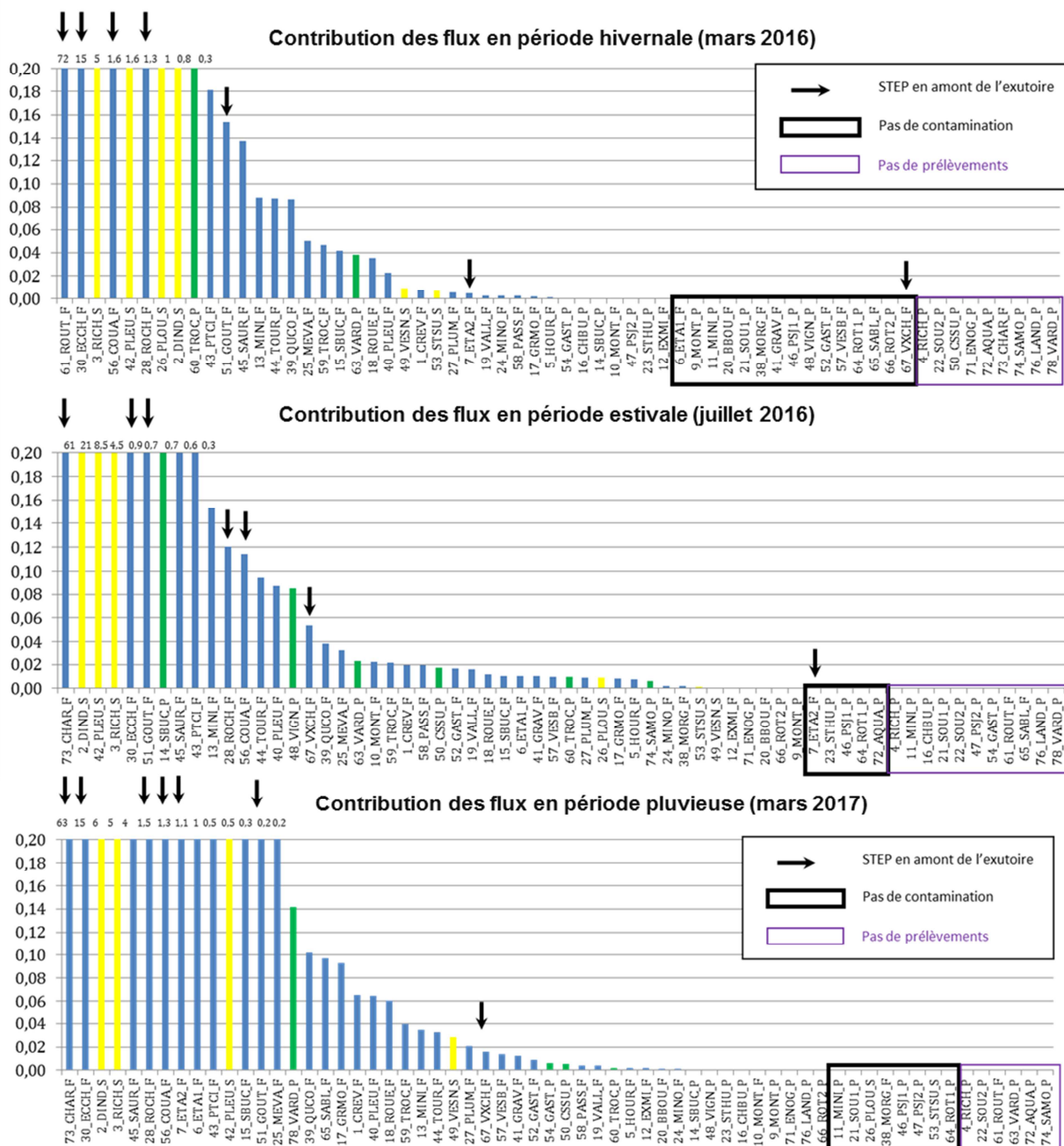


Figure 22 : histogrammes des contributions en pourcentage des flux aux exutoires des trois campagnes de terrain VIBRance

Sur chacune des campagnes la moitié des exutoires a une contribution nulle à négligeable (inférieure à 0,02 % du total).

Les 15 premiers contributeurs constituent 99 % du flux total arrivant dans le milieu. Ces exutoires sont majoritairement représentés par des rejets associés aux réseaux d'assainissement. C'est le cas des premiers contributeurs : Dinan, Pleudihen, La Richardais, Dinard et Saint-Malo.

Certains fluviaux sont significatifs : La Couaille (Saint-Jouan-des Guérets), La Goutte (Saint-Père), Le Troctin (Barrage), Le Pont des Cieux (Pleudihen-sur-Rance), La Saurais (Ville-Es-Nonais) et Saint-Buc (Minihic-sur-Rance).

Certains pluviaux ont eu une contribution notable pour au moins une des campagnes d'échantillonnage : l'exutoire du Tanet, le pluvial du Vigneux, pluvial de la cale de Saint-Suliac, des

Gastines, du Troctin et de La Varde. Ces exutoires présentent un problème au niveau du réseau d'eau pluviale (Mauvais branchements, canalisation vétuste...).

3.4.3 Hiérarchisation des flux

Les cartes suivantes présentent la contribution et la hiérarchisation des flux aux exutoires pendant les trois campagnes de terrain. Elles sont également disponibles en annexe 2 et 3 en plus grand format.

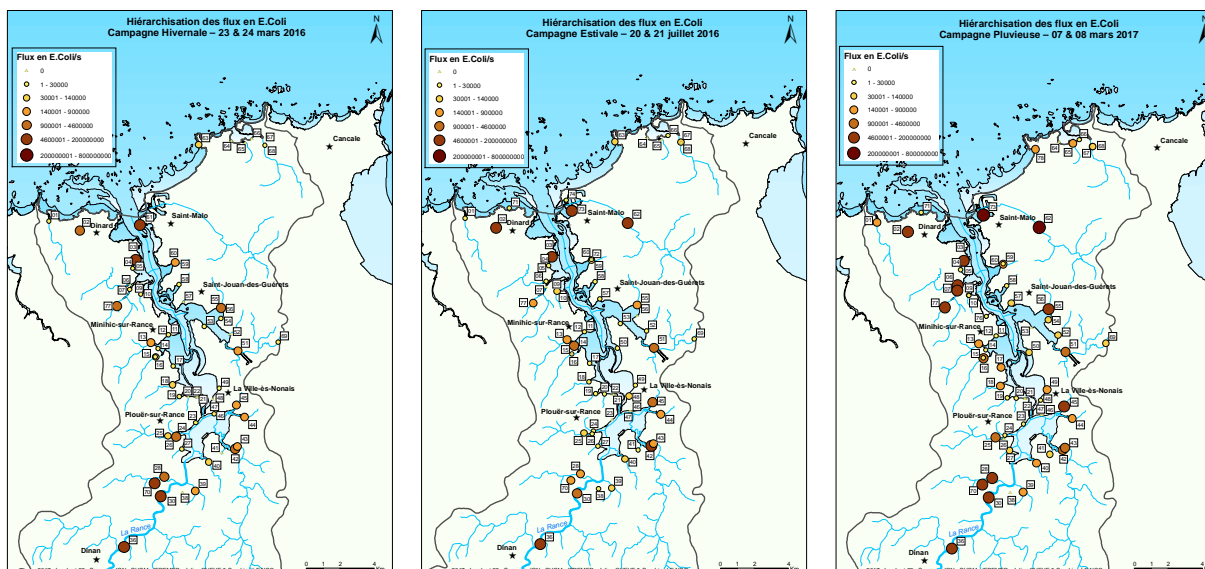


Figure 23 : Hiérarchisation des flux aux exutoires pendant les trois campagnes de terrain

Sur chacune des campagnes, on retrouve les même principaux contributeurs (Dinard, La Richardais, Saint-Malo (Le Routhouan), Pleudihen, La Couaille, La Goutte et l'écluse du Châtelier (Dinan)) avec quelques disparités sur les contributeurs secondaires (la Varde, Saint-Buc, la Sablière, pluvial de Saint-Suliac, de la Ville-ès-Nonais...). Des améliorations ont notamment été mises en évidence sur des exutoires ayant subi entre-temps des actions de remédiation (Anse des Troctin, station d'épuration de Plouër-sur-rance).

Les résultats sont présentés par secteur à partir de la carte suivante, faisant la synthèse des trois campagnes de terrain.

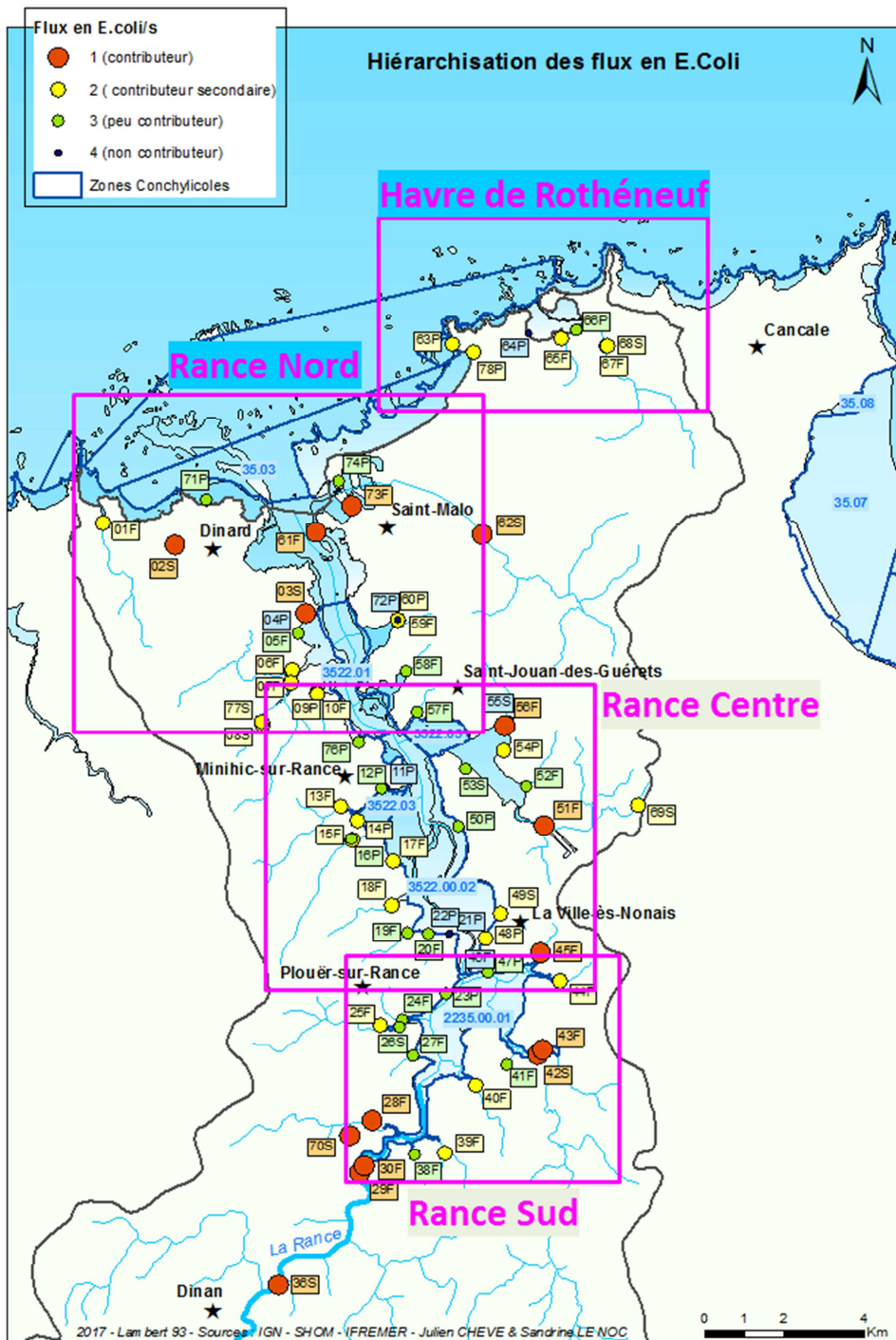


Figure 24 : Hiérarchisation des flux aux exutoires, campagnes de terrain confondu

3.4.3.1 Rance Sud

En Rance sud, le contributeur majeur est le point 30 en amont de l'écluse du Châtelier. Il reçoit les rejets de l'agglomération de Dinan dont le point 36 qui représente la station d'épuration de la ville. Viennent ensuite le point 42 (STEP de Pleudihen-sur-Rance), le 45 par temps pluvieux (La Saurais) et le 70 (STEP de Saint-Samson-sur-Rance). Les contributeurs dits secondaires sont le point 43 (Fluvial du Pont de Cieux à Pleudihen-sur-Rance) et le 25 (Fluvial du Mévault à Plouër-sur-Rance). Les contaminations de la STEP de Plouër-sur-Rance (point 26) ne sont plus visibles sur la dernière campagne de terrain en raison des travaux qui ont été réalisés pendant cette étude.

3.4.3.2 Rance Centre

En Rance centre, les contributeurs majeurs se situent rive droite, ce sont les fluviaux de la Couaille (n°56) et de la Goutte (n°51) dont le problème de contamination n'est pas lié aux STEP de Saint-Jouan-des-Guérets ni de Saint-Père. Les contributeurs secondaires, situés rive gauche, sont le 13 (fluvial du Minihic-sur-Rance), le 14 (pluvial de Saint-Buc) et le 15 (fluvial de Saint-Buc). Ils se rejettent tous les trois sur la grève du Marais au niveau de la zone de production 3522.03.

3.4.3.3 Rance Nord

En Rance Nord, les contaminations sont liées à la population urbaine du bord littoral et sont notamment liées aux réseaux d'assainissement de Dinard, La Richardais, Pleurtuit et Saint-Malo. Le Fluvial du Troctin, les étangs au niveau de la STEP de Pleurtuit ainsi que le pluvial de La Varde sont également non négligeables.

3.4.3.4 Havre de Rothéneuf

Peu de contaminations ont été observées sur les exutoires directs du havre de Rothéneuf. Seule la campagne pluvieuse a révélé des problèmes bactériologiques incriminant notamment le fluvial de la Sablière (point 65) et dans un second temps le fluvial du Vieux Chatel (point 67) dont les contaminations ne proviennent pas de la STEP de Saint Coulomb.

Conclusion de l'étape 1

Le projet VIBRance (évaluation des Impacts Bactériologiques dans l'estuaire de la Rance) est né en 2016 de l'observation de la dégradation de la qualité des zones de production conchylicole entre 2012 et 2015. Ce projet a pour but d'identifier et de hiérarchiser les sous bassins versants les plus contributeurs en termes de contamination microbiologique et leurs impacts en mer afin de diriger les actions de remédiation nécessaires pour la reconquête de la qualité du milieu.

Ce projet s'intègre dans la démarche d'élaboration de profil de vulnérabilité conchylicole engagée par le SAGE RFBB sur leur territoire de compétence, dont ce rapport (Pièce 2) constitue l'étape 1 : Pré-diagnostic de la vulnérabilité des zones conchylicoles.

Une première phase d'identification des sources de contamination potentielle est présentée à l'échelle de l'estuaire de la Rance. Elle met en évidence la forte pression urbaine et les rejets associés. L'Atlas de la qualité microbiologique en Rance élaboré par l'association CŒUR Emeraude (2018) reprend en détail et au cas par cas l'inventaire de ces sources.

Une seconde phase concerne les campagnes d'échantillonnage qui avaient pour but de quantifier les contributions relatives des flux aux exutoires. Environ 70 points ont ainsi été prélevés sur trois périodes : hivernale, estivale et pluvieuse.

Les résultats de ces campagnes ont permis une première hiérarchisation des flux par secteur et d'en révéler les sources les plus contributrices. La Figure 25 présente la synthèse de l'étape 1 du profil conchylicole : hiérarchisation des flux aux exutoires suite aux campagnes de terrain.

Ces résultats sont intermédiaires et doivent être complétés par la simulation hydrodynamique de l'impact des panaches de contamination microbiologique aux exutoires, afin de déterminer si tous les flux mis en évidence ont un impact significatif sur l'estuaire de la Rance et notamment sur les zones de productions conchylicoles. Cette étude **de la dispersion des apports contaminants en mer (étape 2 du profil conchylicole) est présentée en pièce 3.**

Secteurs	Cibles	N°	Nom_Code	Nom_Exutoire	Contribution Flux Hiv + Est + PLU (%)	Hierarchisation TERRAIN (0 : pas d'impact, 1 à 35 classement décroissant, 63 : impact non significatif)
St lunaire	1 pap loisir	1	1_CREV_F	Le Crevelin	0,0423	26
		02	2_DIND_S	STEP de Dinard	6,6832	3
Rance Nord	15 plages, zones 35.04, 35.03, 3522.01, 9 pap loisirs	02	2_DIND_S	STEP de Dinard	6,6832	3
		03	3_RICH_S	STEP de Richardais	5,1653	4
		04	4_RICH_P	La Richardais	0,0000	0
		71	71_ENOG_P	Pluvial Saint Enogat	0,0001	63
		61	61_ROUT_F	Exutoire Routhouan	65,1142	1
		62	62_STMA_S	STEP de Saint Malo	<i>rejet dans 61</i>	/
		73	73_CHAR_F	PR Charcot - Routhouan	= 61	/
		74	74_SAMO_P	Rejet pluvial Saint-Malo Intramuros	0,0009	63
		05	5_HOUR_F	La Vallée d'Hourdel	0,0025	63
		06	6 ETA1_F	L'Etanchet 1	0,5884	10
		07	7 ETA2_F	L'Etanchet 2	0,6261	9
		77	77_PLLG_S	STEP de Pleurtuit - Sortie lagune	<i>rejet dans 07</i>	/
		08	8_PLEU_S	STEP de Pleurtuit	<i>rejet dans 07</i>	/
		09	9_MONT_P	Montmarin	0,0001	63
		10	10_MONT_F	Montmarin	0,0036	63
		76	76 LAND_P	Rejet de la Landriais - La Gauthier	0,0001	63
		58	58_PASS_F	La Passagere	0,0061	63
59	59_TROC_F	Anse des Troctin	0,0389	27		
60	60_TROC_P	Anse des Troctin	0,0897	18		
72	72_AQUA_P	Rejet Aquarium Saint-Malo	0,0000	0		
Centre Rance	4 plages, 3 zones 3522.03, 3522.05 et 3522.00.02, future zone des Gastines, 4 pap loisirs	11	11_MINI_P	Le Minihic	0,0000	0
		12	12_EXMI_F	Exutoire PR Minihic	0,0011	63
		13	13_MINI_F	Le Minihic	0,0678	20
		14	14_SBUC_P	Saint Buc	0,1023	16
		15	15_SBUC_F	Saint Buc	0,1711	14
		16	16_CHBU_P	Chant Buc	0,0004	63
		17	17_GRMO_F	Grève de Morlet	0,0548	24
		18	18_ROUE_F	Roué	0,0460	25
		19	19_VALL_F	La Vallée (Souhaitier)	0,0055	63
		20	20_BBOU_F	Le Bas Bout	0,0009	63
		21	21_SOU1_P	La Souhaitier 1	0,0000	0
		22	22_SOU2_P	La Souhaitier 2	0,0000	0
		48	48_VIGN_P	Vigneux	0,0134	63
		49	49_VESN_S	STEP de la Ville-Es-Nonais	0,0190	63
		50	50_CSSU_P	Cale de Saint Suliac	0,0059	63
		51	51_GOUT_F	La Goutte	0,2842	13
		52	52_GAST_F	Les Gastines	0,0078	63
		53	53_STSU_S	STEP de Saint Suliac	0,0022	63
		54	54_GAST_P	Les Gastines	0,0039	63
		55	55_STJO_S	STEP de Saint Jouan	<i>rejet dans 56</i>	0
56	56_COUA_F	La Couaille	1,1966	8		
57	57_VESB_F	Val-Es-Bouillis	0,0095	63		
69	69_PERE_S	STEP Saint-Père	<i>rejet dans 51</i>	63		
03	3_RICH_S	STEP de Richardais	5,1653	4		
61	61_ROUT_F	Exutoire Routhouan	65,1142	1		
30	30_ECCH_F	Ecluse du Chatelier	12,7982	2		
Sud Rance	3 plages, 1 zone 2235.00.01, 1 pap loisirs	23	23_STHU_P	Saint Hubert	0,0004	63
		24	24_MINO_F	La Minotais	0,0019	63
		25	25_MEVA_F	Le Mevault	0,1478	15
		26	26_PLOU_S	STEP de Plouer	0,2854	12
		27	27_PLUM_F	Plumazon	0,0148	63
		28	28_ROCH_F	Rochefort	1,1993	7
		29	29_PONT_F	Ponton du Chatelier	<i>amont du 30</i>	/
		30	30_ECCH_F	Ecluse du Chatelier	12,7982	2
		36	36_DINA_S	STEP de Dinan	<i>rejet dans 30</i>	/
		38	38_MORG_F	Morgreve	0,0003	63
		39	39_QUCO_F	Quincoubre	0,0878	19
		40	40_PLEU_S	Pleudihen	0,0562	22
		41	41_GRAV_F	La Gravelle	0,0088	63
		42	42_PLEU_S	Step dePleudihen	2,0652	6
		43	43_PTCL_F	Pont des Cieux	0,4031	11
		44	44_TOUR_F	La Tourmole	0,0575	21
		45	45_SAUR_F	Saurais	2,3524	5
46	46_PSI1_P	Port Saint Jean 1	0,0000	0		
47	47_PSI2_P	Port Saint Jean 2	0,0001	63		
70	70_SASO_S	STEP SAMSON	<i>rejet dans 28</i>	/		
Havre	4 plages, 1 pap loisirs	63	63_VARD_P	Pointe de la Varde	0,0944	17
		78	78_VARD_P	Regard eau - Pointe de la Varde	= 63	/
		64	64_ROT1_P	Rotheneuf 1	0,0000	0
		65	65_SABL_F	La Sabliere	0,0550	23
		66	66_ROT2_P	Rotheneuf 2	0,0001	63
		67	67_VXCH_F	Le Vieux Chatel	0,0174	63
		68	68_COUL_S	STEP Saint-Coulomb	<i>rejet dans 67</i>	63

Figure 25 : Tableau de synthèse de l'étape 1, hiérarchisation des flux aux exutoires mesurés lors des campagnes de terrain VIBRance

ANNEXES

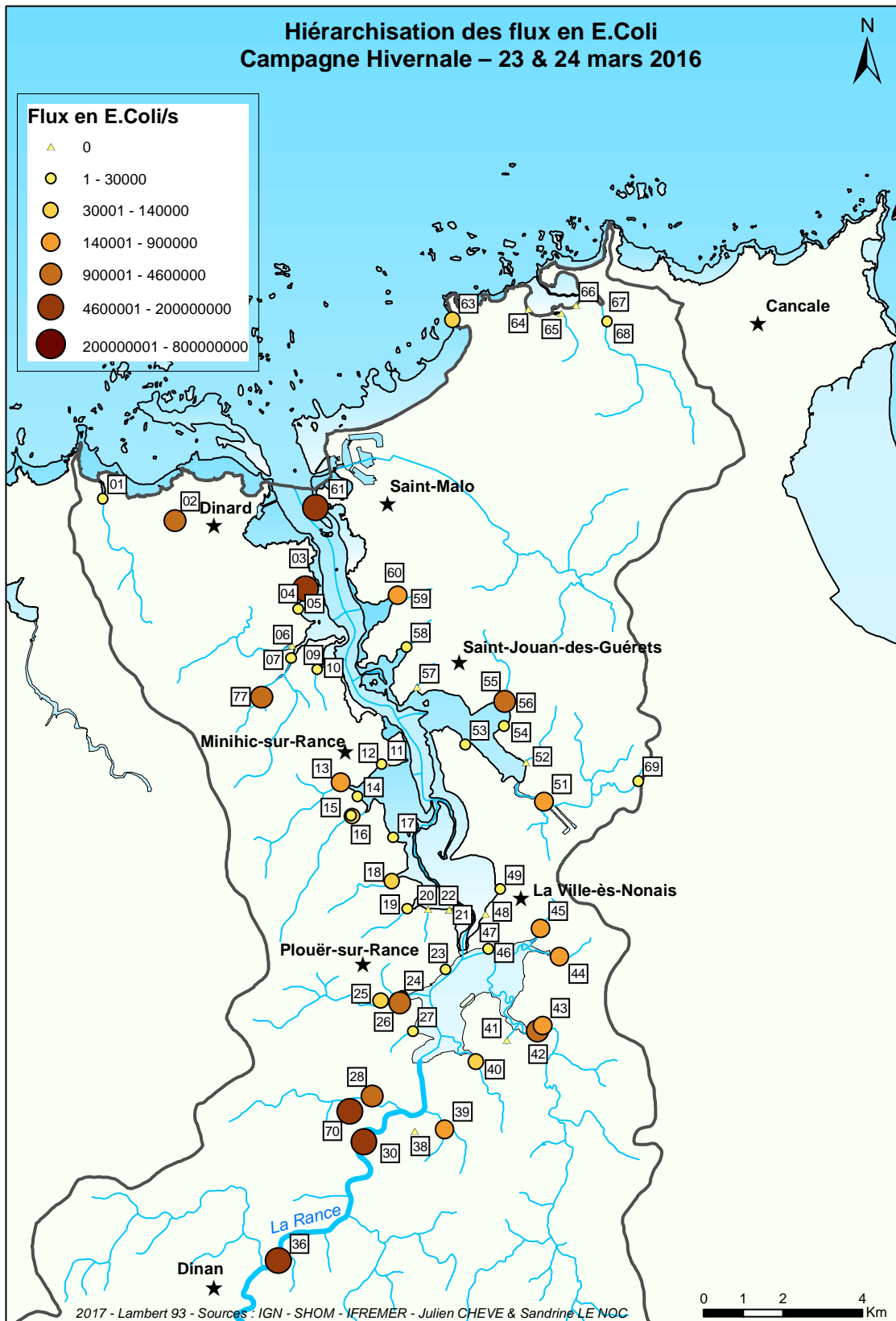
Annexe 1 : Récapitulatif des sources potentielles de contamination VIBRance.....	38
Annexe 2 : Fiches des 78 points VIBRance - ANNEXE NUMERIQUE - Format pdf	
Annexe 3 : Base de données des résultats des campagnes de terrains ANNEXE	
Annexe 4 : Hiérarchisation des flux en <i>E.coli</i> – Campagne Hivernale, Estivale, Pluviale	40
Annexe 5 : Hiérarchisation des flux en <i>E.coli</i> – Synthèse des campagnes de terrain.....	43

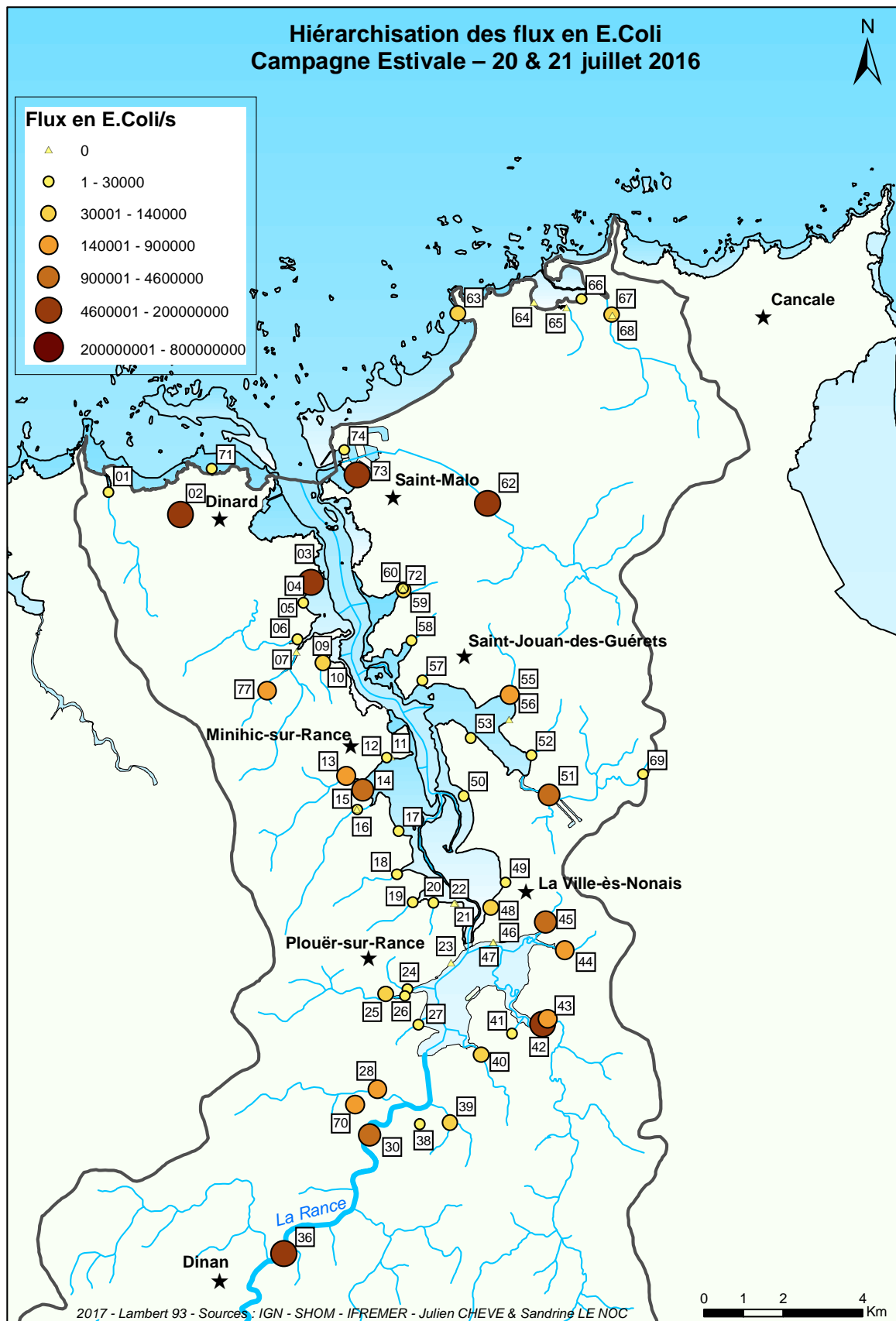
Annexe 1 : Récapitulatif des sources potentielles de contamination VIBRance

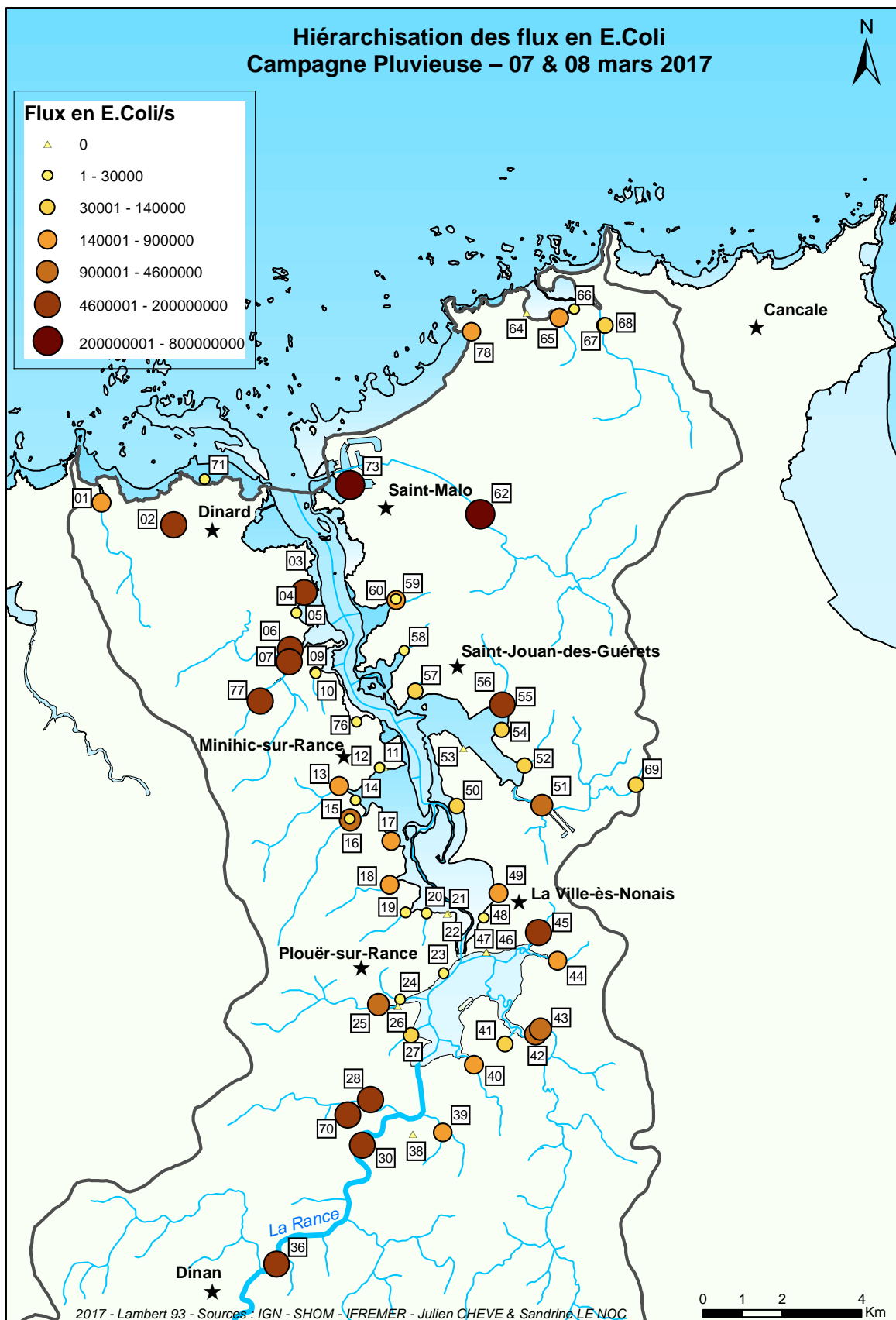
N°	Code	Nom Exutoire	Commune	Type Exutoire	Coordonnées en degrés décimaux	
					Latitude	Longitude
1	1_CREV_F	Le Crévelin	Saint-Lunaire	Fluvial	-2,10380631	48,63290736
02	2_DIND_S	STEP de Dinard	Dinard	STEP	-2,07873929	48,62892928
03	3_RICH_S	STEP de Richardais	La Richardais	STEP	-2,02710595	48,62065670
04	4_RICH_P	La Richardais	La Richardais	Pluvial	-2,03481722	48,61103403
05	5_HOUR_F	La Vallée d'Hourdel	La Richardais	Fluvial	-2,03475377	48,61072825
06	6_ETA1_F	L'Etanchet 1	Pleurtuit	Fluvial	-2,03606436	48,60236353
07	7_ETA2_F	L'Etanchet 2	Pleurtuit	Fluvial	-2,03618280	48,59950572
08	8_PLEU_S	STEP de Pleurtuit	Pleurtuit	STEP	-2,04498312	48,58961063
09	9_MONT_P	Montmarin	Pleurtuit	Pluvial	-2,02708013	48,59762466
10	10_MONT_F	Montmarin	Pleurtuit	Fluvial	-2,02689163	48,59737312
11	11_MINI_P	Le Minihic	Le Minihic-sur-Rance	Pluvial	-2,00153394	48,57708313
12	12_EXMI_F	Exutoire PR Minihic	Le Minihic-sur-Rance	Pluvial	-2,00294277	48,57683150
13	13_MINI_F	Le Minihic	Le Minihic-sur-Rance	Fluvial	-2,01648373	48,57214811
14	14_SBUC_P	Saint Buc	Le Minihic-sur-Rance	Pluvial	-2,01047994	48,56915753
15	15_SBUC_F	Saint Buc	Le Minihic-sur-Rance	Fluvial	-2,01187938	48,56462033
16	16_CHBU_P	Chant Buc	Le Minihic-sur-Rance	Pluvial	-2,01218055	48,56481152
17	17_GRMO_F	Grève de Morlet	Langrolay-sur-Rance	Fluvial	-1,99746444	48,56037674
18	18_ROUE_F	Roué	Langrolay-sur-Rance	Fluvial	-1,99697921	48,55049321
19	19_VALL_F	La Vallee (Souhaitier)	Plouer-sur-Rance	Fluvial	-1,99108246	48,54443360
20	20_BBOU_F	Le Bas Bout	Plouer-sur-Rance	Fluvial	-1,98389833	48,54462102
21	21_SOU1_P	La Souhaitier 1	Plouer-sur-Rance	Pluvial	-1,97645419	48,54487022
22	22_SOU2_P	La souhaitier 2	Plouer-sur-Rance	Pluvial	-1,97682576	48,54482059
23	23_STHU_P	Saint Hubert	Plouer-sur-Rance	Pluvial	-1,97676047	48,53126044
24	24_MINO_F	La Minotais	Plouer-sur-Rance	Fluvial	-1,99093242	48,52466396
25	25_MEVA_F	Le Mevault	Plouer-sur-Rance	Fluvial	-1,99820439	48,52324063
26	26_PLOU_S	STEP de Plouer	Plouer-sur-Rance	STEP	-1,99157657	48,52307065
27	27_PLUM_F	Plumazon	Plouer-sur-Rance	Fluvial	-1,98650560	48,51675530
28	28_ROCH_F	Rochefort	Saint-Samson-sur-Rance	Fluvial	-1,99896388	48,50152991
29	29_PONT_F	Pont du Chatelier	Saint-Samson-sur-Rance	Fluvial	-2,00204565	48,48950808
30	30_ECCH_F	Ecluse du Chatelier	Saint-Samson-sur-Rance	Fluvial	-2,00074336	48,49109620
36	36_DINA_S	STEP de Dinan	Dinan	STEP	-2,02735997	48,46291186
38	38_MORG_F	Morgreve	La Vicomte-sur-Rance	Fluvial	-1,98374318	48,49427487
39	39_QUCO_F	Quincoubre	La Vicomte-sur-Rance	Fluvial	-1,97356093	48,49507978
40	40_PLEU_F	Pleudihen	Pleudihen-sur-Rance	Fluvial	-1,96445852	48,51084807
41	41_GRAV_F	La Gravelle	Pleudihen-sur-Rance	Fluvial	-1,95430409	48,51610227
42	42_PLEU_S	Step dePleudihen	Pleudihen-sur-Rance	STEP	-1,94407851	48,51866948
43	43_PTCL_F	Pont des Cieux	Pleudihen-sur-Rance	Fluvial	-1,94249961	48,51990287
44	44_TOUR_F	La Tourniole	Pleudihen-sur-Rance	Fluvial	-1,93814336	48,53572581
45	45_SAU_F	Saurais	Ville-Es-Nonais	Fluvial	-1,94522456	48,54183873
46	46_PSJ1_P	Port Saint Jean 1	Ville-Es-Nonais	Pluvial	-1,96253546	48,53656232
47	47_PSJ2_P	Port Saint Jean 2	Ville-Es-Nonais	Pluvial	-1,96269195	48,53658470

48	48_VIGN_P	Vigneux	Ville-Es-Nonais	Pluvial	-1,96425584	48,54435054
49	49_VESN_S	STEP de la Ville-Es-Nonais	Ville-Es-Nonais	STEP	-1,95980153	48,55020873
50	50_CSSU_P	Cale de Saint Suliac	Saint-Suliac	Pluvial	-1,97589671	48,56926776
51	51_GOUT_F	La Goutte	Saint-Pere	Fluvial	-1,94682115	48,57066225
52	52_GAST_F	Les Gastines	Saint-Pere	Fluvial	-1,95370244	48,57938320
53	53_STSU_S	STEP de Saint Suliac	Saint-Suliac	STEP	-1,97479877	48,58245718
54	54_GAST_P	Les Gastines	Saint-Pere	Pluvial	-1,96209826	48,58719329
55	55_STJO_S	STEP de Saint Jouan	Saint-Jouan-des-Guerets	STEP	-1,96063201	48,59425220
56	56_COUA_F	La Couaille	Saint-Jouan-des-Guerets	Fluvial	-1,96235541	48,59282920
57	57_VESB_F	Val-Es-Bouillis	Saint-Jouan-des-Guerets	Fluvial	-1,99257477	48,59480850
58	58_PASS_F	La Passagere	Saint-Malo	Fluvial	-1,99707217	48,60371143
59	59_TROC_F	Anse des Troctin	Saint-Malo	Fluvial	-2,00100814	48,61508626
60	60_TROC_P	Anse des Troctin	Saint-Malo	Pluvial	-2,00113940	48,61530779
61	61_ROUT_F	Exutoire Routhouan	Saint-Malo	Fluvial	-2,03093975	48,63394009
62	62_STMA_S	STEP de Saint Malo	Saint-Malo	STEP	-1,97409770	48,63576911
63	63_VARD_P	Pointe de la Varde	Saint-Malo	Pluvial	-1,98837209	48,67845210
64	64_ROT1_P	Rotheneuf 1	Saint-Coulomb	Pluvial	-1,96263654	48,68202120
65	65_SABL_F	La Sabliere	Saint-Coulomb	Fluvial	-1,95135333	48,68135937
66	66_ROT2_P	Rotheneuf 2	Saint-Coulomb	Pluvial	-1,94642426	48,68348745
67	67_VXCH_F	Le Vieux Chatel	Saint-Coulomb	Fluvial	-1,93569593	48,68033778
68	68_COUL_S	STEP Saint-Coulomb	Saint-Coulomb	STEP	-1,93548965	48,68031029
69	69_PERE_S	STEP Saint-Pere	Saint-Pere	STEP	-1,91514535	48,57667459
70	70_SASO_S	STEP SAMSON	Saint-Samson-sur-Rance	STEP	-2,00625999	48,49774506
71	71_ENOG_P	Pluvial Saint Enogat	Dinard	Pluvial	-2,06913608	48,63972863
72	72_AQUA_P	Rejet Aquarium Saint-Malo	Saint-Malo	Pluvial	-2,00114415	48,61532286
73	73_CHAR_F	PR Charcot - Routhouan	Saint-Malo	Fluvial	-2,01928580	48,64044604
74	74_SAMO_P	Rejet pluvial Saint-Malo Intramuros	Saint-Malo	Pluvial	-2,02422740	48,64587535
76	76_LAND_P	Rejet de la Landriais - La Gauthier	Le Minihic-sur-Rance	Pluvial	-2,01185649	48,58694580
77	77_PLLG_S	STEP de Pleurtuit - Sortie lagune	Pleurtuit	STEP	-2,04528069	48,59022213
78	78_VARD_P	Regard eau - Pointe de la Varde	Saint-Malo	Pluvial	-1,98100167	48,67693027

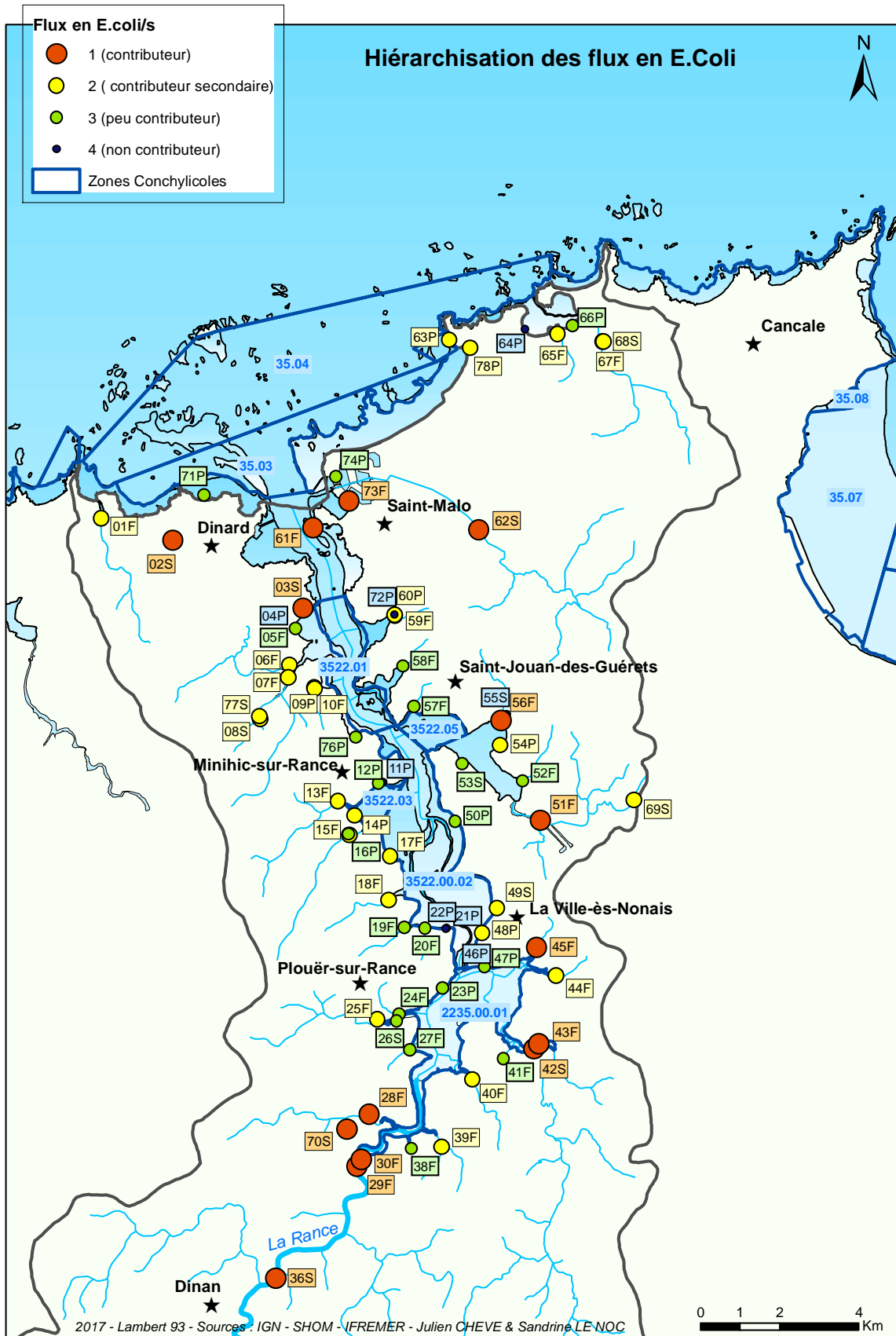
Annexe 4 : Hiérarchisation des flux en *E.coli* – Campagne Hivernale, Estivale, Pluviale





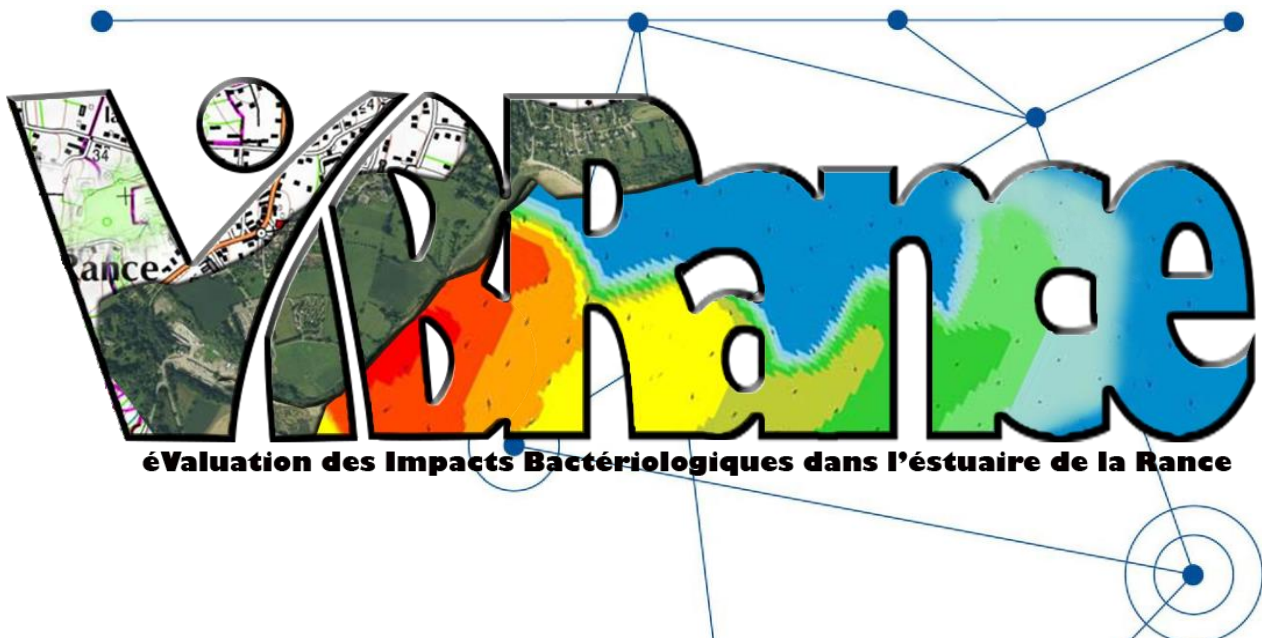


Annexe 5 : Hiérarchisation des flux en *E.coli* – Synthèse des campagnes de terrain





VIBRance : éValuation des Impacts Bactériologiques dans l'Estuaire de la Rance



Pièce 3 : Etude maritime de la dispersion des apports contaminants (Etape 2 du profil)

Détermination des impacts des flux aux exutoires par simulation courantologique de leur panache

VIBRANCE : EVALUATION DES IMPACTS BACTERIOLOGIQUES DANS L'ESTUAIRE DE LA RANCE

Hiérarchisation des flux de contamination microbologique dans le cadre de l'élaboration du profil de vulnérabilité conchylicole du secteur Rance et baie de Saint-Malo

Liste des pièces du dossier

- **Pièce 1** : Contexte de l'étude VIBRance et constitution du dossier
- **Pièce 2** : Pré-diagnostic de la vulnérabilité des zones conchylicoles (Etape 1 du profil)
- **Pièce 3** : Etude maritime de la dispersion des apports contaminants (Etape 2 du profil)
- **Pièce 4** : Analyse complémentaire des impacts des autres activités cibles
- **Pièce 5** : Synthèse de l'étude VIBRance

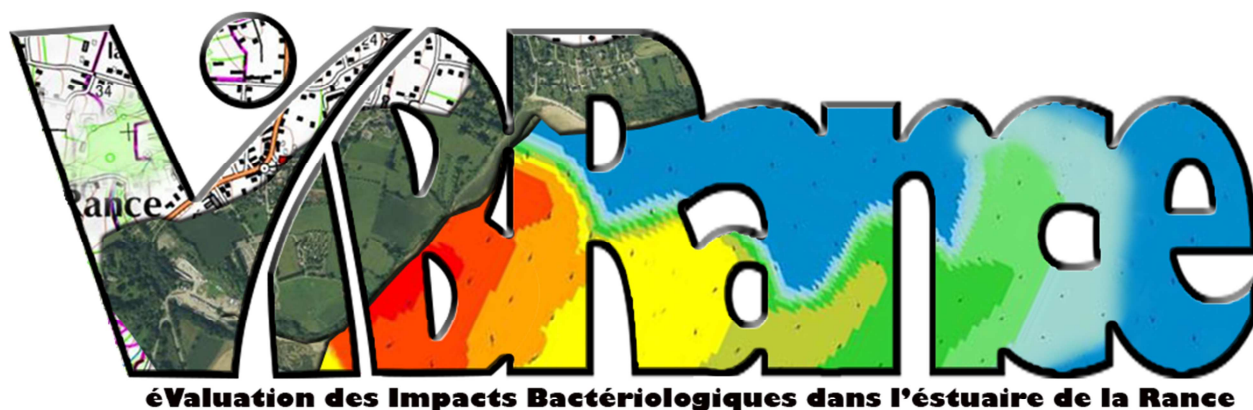


Table des matières

Introduction	3
1 Contexte	4
2 Généralités sur le modèle hydrodynamique.....	6
3 Validation du modèle	7
3.1 Validations physiques	7
3.2 Validation biologique.....	10
4 Hydrodynamisme général.....	13
5 Analyses des impacts des panaches de contamination.....	15
5.1 Scénarios réalistes.....	15
5.2 Scénarios hypothétiques.....	24
6 Synthèse par secteur	40
Conclusion de l'étape 2.....	44
ANNEXES.....	47

Introduction

L'estuaire de la Rance au sens large (baie de Saint-Malo et partie maritime de la Rance) est une zone de grand intérêt pour de nombreuses activités telles que la pêche (coquilles Saint-Jacques, praires, huîtres plates), la conchyliculture (huître creuse), l'algoculture (wakamé), la pêche à pied professionnelle (coque et palourde), la pêche à pied de loisir (une vingtaine de sites existants) et la baignade (une trentaine de plages).

Ces activités touchent tous les publics, professionnels et plaisanciers, et présentent un secteur économique important dans cette zone littorale et à très fort attrait touristique.

Ces activités ont un point commun : elles sont toutes tributaires de la bonne qualité des eaux littorales.

Entre 2012 et 2015, le REseau de contrôle Microbiologique (REMI) a mis en évidence une dégradation générale de la qualité microbiologique (contamination fécale) de l'ensemble des zones de production conchylicole, induisant des risques de classements sanitaires non compatibles avec la conchyliculture et la pêche et menaçant à terme les autres activités.

Le projet VIBRance (éValuation des Impacts Bactériologiques dans l'estuaire de la Rance) a pour but d'identifier et de hiérarchiser les sous bassins versants les plus contributeurs en termes de contamination microbiologique et leurs impacts en mer afin de diriger les actions de remédiation nécessaires pour la reconquête de la qualité du milieu.

Le projet **VIBRance** s'est déroulé entre 2016 et début 2018. Il a été porté par l'Ifremer et mené en entière collaboration avec les structures porteuses du SAGE Rance-Frémur-Baie-de-Beaussais (RFBB) et l'association CŒUR Emeraude (Comité Opérationnel des Elus et Usagers de la Rance et de la côte d'Emeraude) pour assurer le caractère sociétal en lien avec les acteurs du bassin-versant. Financé par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, ce projet s'intègre également dans la démarche d'élaboration de profil de vulnérabilité conchylicole engagée par le SAGE RFBB sur son territoire de compétence.

Ce dossier présente toutes les étapes du projet présentées par pièce.

Cette pièce 3, intitulée « Etude maritime de la dispersion des apports contaminants (Etape 2 du profil conchylicole) » présente la simulation hydrodynamique de l'impact des panaches de contamination microbiologique aux exutoires de l'estuaire de la Rance.

1 Contexte

Après l'étape 1 du profil de vulnérabilité conchylicole (diagnostic des sous-bassins versants et la mesure des flux de contamination microbiologique aux exutoires), l'étape 2 consiste à évaluer l'impact des panaches de contamination sur l'estuaire de la Rance au moyen de la mise en place d'un modèle hydrodynamique.

Les flux les plus contributeurs ne sont pas forcément les sources de contamination les plus impactantes. A l'inverse, de petits flux situés à proximité des activités cibles peuvent être pénalisants. Ces impacts sont dépendants des courants marins et des conditions physico-chimiques de l'eau. La configuration particulière de l'estuaire de la Rance impose de résoudre cette question par des simulations mathématiques de la dispersion des panaches de contamination.

En effet la Rance a la particularité de posséder à son embouchure un barrage marémoteur qui exploite les ressources des fortes marées pour produire de l'électricité (24 groupes bulbes, composés de turbine Kaplan (puissance nominale de 10Mw) fonctionnant en alternance). Les échanges entre l'amont et l'aval sont contrôlés par le barrage marémoteur.

Géré par EDF, le fonctionnement du barrage s'adapte en permanence aux niveaux d'eau (coefficient de marée, surcotes) et aux besoins en électricité. Le fonctionnement repose sur deux modes de production d'électricité (Figure 1) :

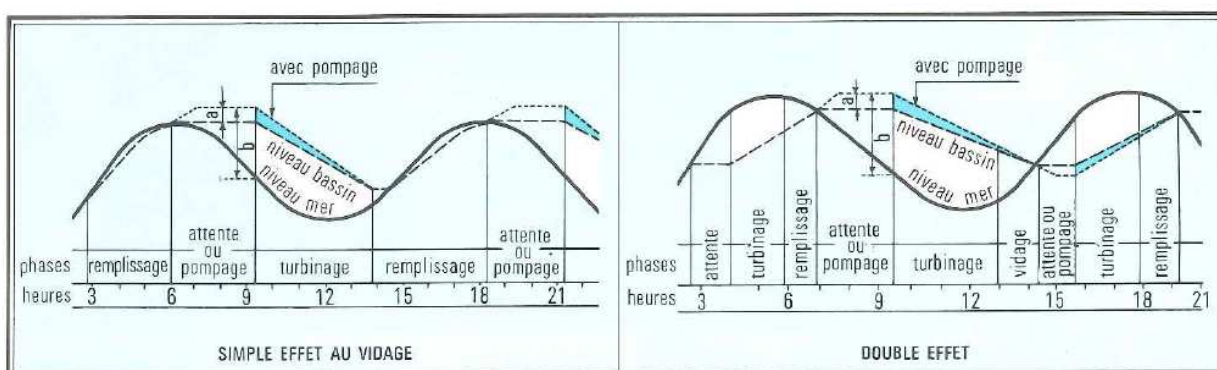


Figure 1 : Fonctionnement en simple et double effet du barrage de la Rance (EDF)

- Le mode simple effet active les turbines à la vidange de l'estuaire, lorsque le différentiel de hauteur est optimal.
- Le mode double effet, réservé aux périodes de forts coefficients, permet de produire de l'électricité pendant la phase de marée montante côté mer.

D'autres échanges peuvent également intervenir :

- Le vannage est l'ouverture des vannes pour équilibrer les niveaux d'eau en fin de production d'électricité. Cette action produit des courants de très fortes vitesses.
- Le régime forcé est un mode de fonctionnement utilisant les turbines, non pas pour produire de l'électricité, mais comme pompe afin de surélever le niveau d'eau côté estuaire (surcote) en prévision d'une demande de production importante ultérieure.
- L'éclusage : une écluse permet aux plaisanciers de traverser le barrage. Mais les échanges d'eau liés à cette action sont anecdotiques.

La mise en place du modèle hydrodynamique n'a pu se faire qu'avec la collaboration d'EDF qui a fourni des données bathymétriques, des hauteurs d'eau du bassin et des données de fonctionnement

de barrage. **L'ensemble des partenaires du projet tient à remercier EDF pour l'accès à ces données.**

De plus, les configurations naturelles du bassin de la Rance (long et large estuaire présentant des resserrements) et du havre de Rothéneuf (vidange complète à marée basse) soulevaient des questions sur la dispersion des panaches.

Le modèle hydrodynamique créé pour ce projet sera le premier modèle, sur la question de la contamination microbiologique, à prendre en compte l'ensemble du système (bassin maritime de la Rance + baie de Saint-Malo) en intégrant les échanges et les écoulements contrôlés par le barrage marémoteur, facteur primordial pour comprendre le fonctionnement global hydrodynamique.

La mise en place du modèle hydrodynamique et la validation physique de l'outil ont été sous-traitées à la société ACRI-HE (ex-HOCER). La validation microbiologique du modèle, la configuration et l'analyse des scénarios ont été menées par le LERBN de la station Ifremer de Dinard.

2 Généralités sur le modèle hydrodynamique

Le modèle a été développé sur le code hydrodynamique MARS (Model for Applications at Regional Scales) qui est un modèle communautaire développé et diffusé par l'équipe DYNECO/DHYSED de l'Ifremer Brest. Ce code est dédié à la modélisation océanographique côtière à des échelles régionales jusqu'aux échelles littorales.

Il s'agit d'un algorithme de calcul des courants marins, des hauteurs d'eau et des concentrations des substances dissoutes (ou en suspension temporaire) advectées. Le schéma de résolution des équations de Navier-Stokes repose sur la méthode des différences finies sur un maillage régulier, en deux ou trois dimensions, pour une plus grande souplesse d'utilisation et de réduction de temps de calcul. La bathymétrie est prise en compte par un découpage vertical en niveaux sigmas épousant le profil du fond.

L'algorithme du code repose sur les principes de conservation de la masse et de la quantité de mouvement, résolus selon une expression semi-implicite de la surface libre. Dans sa version tridimensionnelle, MARS 3D procure également la distribution du courant sur la verticale, la température de la mer, la salinité et la hauteur d'eau.

MARS permet de modéliser sous forme de calculs instantanés ou de synthèses (valeurs moyennes, maxi, mini...) les grandeurs suivantes :

- le courant (composantes U et V) et les résiduelles eulériennes,
- la hauteur du plan d'eau, les niveaux moyens et les composantes harmoniques de marée,
- la salinité, la température,
- des constituants provenant de rejets (par exemple les germes fécaux).

MARS utilise une technique d'emboîtement de modèles sous forme gigogne. Par cette technique, un modèle de grande emprise et de basse résolution horizontale (grande maille) contient lui-même un ou plusieurs sous modèles (loupes). Ces derniers reçoivent des modèles qui les précèdent, les conditions aux limites sur leur périmètre. Au plan spatial, les modèles intermédiaires possèdent une maille environ 4 fois plus petite que celle du modèle précédent. Le modèle de grande emprise s'étend jusqu'au plateau continental et trouve ses conditions aux limites dans la valeur des ondes générant la marée au large.

Le modèle a été conçu grâce aux données bathymétriques réalisées en 2010 au moyen d'un levé Lidar (light detection and ranging) pour les zones découvrantes et par relevé bathymétrique au sondeur pour les zones non découvrantes. La résolution de ce modèle est de 30 mètres, ce qui est suffisant pour représenter les effets du barrage et suivre le linéaire côtier de l'estuaire. En revanche, il n'est pas adapté pour répondre à la problématique hydro-sédimentaire.

L'intérêt d'un modèle hydrodynamique est de reproduire la circulation de l'eau dans une zone géographique définie et de pouvoir y injecter des « substances » à différents points afin de comprendre leur dispersion. Dans le cas présent, il s'agit de simuler les flux d'*Escherichia coli* arrivant dans l'estuaire de la Rance par les principaux exutoires identifiés dans l'étape 1 du profil de vulnérabilité conchylicole (pièce 2 du dossier).

Le modèle prend également en compte la mortalité naturelle des micro-organismes d'origine fécale dans l'eau au moyen d'un temps de décroissance bactérienne appelée T90. Ce T90 correspond au temps nécessaire pour observer une diminution de 90 % des bactéries. Il dépend de plusieurs facteurs environnementaux tels que la salinité, la température, l'insolation, la teneur en matières en suspension (Guillaud *et al.*, 1997). Ces temps de survie ont été choisis suite à l'étape de la validation biologique du modèle (voir paragraphe 3.2).

3 Validation du modèle

Les modèles hydrodynamiques constituent une approche théorique mathématique de la réalité des phénomènes naturels qu'ils cherchent à représenter (mécanique des fluides, thermodynamique, convection, dispersion et décroissance de substances).

Avant de pouvoir mener des simulations et d'en faire des interprétations concrètes, il est nécessaire de valider le modèle en comparant des données mesurées dans le milieu, aux données de simulation obtenues pour le calcul. Une validation physique doit permettre de vérifier l'exactitude du modèle. Une validation biologique doit permettre de caler le modèle au mieux afin de s'approcher des conditions réelles bactériologiques et de connaître la marge d'erreur des résultats.

3.1 Validations physiques

La validation physique du modèle a été réalisée par la société ACRI (ex-HOCER). Elle a été réalisée sur deux paramètres en aval du barrage et en amont du barrage : la hauteur d'eau et les courants.

Il est à noter que pour des raisons techniques au moment de la mise en place du modèle (changement de calculateur), les forçages météorologiques n'ont pas pu être pris en compte, ce qui peut expliquer quelques décalages ponctuels (surcotes...).

Hauteurs d'eau

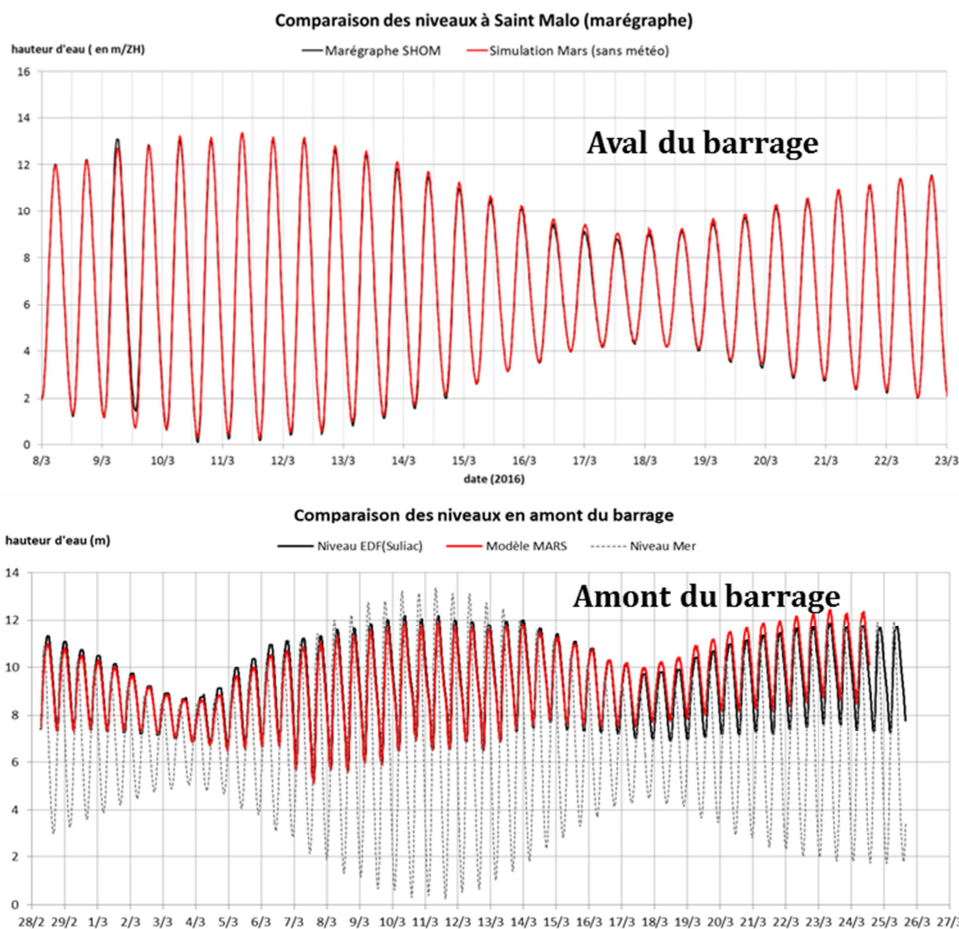


Figure 2 : Comparaison des hauteurs d'eau mesurées et simulées en amont et en aval du barrage de l'estuaire de la Rance

La Figure 2 présente les hauteurs d'eau mesurées, comparées aux hauteurs d'eau simulées par le modèle. Les données de hauteur d'eau mesurées en aval sont celles du marégraphe du port de Saint-Malo disponible en différé sur le site refmar.shom.fr. Les deux courbes se superposent correctement et les écarts en amplitude et déphasage sur un cycle de marée sont anecdotiques.

En amont du barrage, les données du modèle sont comparées au niveau enregistré par EDF à Saint-Suliac. La comparaison sur la durée d'un cycle de marée donne une bonne correspondance entre la mesure et le modèle. On observe cependant un écart au bout de 15 jours de simulation des hauteurs d'eau. La comparaison sur une échéance plus longue révèle une « dérive » du niveau de la Rance dans le modèle. Ceci peut s'expliquer en partie par le fait que le débit d'entrée de la Rance fluviale ait été pris comme constant tandis qu'il varie quotidiennement en réalité. Cet écart peut à terme (au bout d'un mois) impliquer une surestimation ou une sous-estimation du niveau réel de la Rance estuarienne par le modèle.

Au vu de ce constat, les interprétations des résultats du modèle ne seront pas menées au-delà de 15 jours de simulation afin de ne pas affecter significativement la dynamique et en particulier la dispersion des substances dissoutes.

Vitesse et direction des courants

La Figure 3 présente une comparaison des directions et des forces du courant (ellipse) mesuré par le SHOM (bleu) et calculé par le modèle (rose) sur 12 h.

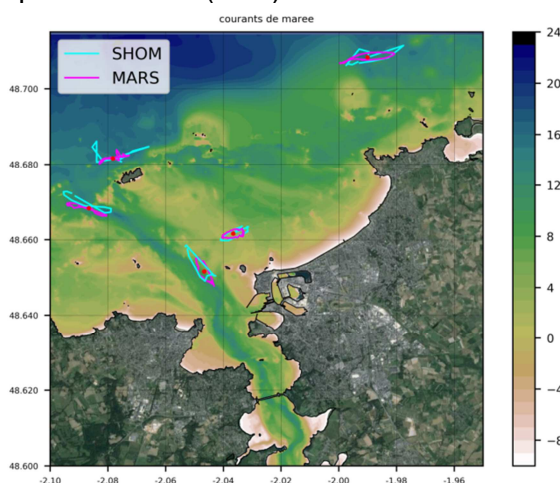


Figure 3 : Comparaison des courants de marée mesurés et simulés en aval du barrage

Les directions principales et les amplitudes du courant sont cohérentes dans l'ensemble. Seul le point au Nord-Ouest de Cézembre semble être sous-estimé par le modèle.

En amont du barrage, les données de vitesse du courant ont été obtenues au moyen d'un ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) acquises en 2015. La Figure 4 présente les données mesurées par l'ADCP (à gauche) et les données simulées par le modèle dans des conditions similaires au relevé ADCP à droite.

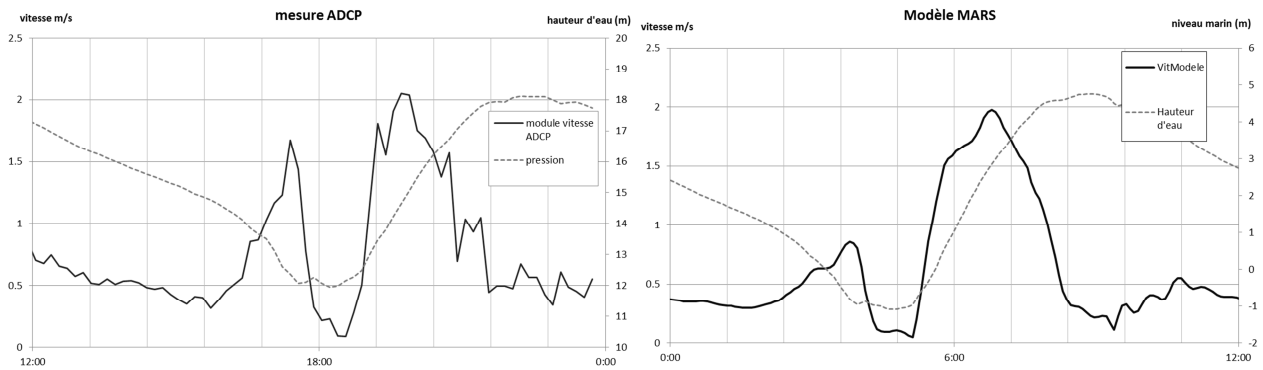


Figure 4 : Comparaison des courants de marée en amont du barrage

Ces comparaisons permettent de vérifier que la vitesse maximale atteinte pendant le flot est du même ordre de grandeur (environ 2m/s). La forme générale de la série est également très proche, mais on note une sous-estimation de la vitesse, dirigée vers l'aval en fin de vidange. Celle-ci peut s'expliquer par une gestion des niveaux d'eau différente par le barrage en 2015 par rapport aux données EDF disponibles pour mener la simulation. Cette comparaison rapide donne néanmoins satisfaction sur l'ordre des vitesses attendues et simulées dans la Rance.

3.2 Validation biologique

La validation biologique du modèle a été réalisée sur le paramètre d'*Escherichia coli*, bactérie trace de la contamination fécale. Cette validation microbiologique doit permettre de paramétrer le modèle pour limiter et connaître son écart à la réalité.

3.2.1 Point de calage

La Figure 5 présente les concentrations en *Escherichia coli* mesurées aux points de calage en baie de Saint-Malo et en Rance pendant la campagne hivernale (courbes bleues), comparées aux concentrations en *Escherichia coli* simulées par le modèle (points rouges).

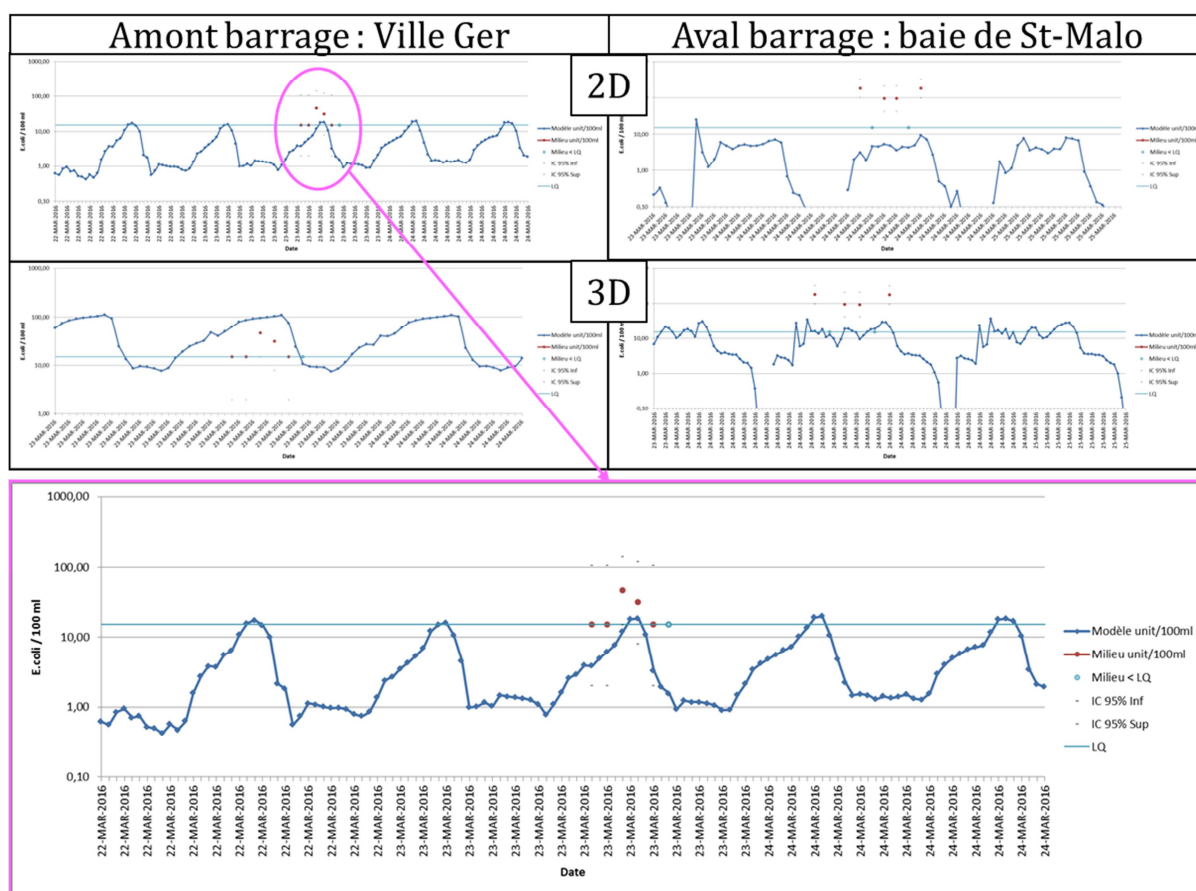


Figure 5 : Comparaison des données mesurées et simulées d'*Escherichia coli* aux points de calages.

Correspondances des résultats

Comme attendu, les mesures du milieu et les données calculées ne sont pas strictement superposées. Ceci est dû à plusieurs facteurs propres au paramètre suivi :

- Les *E. coli* sont des bactéries dont les dynamiques de population (croissance/décroissance) sont exponentielles. De ce fait, les techniques d'analyse induisent des écarts importants. Les résultats sont toujours exprimés avec des intervalles d'erreurs significatives (tirets noirs sur les graphiques). Les équations du modèle subissent les mêmes règles.
- La contamination générale était faible lors de la campagne d'échantillonnage. Un signal faible est moins visible et sujet à dérive. En baie de Saint-Malo, au large, les contaminations en faibles concentrations se dispersent sous forme de lentilles éparses et peuvent à quelques mètres près passer à côté de l'échantillonnage, ou du relevé des données calculées.

La comparaison des données mesurées et calculées doivent cependant respecter deux critères : être du même ordre de grandeur et suivre les mêmes tendances. C'est particulièrement visible sur le graphique agrandi en bas de la figure.

T90

Un T90 (temps pour que 90 % des *E. coli* meurent naturellement dans le milieu) de 72h a été choisi pour la campagne hivernale afin de s'approcher au mieux des valeurs mesurées. Une validation similaire a été réalisée pour la campagne estivale. Elle a permis de valider un T90 de 36h pour la période estivale.

2D/3D

Tous les résultats des simulations en 2D sont sous-estimés par rapport aux données réelles alors que les résultats des simulations en 3D surestiment les concentrations en *E. coli* en Rance et sous-estiment celles de la baie de Saint-Malo. Afin d'être cohérent dans nos rendus de simulation, le modèle 2D a été choisi plutôt que le modèle 3D. Les interprétations issues des simulations seront d'autant plus fortes que les résultats du modèle sont en deçà de la réalité.

Par ailleurs, l'estuaire de la Rance est peu profond et aucun gradient vertical de salinité n'est observé ce qui justifie également l'utilisation d'un modèle 2D. L'utilisation du 3D reste pertinente au cas par cas pour étudier des phénomènes particuliers.

3.2.2 Analyses dans les coquillages

La Figure 6 présente les résultats d'analyses en *E. coli* des coquillages prélevés dans le cadre du REMI au moment des campagnes d'échantillonnages des exutoires de VIBRance.

Ces résultats dans les coquillages traduisent mal l'observation des résultats aux exutoires. On ne retrouve pas que la campagne pluviale ait été la plus contaminante ni que la campagne estivale ait été la plus favorable.

N°	Libellé	Date	HIV	Date	EST	Date	PLU
021-P-022	Grand Bé	24/03/2016	20	21/07/2016	68	/	/
021-P-019	St Enogat	24/03/2016	20	21/07/2016	40	/	/
021-P-008	Minihic Le Marais	23/03/2016	20	20/07/2016	40	07/03/2016	45
021-P-006	Souhaitier	23/03/2016	20	20/07/2016	780	07/03/2016	68
021-P-003	Pointe du Puits/HC	23/03/2016	20	20/07/2016	40	07/03/2016	110
021-P-003	Pointe du Puits/Coques	23/03/2016	110	20/07/2016	780	07/03/2016	170
021-P-005	Ville Ger	23/03/2016	78	20/07/2016	110	07/03/2016	45
021-P-012	Pointe du Chatelet	23/03/2016	130	20/07/2016	170	07/03/2016	130

Figure 6 : Résultats des analyses des coquillages prélevés lors des campagnes d'échantillonnage VIBRance

Cependant, on peut citer les mêmes précautions d'interprétation que dans le paragraphe précédent (faible contamination générale des eaux et des coquillages, marge d'erreur des analyses des *E. coli* dans l'eau et dans les coquillages).

Il faut ajouter à cela que le modèle utilise des hypothèses fortes comme la conservation des flux de contaminant aux exutoires et le facteur de concentration des coquillages pouvant classiquement varier de 10 à 30 en fonction des conditions environnementales. De plus, cette concentration n'est qu'un phénomène temporaire, lui aussi contrôlé par la physiologie des coquillages et les conditions environnementales.

La Figure 7 illustre ces conditions.

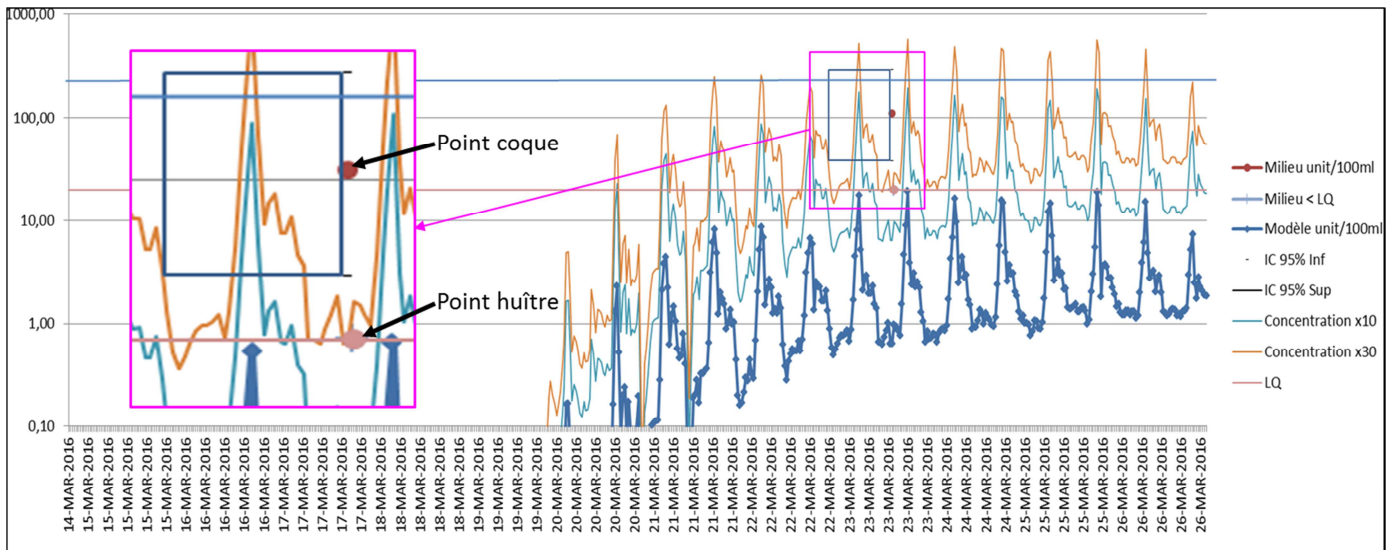


Figure 7 : Comparaison des résultats du modèle avec les données mesurées dans les coquillages

Cette figure présente les résultats dans l'eau du modèle (courbe bleu), ces résultats multipliés par 10 (intervalle bas d'une concentration réalisée par un coquillage filtreur, courbe verte), par 30 (intervalle haut) et les points huîtres et coques prélevés le jour de la campagne de prélèvement.

On note tout d'abord que sur un même lieu géographique, deux coquillages d'espèces différentes ne présentent pas la même contamination. Les huîtres ne sont pas contaminées alors que les coques ont 110 *E. coli*/100 g CLI.

Le modèle indique que sur les heures qui ont précédé le prélèvement des coquillages, ceux-ci ont baigné dans une eau pouvant les contaminer (cadre bleu) entre une valeur de 0 (inférieur au seuil de détection) et une valeur de 529 *E. coli*/100 g CLI (au moment du pic de contamination).

Sur cet exemple, les résultats du modèle et ceux des coquillages sont, dans une très grande marge, compatibles mais le résultat final de l'analyse des coquillages dépend des conditions environnementales.

Cet exemple illustre que le modèle doit être correctement validé par rapport à des données in-situ dans l'eau et que les interprétations qui en sont faites sont représentatives des contaminations potentielles des coquillages sans en être la représentation exacte.

4 Hydrodynamisme général

Ce chapitre présente le fonctionnement hydrodynamique général de l'estuaire. La Figure 8 présente les vitesses instantanées et les hauteurs d'eau près du moment où l'écart de marée est maximal entre l'estuaire et la mer. Cela illustre le déphasage de marée entre la baie de Saint-Malo et la partie amont du barrage. Les cycles de vidange et de remplissage du bassin sont bien contrôlés par le barrage marémoteur où se situent les courants maximum du système ($V_{max}=5.67$ m/s au vannage pour un coefficient de 111).

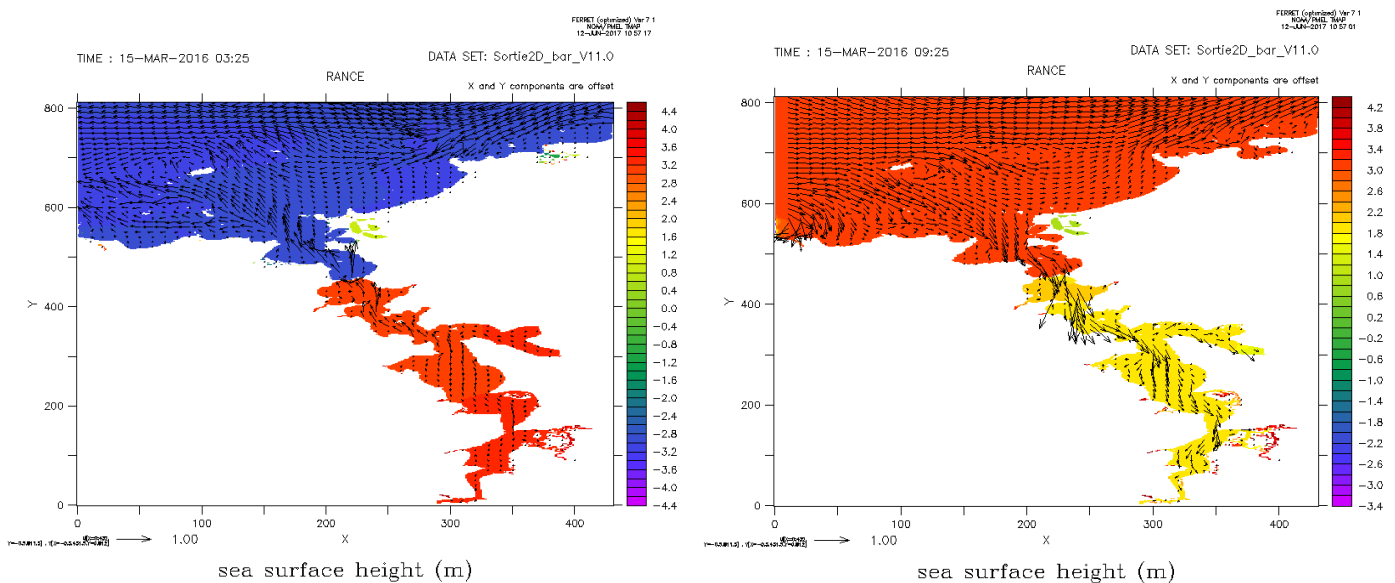


Figure 8 : Vitesses instantanées et hauteur d'eau dans l'estuaire de la Rance

Les courants résiduels permettent d'analyser les mouvements des masses d'eau dans une baie au-delà des cycles de marée. La Figure 9, issue d'une simulation réalisée par le LERBN, présente les courants résiduels de l'estuaire de la Rance.

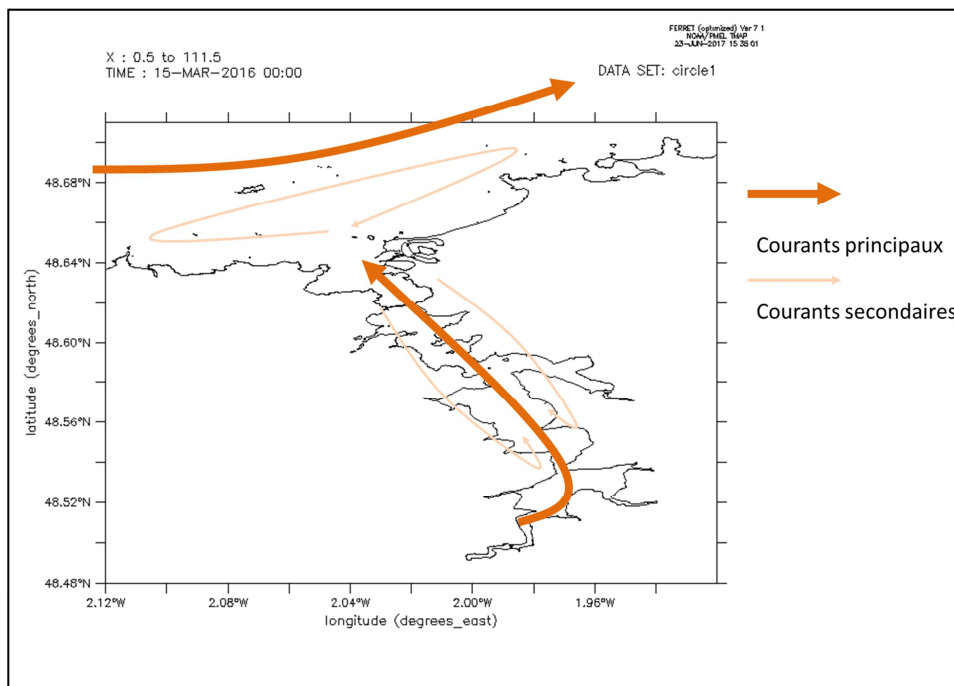


Figure 9 : Courants résiduels de marée principaux et secondaires

Dans la partie estuarienne en amont du barrage, les courants résiduels principaux vont de l'amont vers l'aval (système fluvial), mais il existe des courants secondaires de reflux. Le modèle ne s'étend pas au large, mais les courants résiduels de la baie de Saint-Malo vont d'Ouest en Est.

Des tests de simulation de particules conservatives ont été réalisés sans vent. Ils montrent que des particules lâchées au Sud du système (au niveau de l'écluse du Chatelier) mettront deux jours pour atteindre Port Saint-Hubert et sept jours pour atteindre le barrage. De même, des lâchers de particules en aval du barrage seront plus rapidement dispersés vers le large. Ils auront un moindre impact sur la partie amont du barrage sauf pour le secteur immédiat entre Saint-Malo et Dinard où l'influence peut se sentir jusqu'au niveau de la pointe de Saint-Suliac.

5 Analyses des impacts des panaches de contamination

Ce chapitre présente les résultats de simulation des panaches de contamination des scénarios réalistes et hypothétiques (figure suivante) mis en œuvre dans le projet VIBRance.

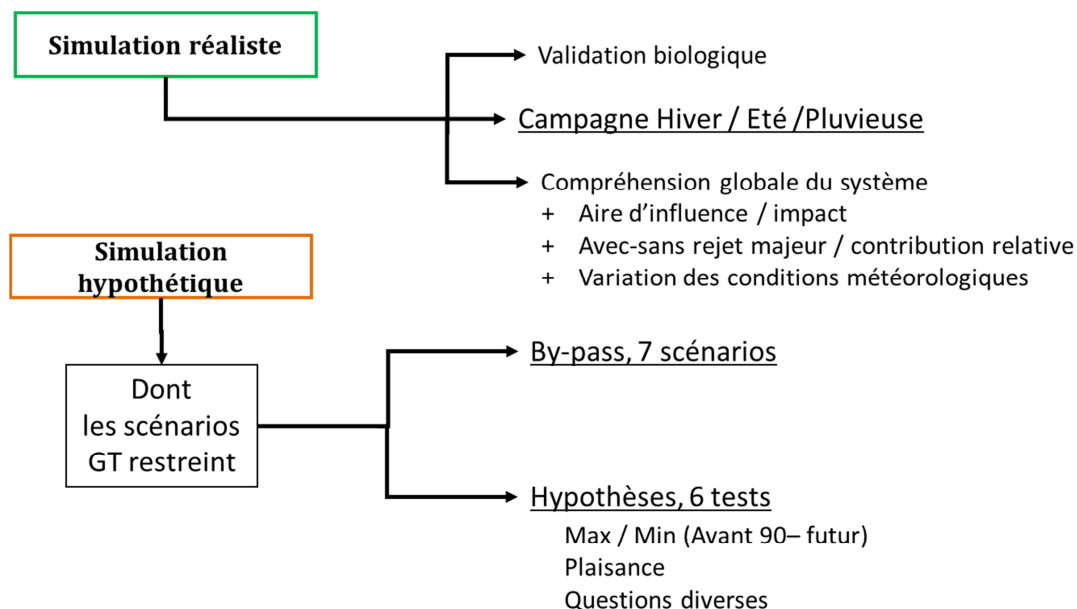


Figure 10 : Scénarios des simulations de contamination microbologique VIBRance

Chaque résultat de simulation est présenté en marée montante et descendante afin de visualiser les extensions de panaches de contamination maximum, respectivement vers le Sud et le Nord. Des vidéos des mouvements des panaches de contamination microbologique issus des simulations (estivale-hivernale-pluviale-by pass de Dinan et de Saint-Malo) sont disponibles en Annexe 1 (document numérique).

La légende (Figure 11) des concentrations correspond aux critères de classement sanitaire des zones de productions conchylicoles (bleu clair : A+ (0 contamination), bleu marine : A (0 à 230 *E. coli* / 100 g CLI), vert clair : B+ (230 à 700), vert foncé : B- (1000 à 4 600), jaune : C (4 600 à 46 000), rouge : >C (au-delà de 46 000)). Il s'agit des seuils du classement sanitaire. Les tolérances de dépassement de ces seuils ne sont pas appliquées. Un facteur multiplicatif de 30 a été apporté aux concentrations dans l'eau afin de prendre en compte la capacité de concentration des coquillages.

Classement	Mesures de gestion avant mise sur le marché	Critères de classement (<i>E. coli</i> /100g de chair et liquide intervalvaire (CLI))			
		230	700	4 600	46 000
A	Consommation humaine directe	Au moins 80% des résultats		Tolérance de 20% des résultats	
B	Consommation humaine après purification	Au moins 90% des résultats			Tolérance de 10% des résultats
C	Consommation humaine après reparage ou traitement thermique	100% des résultats			
Non classée	Interdiction de récolte	Si résultat supérieur à 46 000 <i>E. coli</i> /100 g de CLI ou si Seuils dépassés pour les contaminants chimiques (cadmium, mercure, plomb, HAP, dioxines et PCB)			







Concentration en <i>E.coli</i> /m3	
	0 - 1 (A+)
	2 - 75 000 (A)
	75 001 - 230 000 (B+)
	230 001 - 1 500 000 (B-)
	1 500 001 - 15 000 000 (C)
	15 000 001 - 100 000 000 (NC)

Figure 11 : Exigences réglementaires du classement de zone (Règlement (CE) n° 854/2004, arrêté du 06/11/2013) et légende des cartes de simulations classement sanitaire des zones de productions conchylicoles

5.1 Scénarios réalistes

Les simulations de la contamination du milieu par les flux relevés lors des campagnes de terrain permettent d'obtenir des vues réalistes de la dispersion des panaches et une compréhension générale des contaminations régulières de l'estuaire.

5.1.1 Résultats de simulation des campagnes de terrain

Campagne hivernale

La Figure 12 présente les résultats de simulation à marée montante et descendante des flux en *E. coli* de la campagne hivernale. Elle s'est déroulée du 23/03/2016 au 24/03/2016 avec un coefficient de 89 et un vent moyen de NNE d'environ 11 km/h. Cette campagne correspond à la période où sont enregistrés les plus forts débits (période de crue). La pluviométrie était nulle sur les jours précédant la campagne de terrain.

Le modèle MARS simule des flux constant en *E. coli* à chaque exutoire et avec un T90 de 72 h.

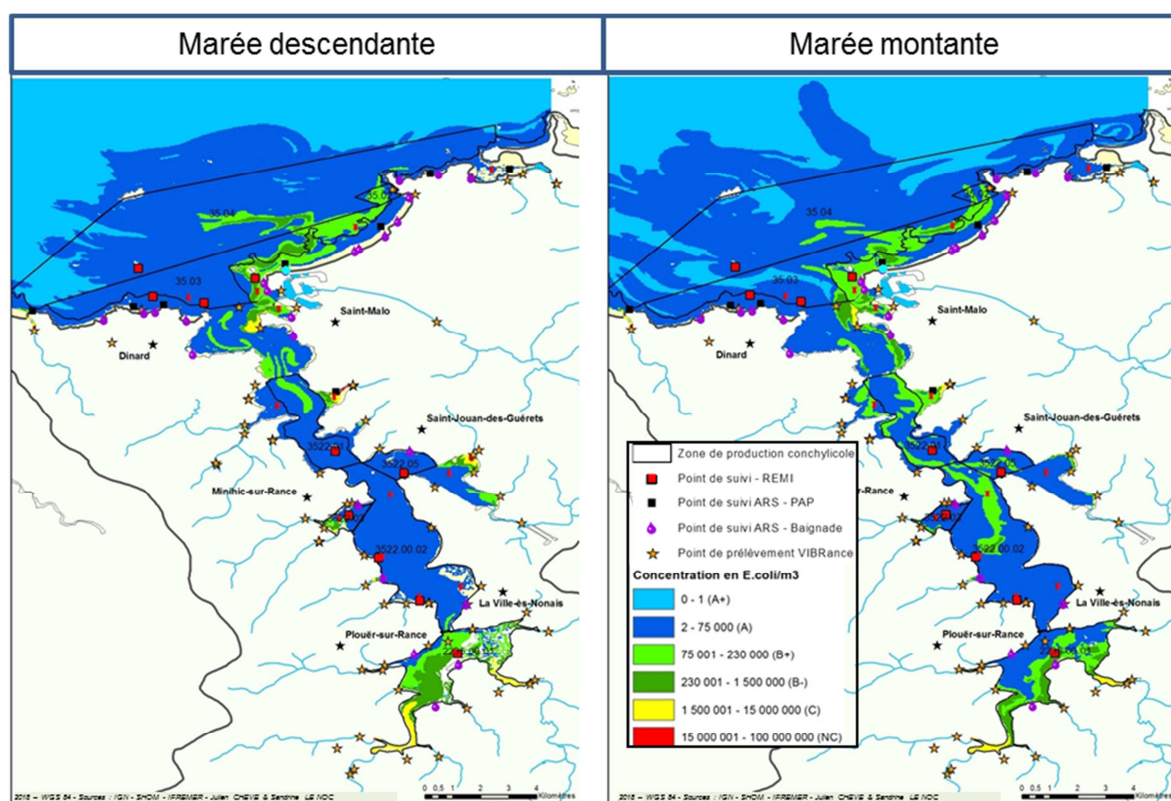


Figure 12 : Résultats de simulation des flux d'*E. coli* de la campagne hivernale

Campagne estivale

La Figure 13 présente les résultats de simulation à marée montante et descendante des flux en *E. coli* de la campagne estivale. Elle s'est déroulée du 20/07/2016 au 21/07/2016 avec des caractéristiques climatiques très proches de la campagne hivernale, c'est-à-dire avec un coefficient de 86-90 et un vent moyen de NNE d'environ 13 km/h. Cette campagne correspond à la période d'étiage. La pluviométrie était nulle sur les jours précédant la campagne de terrain.

Le modèle MARS simule des flux constant en *E. coli* à chaque exutoire et avec un T90 de 36 h.

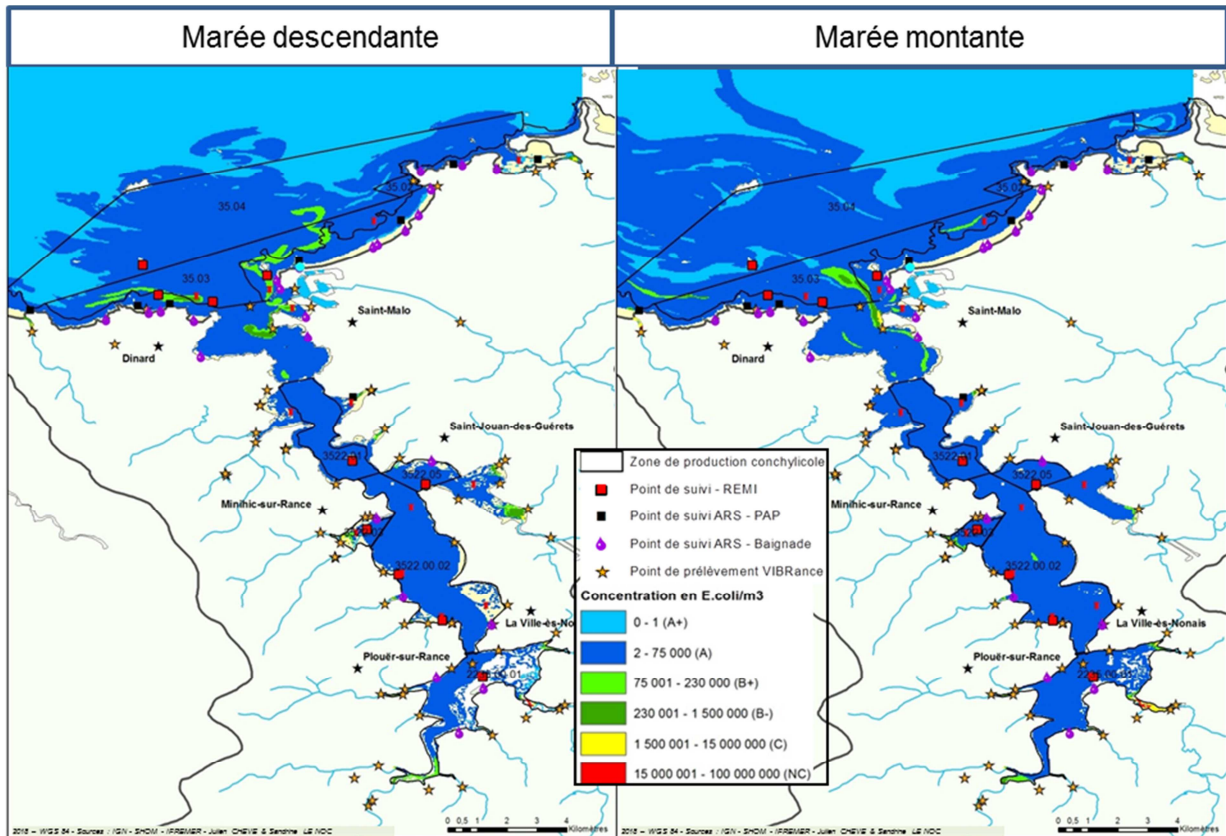


Figure 13 : Résultats de simulation des flux d'*E. coli* de la campagne estivale

Campagne pluvieuse

La Figure 14 présente les résultats de simulation à marée montante et descendante des flux en *E. coli* de la campagne pluvieuse. Elle s'est déroulée du 07/03/2017 au 08/03/2017 avec un coefficient moyen de 50 et un vent moyen de Sud-Ouest d'environ 19 km/h. La pluviométrie cumulée était de 21 mm sur les trois jours précédant la campagne de terrain.

Le modèle MARS simule des flux constant en *E. coli* à chaque exutoire et avec un T90 de 72 h.

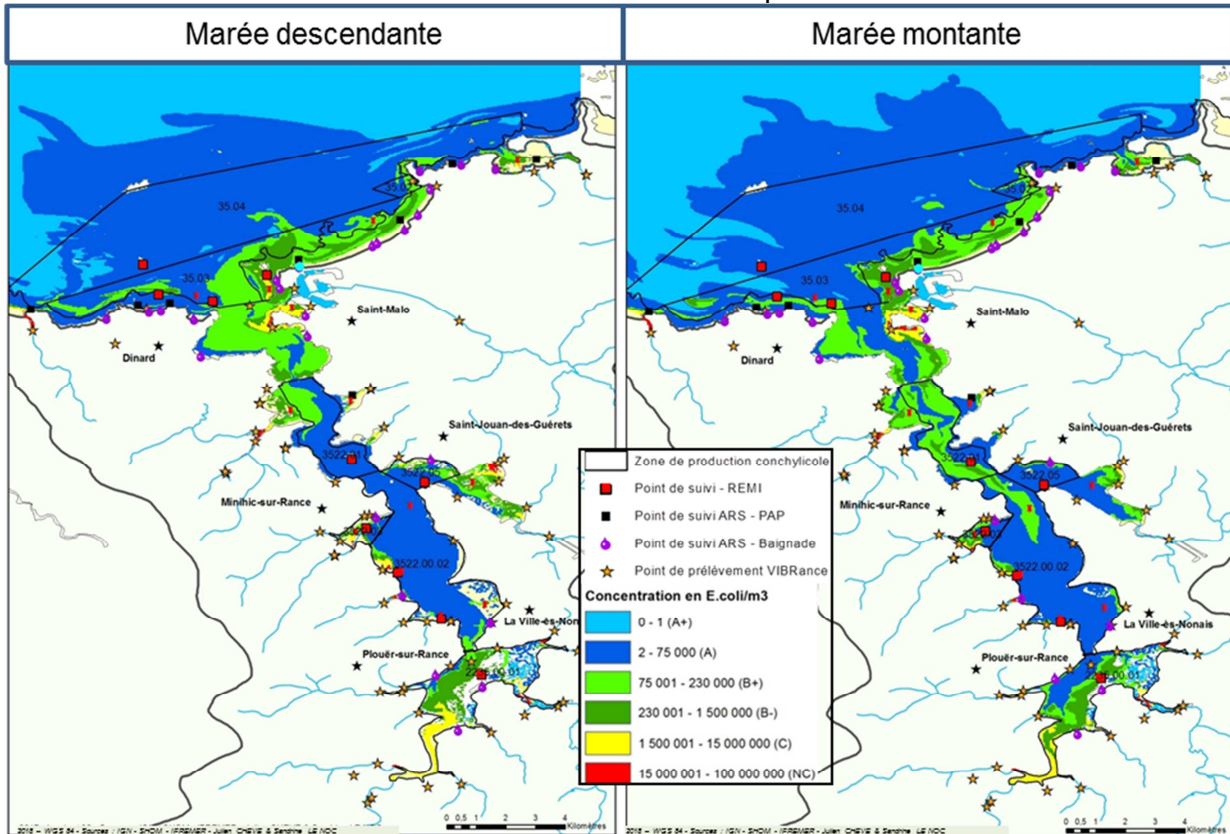


Figure 14 : Résultats de simulation des flux d'*E. coli* de la campagne pluvieuse

Synthèse des rejets réguliers

Les panaches de la campagne estivale, cas le moins contaminant, sont compatibles avec un classement généralisé de l'estuaire en bonne qualité. Ce cas de figure est donc possible lors de bonnes conditions météorologiques et de décroissance des germes fécaux. Les campagnes hivernale et pluviale (la plus contaminée) présentent quant à elles des panaches impactants. Ils permettent de comprendre la réponse générale de l'estuaire aux contaminations microbiologiques régulières.

Deux sources majeures sont identifiées par l'étendue de leur panache : le fond du système (secteur de Dinan) et en aval du barrage (La Richardais et Saint-Malo). Ces observations sont d'autant plus visibles sur la simulation de la campagne pluvieuse. L'estuaire fonctionne par secteur hydrodynamiquement homogène : le Sud, la partie centrale, la baie au Nord et le secteur du havre de Rothéneuf. Seules les sources majeures du Nord et du Sud sont capables d'atteindre un autre secteur, celui du centre.

Au Sud, la Plaine de la Ville-Ger joue un rôle de tampon. Les panaches provenant de Dinan dépassent difficilement le resserrement des ponts au niveau de Plouër-sur-Rance. La contamination de ce secteur provient en grande partie de l'écluse du Châtelier (qui comprend les rejets de l'agglomération de Dinan). Les fleuves côtiers de la rive droite ont un impact plus local.

Dans la partie centrale de l'estuaire, l'impact des fleuves côtiers de la Rance est limité. Des aires d'influence sont identifiées mais restent généralement restreintes aux embouchures des exutoires. C'est plus visible pour certaines zones : grève des Marais, anse des Troctin et le secteur des Gastines.

Au Nord, les quatre principales sources (STEP de Dinard, de La Richardais, de Pleurtuit et le fluvial du Routhouan (qui comprend les rejets de l'agglomération de Saint-Malo)) ont un impact plus prononcé. Elles traversent le barrage jusqu'à la pointe de Saint-Suliac à marée montante et s'étendent au Nord à marée descendante. Le panache de la STEP de Dinard se concentre surtout le long du littoral Dinardais. Le panache du Routhouan peut s'étendre vers le Nord en longeant le littoral depuis le port de St-Servan jusqu'aux plages du Sillon en passant par le port des Bas-Sablons.

Au havre de Rothéneuf, le renouvellement des eaux est assez rapide. Les contaminations sont seulement visibles sur la campagne pluvieuse. D'autres sources sont certainement impliquées dans les contaminations du havre (débordements occasionnels, by-pass, vidange).

Les simulations des flux en *Escherichia coli* des trois campagnes de prélèvements ont permis de mettre en évidence deux types de transfert de pollution. Il s'agit des panaches importants pouvant impacter des zones éloignées et des panaches limités spatialement, qui vont avoir un impact plus local. Dans ces simulations, il n'y a pas de transfert de pollution entre l'Est et l'Ouest, sauf pour le Routhouan, capable de toucher l'anse du Prieuré.

5.1.2 Scénarios climatiques

La variation des paramètres climatiques (force et direction du vent) a été testée sur la simulation de la campagne hivernale (figure suivante). Les scénarios ont été simulés avec une force de vent de 20 km/h et 70 km/h et une direction Nord-Est et Sud-Ouest. Ces directions correspondent aux vents dominants en mars 2016 et sont proches des vents dominants entre 2016 et 2017 (cf. pièce 2, paragraphe 1.2.3).

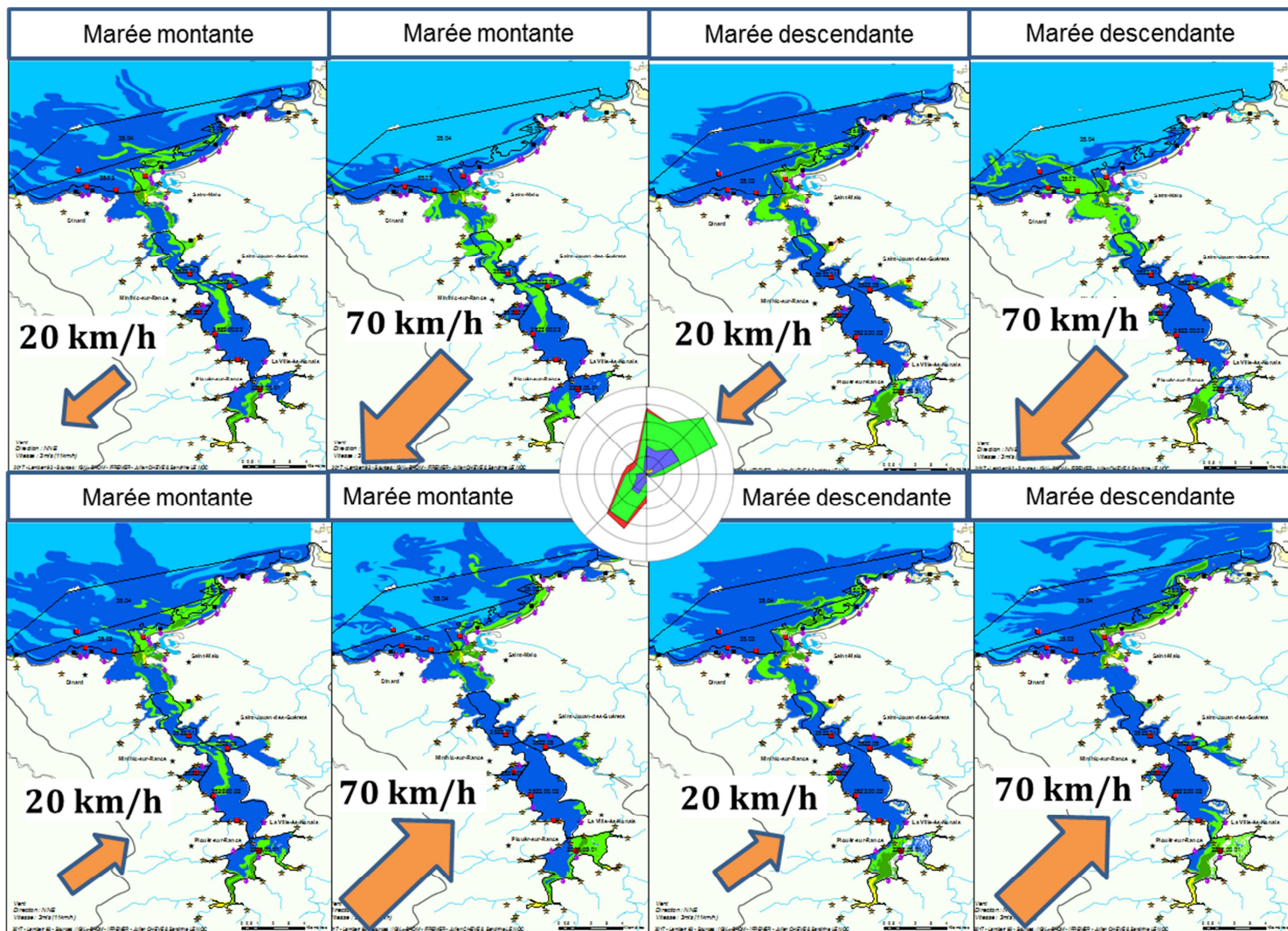


Figure 15 : Simulation de différentes conditions de vent en mars 2016 (NE-SO, 20 et 70 km/h)

Avec un vent dominant Nord-Est, les contaminations en provenance des sources principales de la partie Nord ont un impact plus important sur le centre et le Nord de la Rance. Ce déport des panaches implique également un moindre impact sur le littoral Nord-Ouest (le sillon). Au sud, les pollutions en provenance de l'écluse du Chatelier restent cloisonnées à la partie Ouest de la plaine de la Ville Ger.

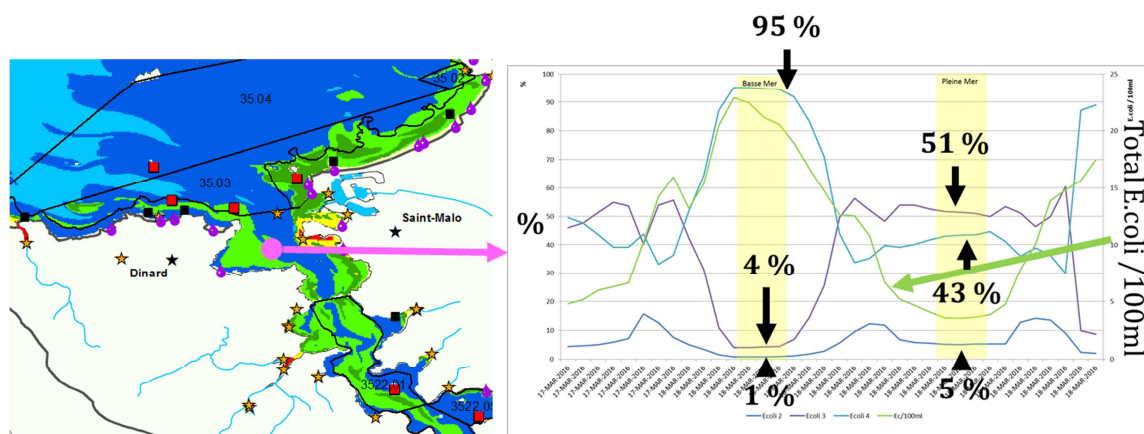
Avec un vent dominant Sud-Ouest, les contaminations en provenance des sources principales de la partie Nord ont un impact plus important sur les plages du Sillon et la dispersion des panaches en centre Rance est limitée. Au sud, les pollutions en provenance de l'écluse du Châtelier sont plus facilement déportées vers la partie Est de la plaine de la Ville Ger.

Toutes ces observations s'accroissent avec la force du vent.

Mais si les panaches ont tendance à suivre la direction opposée au vent, cette influence reste limitée même avec des vents de très forte intensité. Ceci est dû aux relativement faibles surfaces de l'estuaire qui limitent le forçage des vents sur l'eau. C'est ce qui explique que l'influence des vents s'observe mieux dans le secteur de la plaine de la Ville Ger et en baie de Saint-Malo.

5.1.3 Etude des contributions relatives

Cette partie de l'étude estime, en différents points de l'aire d'étude, la contribution relative de chacun des exutoires. Le modèle permet de calculer, pour chaque maille de l'outil, la concentration en *Escherichia coli* provenant de chaque exutoire. Ces concentrations sont ensuite représentées graphiquement, permettant de visualiser l'impact des différents rejets sur les zones de productions conchylicoles. La figure ci-dessous présente la méthode utilisée.



Basse mer : niveau contamination MAX	
Contributeur : Source Bleu clair	95 %
Source Bleu foncé	1 %
Source Violette	4 %

Plaine mer : niveau contamination Min et non pénalisant (pas pris en compte)

Contributeur : Source Bleu clair	43 %
Source Bleu foncé	5 %
Source Violette	51 %

Figure 16 : Méthode d'estimation de la contribution relative à la contamination microbiologique des exutoires – campagne pluvieuse

Différents points dans le modèle, placés en fonction des zones de productions conchylicoles et des contaminations observées, ont été choisis (exemple à gauche sur la figure). Les concentrations pour chaque source présente en ce point, sont représentées graphiquement ainsi que la somme des concentrations totales en *Escherichia coli* au cours de la simulation (exemple à droite sur la figure). Ce type d'analyse nous permet d'étudier l'évolution de chaque source au cours du temps et d'en déterminer la part contributrice de chaque exutoire (en pourcentage), à marée montante et à marée descendante. Cet exercice a été réalisé sur la campagne pluvieuse, la plus contaminée. Une synthèse de cette analyse est présente en Figure 17. Seules les contributions des rejets majoritaires y sont figurées.

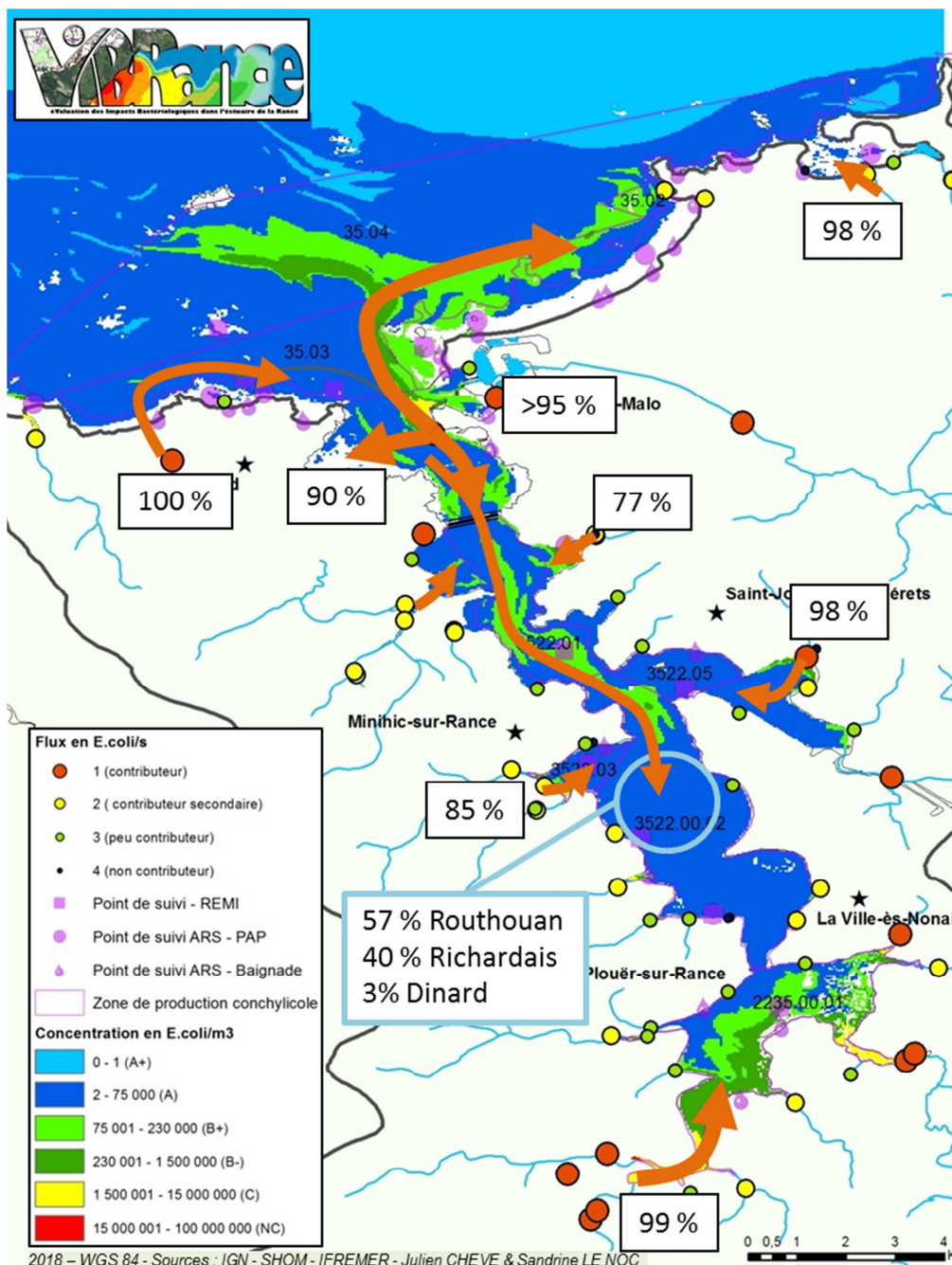


Figure 17 : Synthèse des contributions relatives à la contamination microbiologique d'origine fécale de l'estuaire de la Rance

Dans le secteur Sud, les sources en provenance de l'écluse du Châtelier impactent à 99 % la plaine de la Ville Ger (zone de production 2235.00.01).

En centre Rance, les contaminations observées au niveau de la Grève du Marais, zone de production 3522.03, sont influencées par l'exutoire du Saint Buc à 85 % (point 15). Rive droite, le secteur des Gastines est touché à 98 % par l'exutoire de la couaille. Les apports du Nord pouvant toucher le centre Rance, zone 3522.00.02, sont constitués à 57 % par les rejets du Routhouan, à 40 % par la STEP de la Richardais et 3 % par la STEP de Dinard.

Au Nord, l'anse du Troctin est impactée par son fluvial à 77 % (point 59), l'Anse des rivières à 90 % par la STEP de Pleurtuit, le littoral Dinardais par sa STEP à 100 %, le secteur de Saint-Malo par

le Routhouan à plus de 95 % (dont l'anse du prieuré à 90 %) et le havre de Rothéneuf par le fluvial de la Sablière à 98 % (point 65).

Cette analyse plus précise a permis de mettre en évidence les exutoires les plus contributeurs et d'en exclure d'autres. Dans l'étape 1 (pièce 2), certains exutoires de la rive droite de la Rance (STEP de Pleudihen, Pont des Cieux, Tourniole, la Saurais et la Goutte) présentaient des flux de contamination importants. Après l'étude de la dispersion hydrodynamique de ces apports contaminants, il semblerait que leurs impacts soient limités. Un effet tampon interviendrait du fait de la géomorphologie de leurs exutoires qui présentent des fleuves très méandriformes, débouchant sur des roselières et des vasières. Ces caractéristiques rallongent considérablement les temps de résidence des eaux et favorisent les décontaminations naturelles. Cette capacité à l'épuration est à nuancer en cas de débordement d'eaux brutes ou lors de vent fort venant de l'Est. Les rejets du fleuve de Coutances (point Rochefort, recueillant les eaux de la STEP de Saint-Samson) présentaient également une forte contribution mais celle-ci devient négligeable à son exutoire par la dilution des effluents arrivant de l'écluse du châtelier en condition pluvieuse.

Pour les contributeurs majoritaires, la principale cause de pollution est liée aux réseaux d'assainissement collectif. Il sera donc nécessaire de mener des actions pour améliorer le fonctionnement des réseaux d'assainissement (capacité hydraulique, ajout d'un traitement tertiaire...). D'autres contaminations sont apparues aux exutoires de certains cours d'eau mais sans que la cause ne soit évidente. Dans ce cas, il est nécessaire de faire des prélèvements supplémentaires en remontant ces cours d'eau pour en étudier la cause. Cette étude complémentaire a été menée par CŒUR Emeraude en février 2018 (étape 3 du profil conchylicole).

D'autres exutoires d'origine fluviale, situés notamment rive gauche, et certains exutoires pluviaux (Tanet, Vigneux, cale de Saint-Suliac, Gastines, Troctin, la Varde) définis comme des contributeurs secondaires ont un impact très local. L'objectif pour ces exutoires sera de mener des actions d'amélioration sur le fonctionnement des réseaux d'assainissement en amont (conformités des branchements, capacité hydraulique des postes de relèvement), de réaliser des travaux de réhabilitation sur les installations en ANC et de réaliser des campagnes de sensibilisation auprès des agriculteurs et du public.

Ces conclusions sont valables en général pour les contaminations régulières. Elles doivent s'accompagner d'une analyse des débordements des réseaux d'assainissement en cas de casse ou de forte pluviométrie. Cette analyse est présentée dans le chapitre suivant.

5.2 Scénarios hypothétiques

Les scénarios hypothétiques regroupent :

- Les scénarios de débordement (by-pass) d'eaux brutes ou faiblement diluées des réseaux d'assainissement collectif en cas de casse ou de forte pluviométrie. Ces by-pass sont injectés dans le modèle sur une durée de 24h. Ces cas souvent très impactants sont réalisés à partir de données réelles (alertes des gestionnaires) ou estimées. Seuls les débordements les plus courants ont été réalisés. Ils illustrent les impacts de ce type d'événements mais ne représentent pas la multitude des possibilités de by-pass de l'estuaire.
- Les questions diverses pouvant avoir trait à d'autres sources de contamination (plaisance) ou des cas très précis (conduites au large, bassin à marée...). Ces scénarios ont été pour la plupart co-construits avec des gestionnaires, des représentants de professionnels et des services de l'état ou assimilés, notamment lors du groupe de travail restreint qui a eu lieu le 3 juillet 2017 au LERBN.

5.2.1 Simulations de rejets par des by-pass

Rejets de vidange au Havre de Rothéneuf

Il ne s'agit pas d'un débordement du réseau d'assainissement mais ce premier scénario illustre le cas d'un rejet illégal d'eaux sanitaires via la vidange d'un véhicule (camping-car, vidangeur...). Ce cas peut se présenter sur tout le littoral en général mais il est potentiellement plus impactant sur le secteur du havre de Rothéneuf du fait de son faible volume d'eau (faible capacité à la dilution).

Les déversements simulés correspondent à des rejets directs d'un et de dix camping-cars, et à une cuve de 1000 l d'un camion de vidange (dont la capacité peut atteindre 10 000 l).

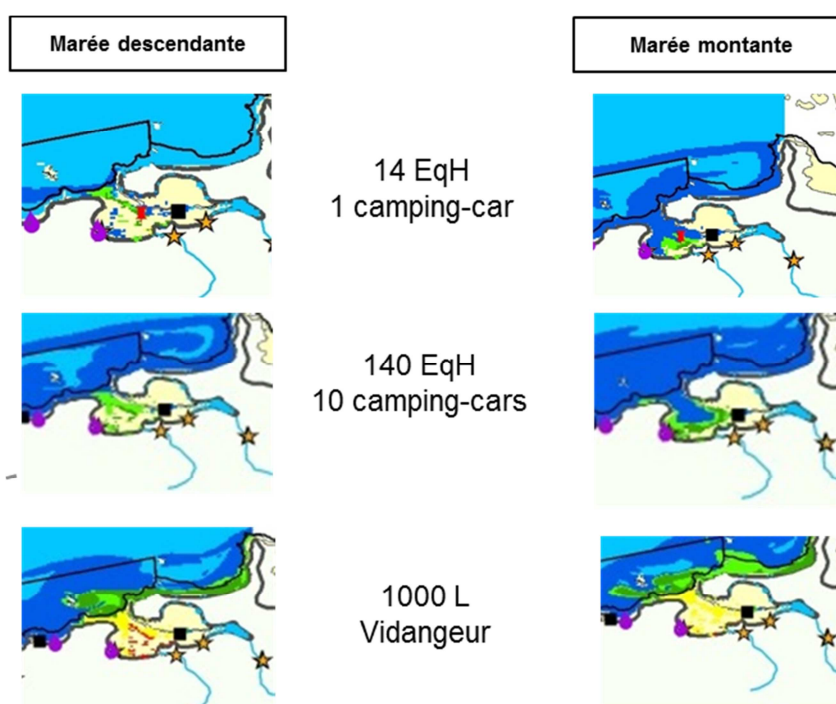


Figure 18 : Simulation de l'impact de vidanges d'eaux sanitaires dans le havre de Rothéneuf

Un rejet direct d'un camping-car implique une contamination en qualité moyenne (B) du havre de Rothéneuf mais qui se dissipe rapidement en 24h. Le constat est le même avec dix camping-cars mais avec une disparition totale de la contamination au bout de trois jours.

Le scénario d'un déversement d'un vidangeur impose une mauvaise qualité (classement C) avec une dissipation également en trois jours.

Ce type d'actes illégaux, possible en saison estivale, peut représenter un impact non-négligeable sur ce secteur.

Dinard

Cette simulation concerne un rejet de by-pass de la station d'épuration de Dinard. Sans données de la part de l'agglomération, un rejet de 750 m³ d'eaux brutes a été injecté. Sur cette simulation, un rejet au havre de Rothéneuf a également été simulé, il fait partie des résultats du paragraphe précédent.

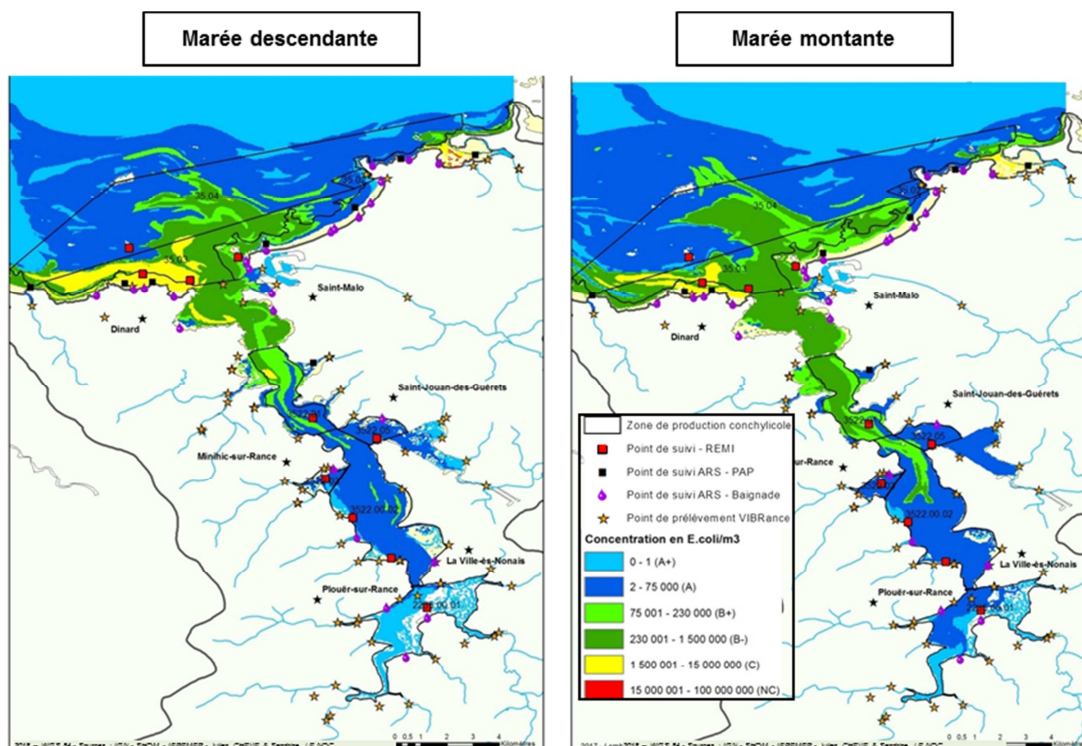


Figure 19 : Simulation d'un rejet d'un by-pass de la STEP de Dinard

Le flux de contamination impacte le littoral Dinardais en mauvaise qualité (C) et s'étend en qualité moyenne (B-) jusqu'en centre Rance. En situation régulière, le panache de la STEP de Dinard, évacué au large au moyen d'une conduite sous-marine, se limite au littoral de Dinard en restant souvent au large. En cas de rejet brut, cette dispersion au large ne fonctionne plus. L'essentiel des contaminations se dissipe en trois jours.

La Richardais

Cette simulation concerne un rejet de by-pass de la station d'épuration de la Richardais. Un rejet de 50 m³ d'eaux brutes a été injecté sur la base de cas réels.

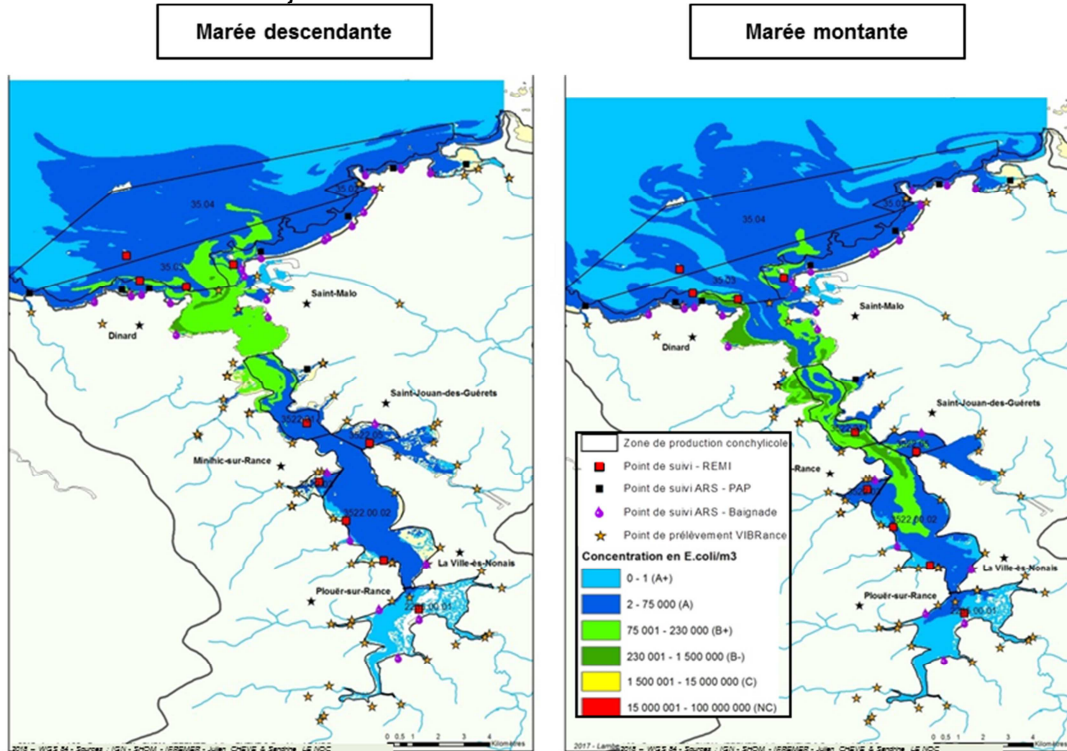


Figure 20 : Simulation d'un rejet de by-pass de la STEP de la Richardais

Une mauvaise qualité (C) des eaux apparaît en tout début de simulation et se répand rapidement en qualité moyenne (B) en baie de Saint-Malo et en centre Rance. La pollution disparaît au bout de trois jours.

Dinan et pluvial de la Varde

Cette simulation concerne deux rejets de by-pass :

- Station d'épuration de Dinan. Un rejet de 1000 m³ d'eaux partiellement diluées a été injecté sur la base de cas réels.
- Rejet du réseau d'assainissement de Paramé-Rothéneuf dans le pluvial de la Varde. Un rejet hypothétique de 300 m³ d'eau brutes a été injecté sur cet exutoire qui fut l'un des points les plus contaminés du département.

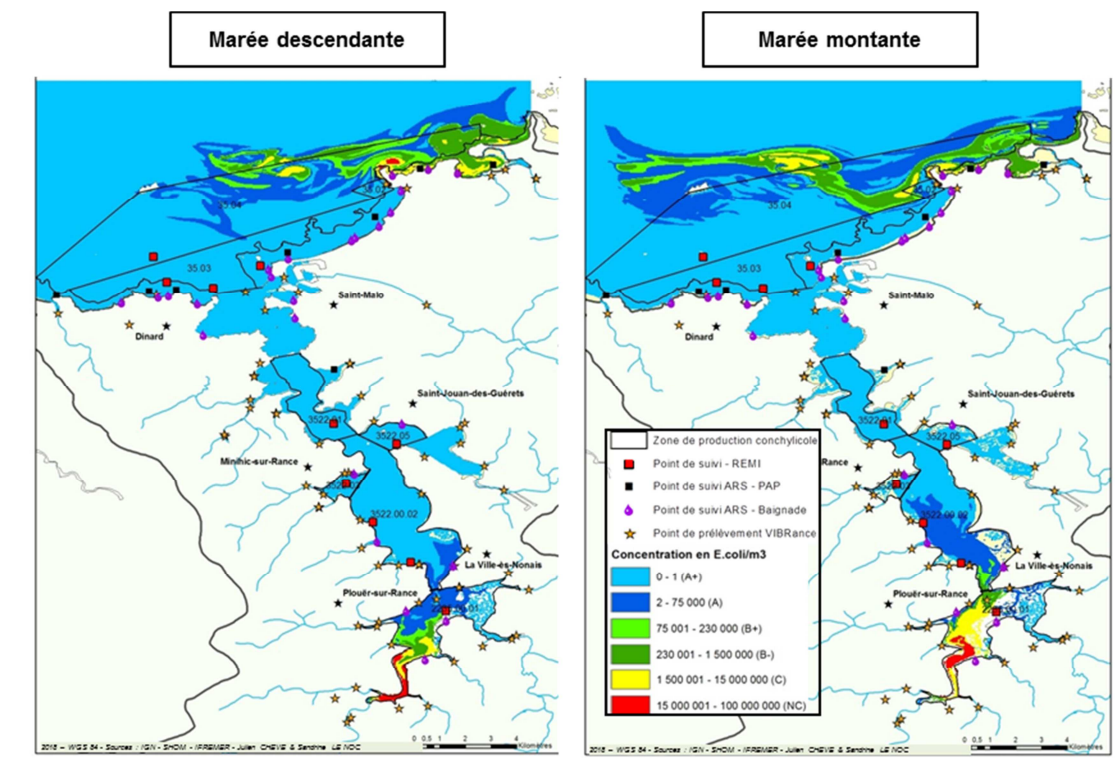


Figure 21 : Simulation d'un rejet de by-pass à la Varde et un second de la STEP de Dinan

Le by-pass de la station d'épuration de Dinan entraîne une mauvaise qualité sanitaire sur la majeure partie de la plaine de la Ville Ger, le retour en qualité moyenne n'intervient qu'au bout du quatrième jour du fait du relatif cloisonnement du Sud de la Rance.

Au Nord, le by-pass de la Varde impacte en qualité moyenne (B) à mauvaise (C) la partie Est de la baie de Saint-Malo jusqu'à Cézembre ainsi que le havre de Rothéneuf. La contamination se dissipe au bout de trois jours.

Saint-Malo

Cette simulation concerne plusieurs rejets de by-pass du réseau d'assainissement collectif de l'agglomération de Saint-Malo. Basé sur des données réelles, elle comprend :

- Les rejets d'eaux diluées le long du Routhouan (by-pass des intercepteurs). Les volumes de ces rejets ont été divisés par quatre pour prendre en compte la difficulté de mesure des débits réels sur ces ouvrages : 3346 m³.
- Les rejets cumulés d'eaux diluées au niveau de la Varde : 192 m³.
- Les rejets cumulés d'eaux diluées au niveau du déversoir d'orage du Rosais : 274 m³.
- Un rejet d'eaux brutes du poste de relèvement de Quelmer : 15 m³.
- Un rejet d'eaux brutes au niveau de l'anse du Troctin : 30 m³.

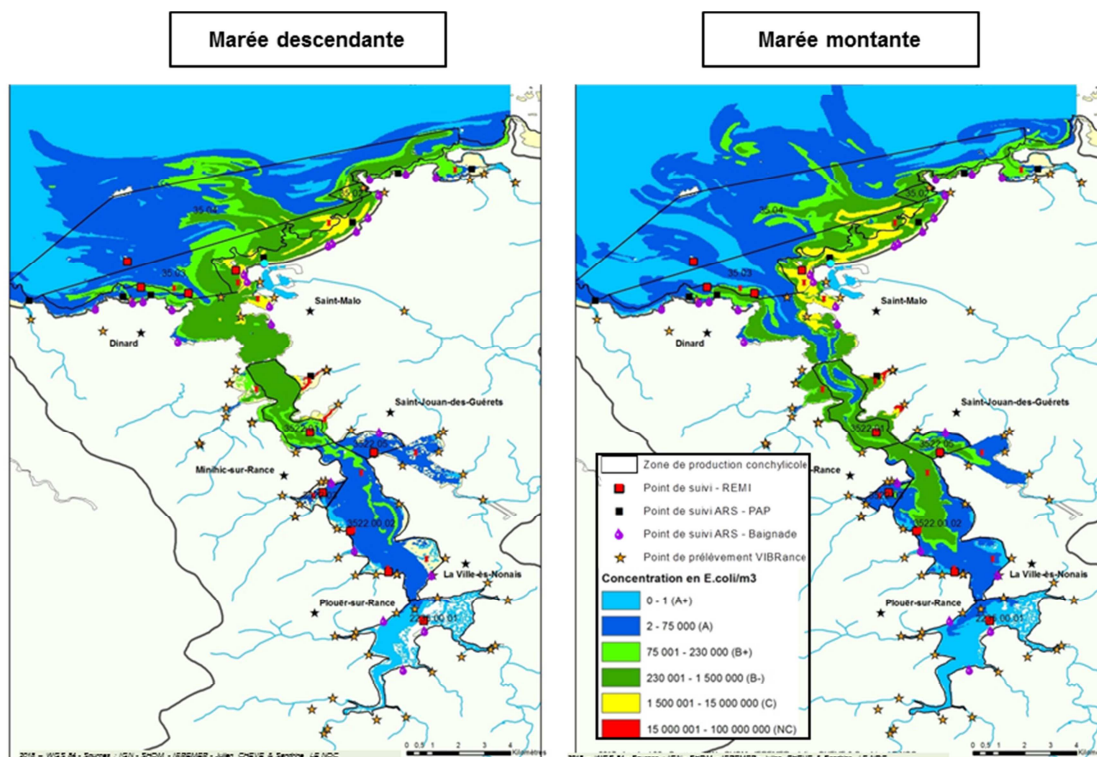


Figure 22 : Simulation de rejets de by-pass du réseau d'assainissement de Saint-Malo

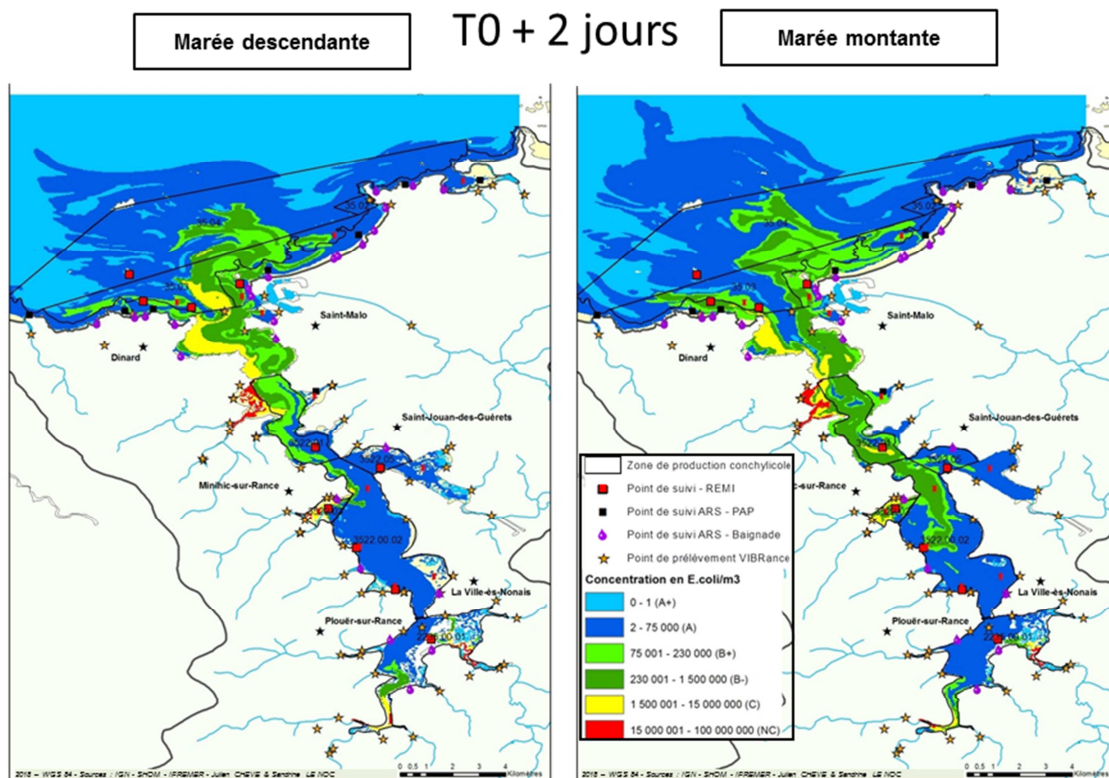
La première heure, les secteurs proches sont touchés en mauvaise qualité (C). Les rejets du Routhouan touchent l'ensemble de la baie en qualité médiocre (B-), et les ports et le sillon en mauvaise qualité (C). Le rejet de la Rosais se disperse du Nord jusqu'au centre Rance et les rejets de Quelmer et du Troctin ont un impact très local en mauvaise qualité. Le by-pass de la Varde entraîne une qualité des eaux moyenne le long du havre de Rothéneuf jusqu'au sillon où il se mêle au rejet du Routhouan.

La pollution disparaît au bout du troisième jour sauf pour Quelmer (quatrième jour) et dans l'Anse du Troctin où la contamination résiduelle persiste jusqu'au septième jour.

By-pass de contributeurs secondaires

Cette simulation concerne plusieurs rejets de by-pass de réseau d'assainissement autour de l'estuaire de la Rance. Elle comprend :

- Un rejet d'eaux brutes de la station d'épuration de Pleudihen : 250 m3.
- Un rejet d'eaux brutes du réseau de Saint-Samson : 500 m3.
- Un rejet d'eaux brutes de la station d'épuration de Pleurtuit : 250 m3.
- Un rejet d'eaux brutes du poste de relèvement de la Huliais : 10 m3.
- Un rejet d'eaux brutes du poste de relèvement des grandes rivières : 400 m3.
- Un rejet d'eaux très diluées du déversoir d'orage de Saint-Enogat : 10 m3.



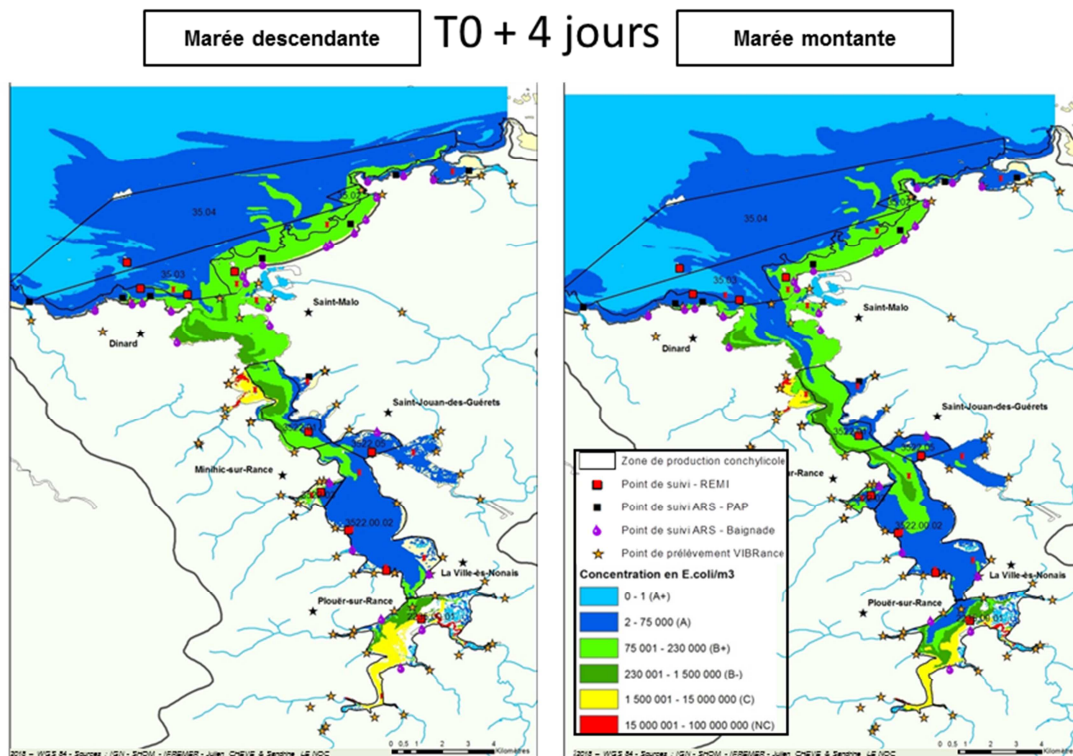


Figure 23 : Simulation de rejets de by-pass en Rance (réseaux secondaires d'assainissement)

Les deux premières cartes présentent la simulation des by-pass au bout de deux jours (impact plus important au Nord) et les deux cartes suivantes au bout de quatre jours (impact plus important au Sud).

Au bout de deux jours, la zone Nord ainsi que le centre Rance sont contaminés en qualité moyenne (B). L'impact du déversoir d'orage de Saint-Enogat est peu visible avec le volume mis en jeu. La zone la plus touchée est l'anse des rivières avec un cumul des panaches provenant de Pleurtuit et des grandes rivières. Sa qualité sanitaire est mauvaise à très mauvaise. La grève des Marais est touchée localement en qualité moyenne par le rejet de la Huliais. La pollution est dissipée au bout de quatre jours.

Au Sud, c'est au bout de quatre jours que les panaches sont maximum. Les rejets de Saint-Samson touchent la plaine de la Ville Ger en mauvaise qualité (C), rejoints par ceux de Pleudihen mais dans une moindre proportion.

Somme des débordements

Ce dernier scénario fait la synthèse de tous les précédents. En cas de forte pluviométrie il y a souvent le cumul de débordement de plusieurs réseaux d'assainissement. Cette simulation se place dans un contexte pénalisant en faisant la somme de tous les by-pass précédemment présentés.

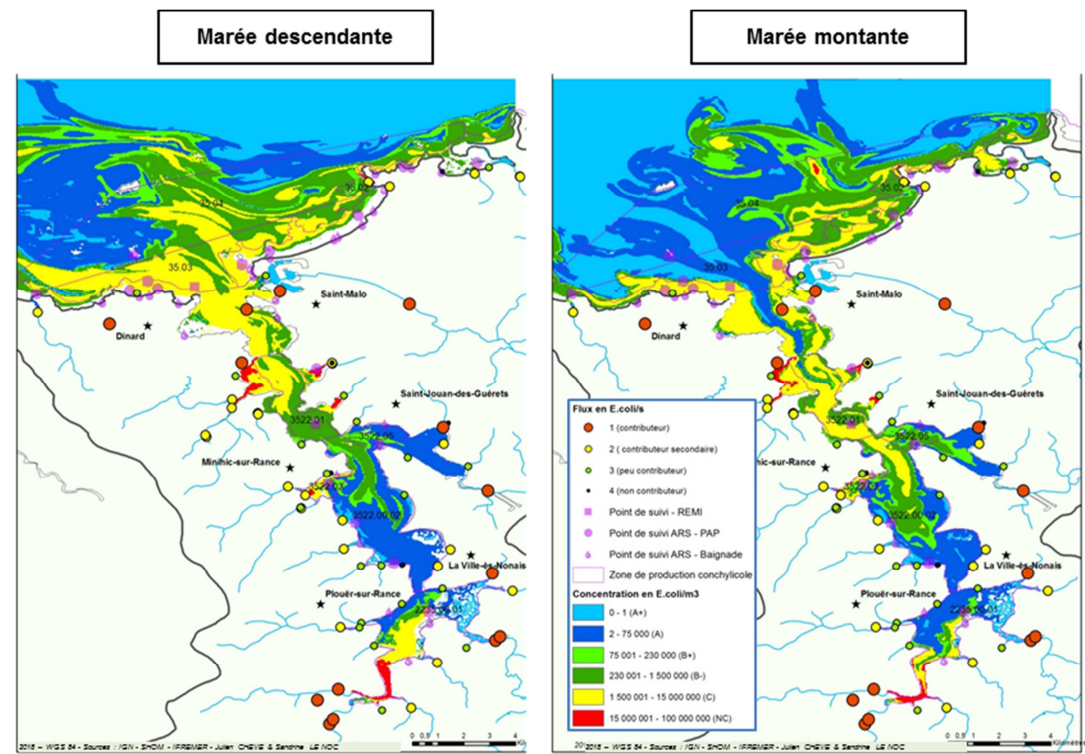


Figure 24 : Simulation de la somme théorique des rejets de by-pass dans l'estuaire de la Rance lors d'une forte pluviométrie

Dans ce cas théoriquement très pénalisant, l'estuaire de la Rance est dans sa quasi-totalité touché en mauvaise qualité (C).

Synthèse des rejets accidentels

La Figure 25 reprend la figure précédente en indiquant les principaux vecteurs de contamination.

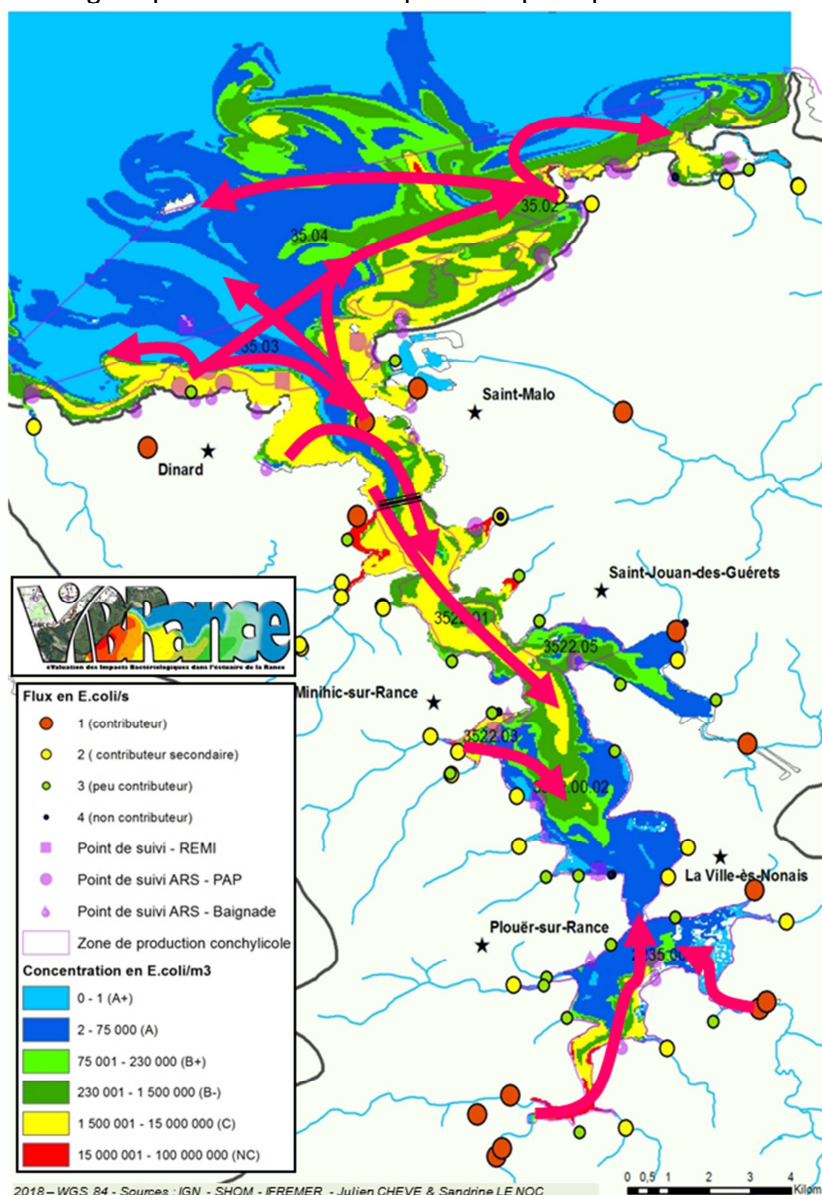


Figure 25 : Impact théorique des rejets de by-pass dans l'estuaire de la Rance lors d'une forte pluviométrie

Ce cas de by-pass généralisé lors d'une forte pluviométrie est pénalisant. Mais il ne prend pas en compte le fait que les panaches engendrés par les débordements se cumulent également aux contaminations régulières générées habituellement.

La totalité des by-pass simulés a représenté des rejets d'une durée de 24h. Dans la réalité, un by-pass peut durer de quelques minutes à plusieurs jours.

5.2.2 Questions diverses

Approche de l'évolution dans le temps de la qualité de l'estuaire

Ces simulations présentent une approche de ce que pouvait être la situation sanitaire de l'estuaire de la Rance avant le contrat de baie et dans le futur, si on ne considère que les rejets réguliers des stations d'épuration. Ces rejets constituent effectivement la part majoritaire des flux de contamination en germes fécaux. Mais ces scénarios ne prennent pas en compte les rejets d'eaux brutes des réseaux (by-pass) qui sont l'autre pendant essentiel de la gestion de la qualité microbiologique des eaux.

L'état antérieur est obtenu en multipliant par 1000 les rejets actuels des STEP (rejets d'eaux non traitées pour la microbiologie). L'état futur hypothétique est obtenu en divisant par 1000 ces mêmes rejets (mise en place systématique de traitement tertiaire en fin de traitement).

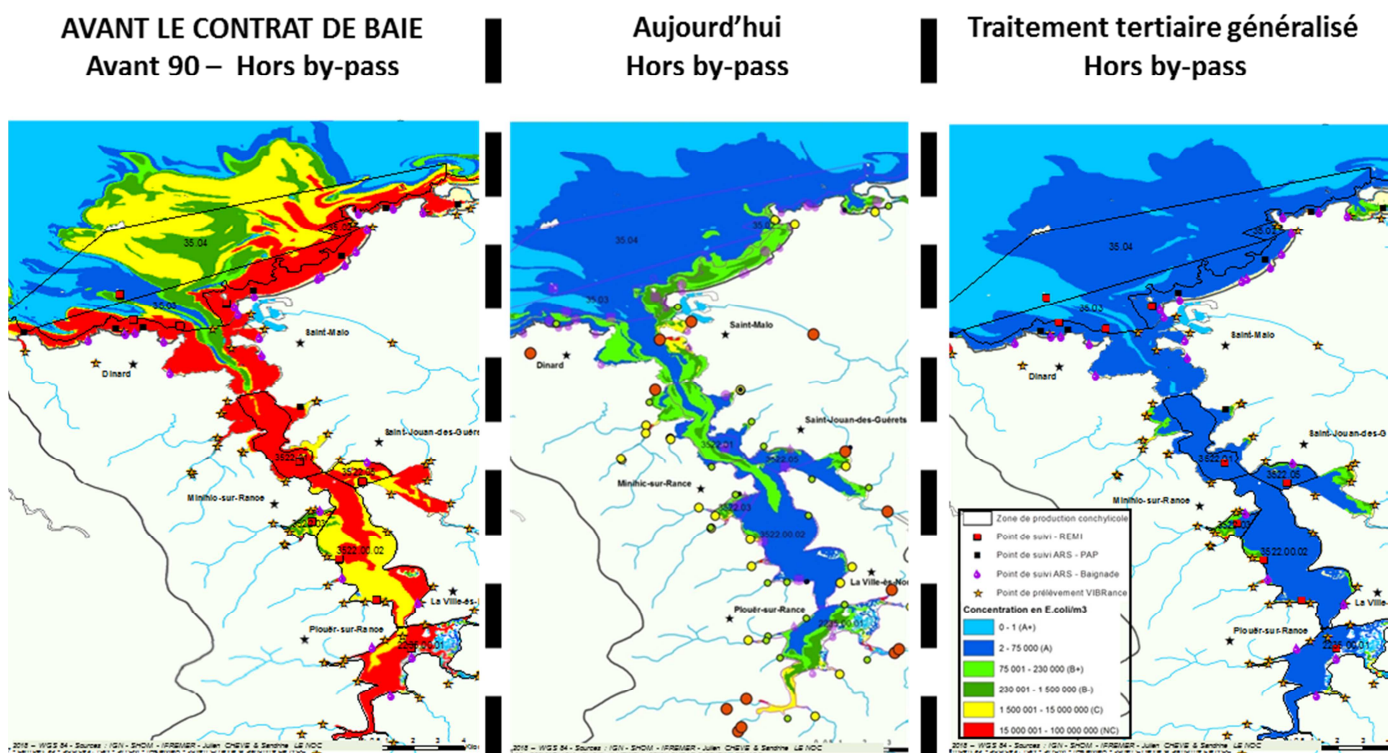


Figure 26 : Simulation de l'évolution dans le temps de la qualité de l'estuaire, hors by-pass

La simulation de l'état antérieur montre une qualité des eaux non compatibles avec les activités conchylicoles. Il s'agit pour partie d'une vue exagérée de l'estuaire des années 80 mais, pour mémoire, certains secteurs étaient alors connus pour leur très mauvaise qualité microbiologique et visuelle. La simulation de la quasi-suppression des contaminations dues aux STEP se rapproche des résultats de la simulation en campagne estivale, c'est-à-dire lorsque que les STEP fonctionnent bien en absence de surcharge hydraulique. Il ne reste alors plus que les rejets venant des contributeurs secondaires de l'estuaire.

Ces simulations illustrent d'une part les efforts déjà réalisés dans le secteur et d'autre part le gain de qualité supplémentaire qui peut être obtenu. Réalisées sans la prise en compte des situations contaminantes des by-pass, ces simulations n'engagent la réflexion de la mise en place d'un traitement tertiaire sur une STEP qu'après avoir mené une analyse coût/bénéfice au cas par cas.

Simulations de rejets par des plaisanciers

Les rejets d'eaux sanitaires de la plaisance constituent une source potentielle de contamination du milieu naturel mais elle est difficile à estimer. Si les infrastructures de récupération d'eaux noires des bateaux sont encore trop peu nombreuses, il est aussi une pratique courante que d'atteindre le large pour vider les cuves des bateaux.

Deux situations sont identifiées comme potentiellement plus contaminantes :

- La résidence de particuliers sur des bateaux à quai ou au mouillage.
- Les fêtes maritimes qui peuvent présenter une concentration inhabituelle de bateaux de plaisance sur le plan d'eau.

Pour la première situation (partie gauche de la figure ci-dessous), il a été considéré un taux d'occupation de 15 % des bateaux par une personne dans les principaux ports de plaisance (Saint-Malo, Plouër-sur-Rance et Dinan). Ces paramètres sont très certainement sous-estimés en périodes de vacances estivales, mais ils sont à nuancer du fait de l'existence de toilettes publiques sur ces ports.

La seconde situation (partie droite de la figure ci-dessous) est approchée par la simulation du rejet d'un seul, puis de 10 bateaux au milieu de l'estuaire.

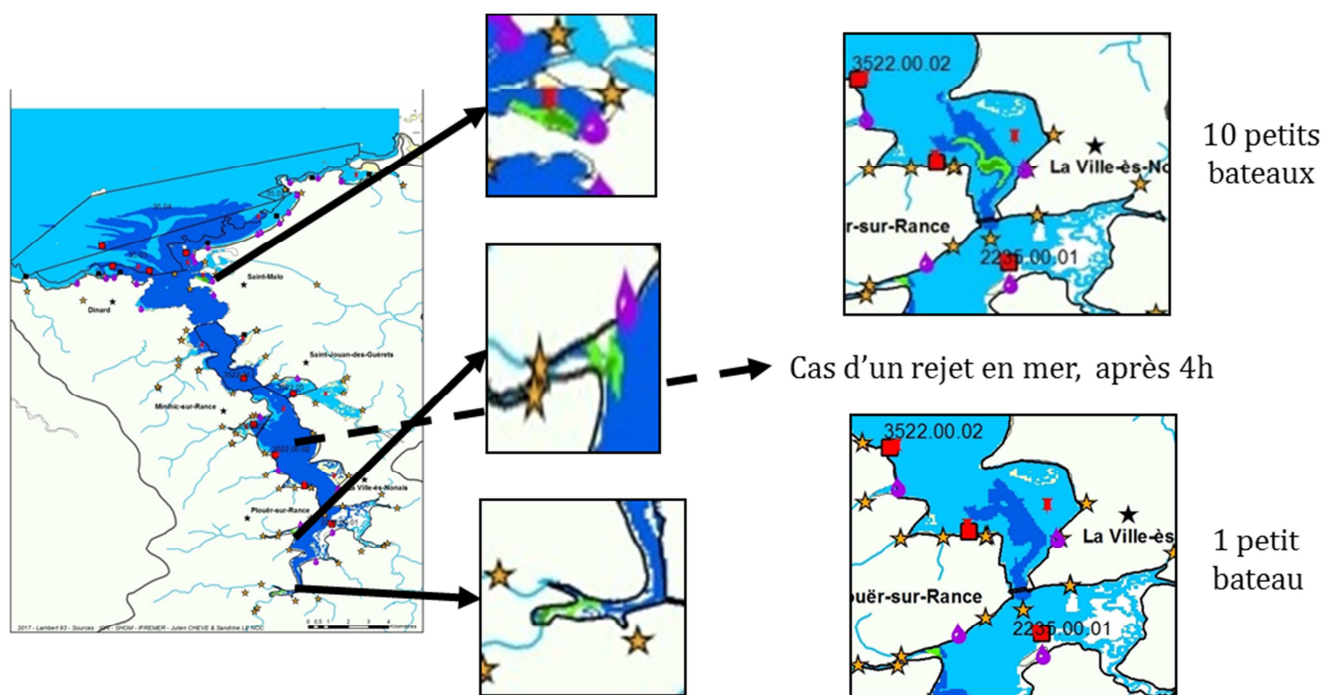


Figure 27 : Simulation de rejet par des plaisanciers en résidence aux ports de Dinan, de Plouër-sur-Rance et de Saint-Malo (Bas Sablons)

L'impact de rejets par des plaisanciers résidents peut expliquer un bruit de fond dans les ports mais ces impacts en qualité moyenne des eaux restent très locaux.

Concernant les rejets en navigation, l'effet d'un rejet d'un unique bateau (14 eqH – équivalent Habitant) est quasiment nul. On observe une lentille de qualité moyenne, peu étendue, qui se dissipe en deux heures.

Pour le rejet d'une cassette d'un plus gros bateau ou représentant 10 petits bateaux (environ 140 eqH), le constat est plus marqué mais reste peu impactant. On observe également une lentille de qualité moyenne, un peu plus étendue, qui se dissipe en 12h. Ces résultats sont à adapter en fonction du nombre de bateaux dans le cas d'une fête maritime.

Ces impacts peuvent être comparés aux simulations de vidanges réalisées au havre de Rothéneuf (paragraphe 5.2.1) avec des flux équivalents. En Rance, l'effet est moindre par rapport au havre de Rothéneuf car la dilution/dispersion des eaux est supérieure au « large » de Saint-Suliac.

Cas réel d'une casse de réseau dans l'anse du Prieuré

Cette simulation concerne un rejet de by-pass du réseau d'assainissement de Dinard lors d'une casse au niveau de l'anse du Prieuré. Un volume estimé de 200m³ d'eaux brutes s'est déversé en période estivale par temps sec.

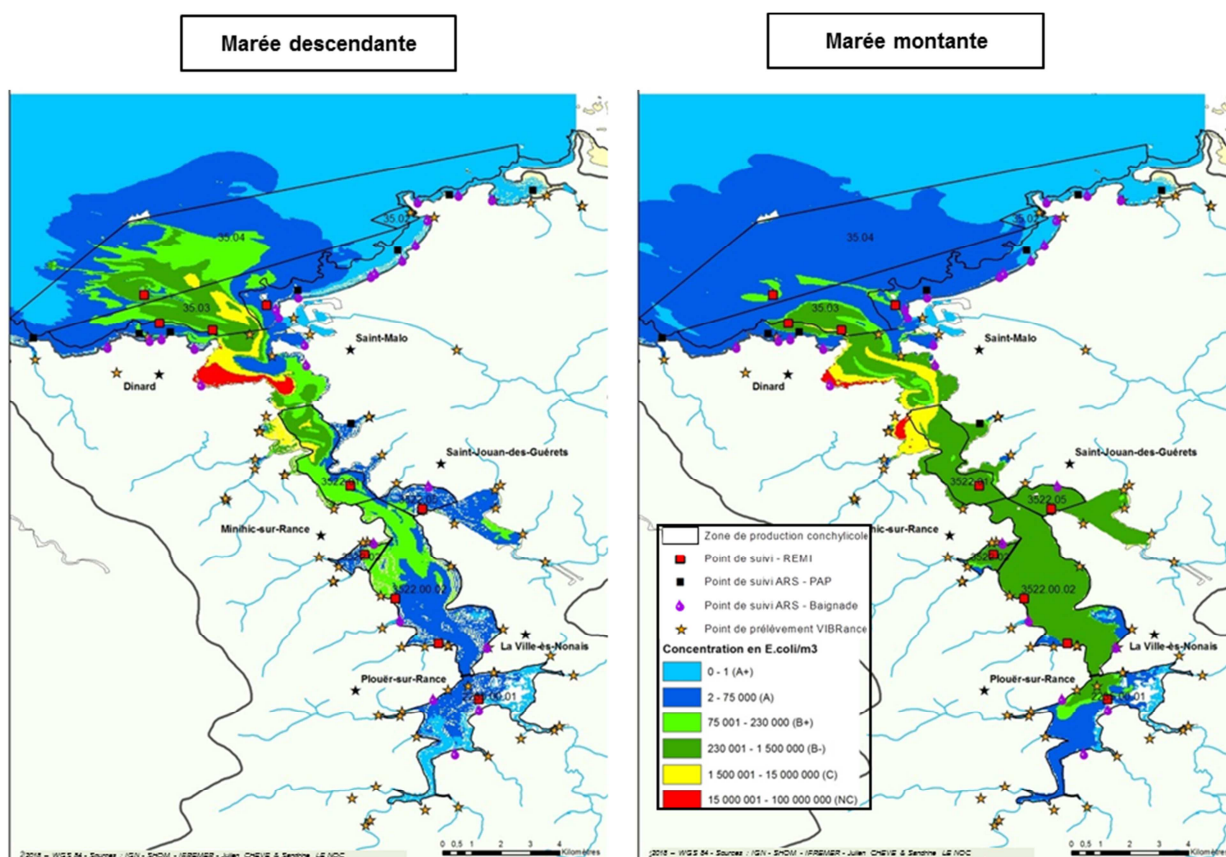


Figure 28 : Simulation 3D d'un cas réaliste de rejet de by-pass au niveau du Prieuré (casse de réseau en période sèche) – carte des fonds

Cette simulation a été réalisée à l'aide du modèle 3D afin de mieux comprendre le phénomène au fond de la baie, notamment en raison de la pêche à la coquille Saint-Jacques et aux praires qui est régulièrement exercée dans ce secteur à la drague ou en plongée.

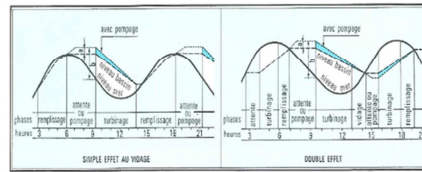
A marée descendante, les contaminations au fond déclassent le secteur du Prieuré en très mauvaise qualité (NC) sur les premiers jours et touchent le centre Rance jusqu'à l'île de Cézembre en qualité moyenne (B). A marée montante, les contaminations se dispersent jusqu'au resserrement des ponts au niveau de Plouër-sur-Rance. Trois jours après, la zone est toujours en qualité moyenne dans le secteur du Prieuré.

Déplacement du rejet du Routhouan au large

Ce scénario est un test du déplacement à 1 km au large (vers le Nord) du rejet du Routhouan lors de la campagne hivernale.

Saint-Malo large

Marée descendante



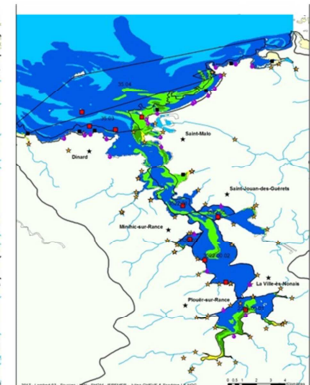
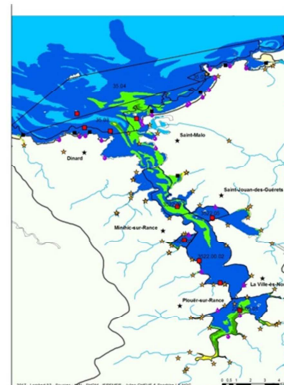
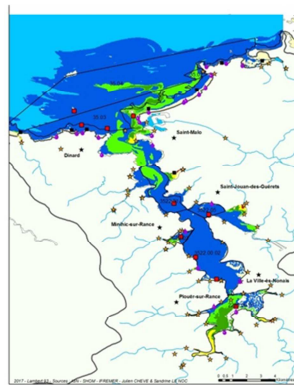
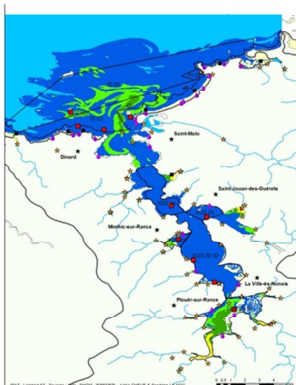
Marée montante

Large

Normal

Large

Normal



Avec le rejet déporté au large, on observe une meilleure dispersion des panaches au Nord qui induit un gain de qualité des eaux sur la partie centrale de la Rance et évite un contact du panache avec les abords immédiats du port de Solidor (Saint-Servan). Cependant, ces résultats ne sont pas spectaculaires compte tenu des efforts à réaliser pour mettre en œuvre une telle conduite de rejet au large. Ce type de réflexion est à mener avec une analyse coût/bénéfice.

Intérêt d'un bassin à marée - exemple de la STEP La Richardais

Cette simulation permet de comparer, avec les flux de la campagne pluviale, l'intérêt de phaser les rejets de la STEP de la Richardais au moyen d'un bassin à marée.

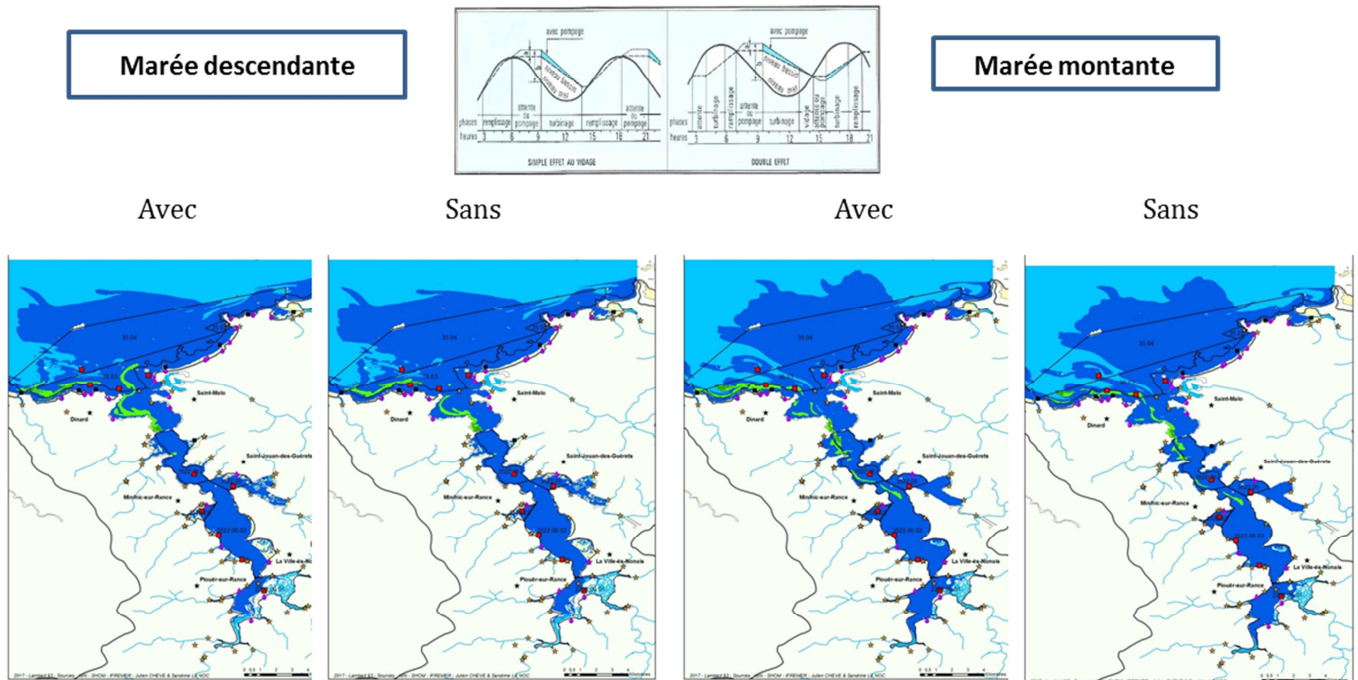


Figure 29 : Simulation avec ou sans un bassin à marées – STEP de la Richardais

Sur ces simulations, on observe que l'utilisation d'un bassin à marée augmente dans un premier temps la dispersion des effluents au large lors de la marée descendante. Mais cet effet est moyenné avec le retour du panache à marée montante. Sur cet exemple, la présence d'un bassin à marée n'implique pas de changement majeur sur l'impact du panache de contamination. Une analyse coût/bénéfice pourrait être menée sur l'intérêt de transformer ce bassin à marée en bassin tampon pour augmenter la capacité hydraulique de la STEP et éviter des by-pass.

Déplacement de l'exutoire de la STEP de Pleurtuit

Actuellement, la station d'épuration de Pleurtuit se rejette dans des étangs en cascade avant de rejoindre l'estuaire de la Rance. La question de déplacer le rejet de la STEP directement dans l'estuaire peut se poser pour soulager les étangs. L'intérêt serait de pouvoir améliorer la continuité écologique des étangs, tout en bénéficiant d'un gain de qualité microbiologique des eaux. Le risque serait d'augmenter les impacts de la STEP sur l'estuaire.

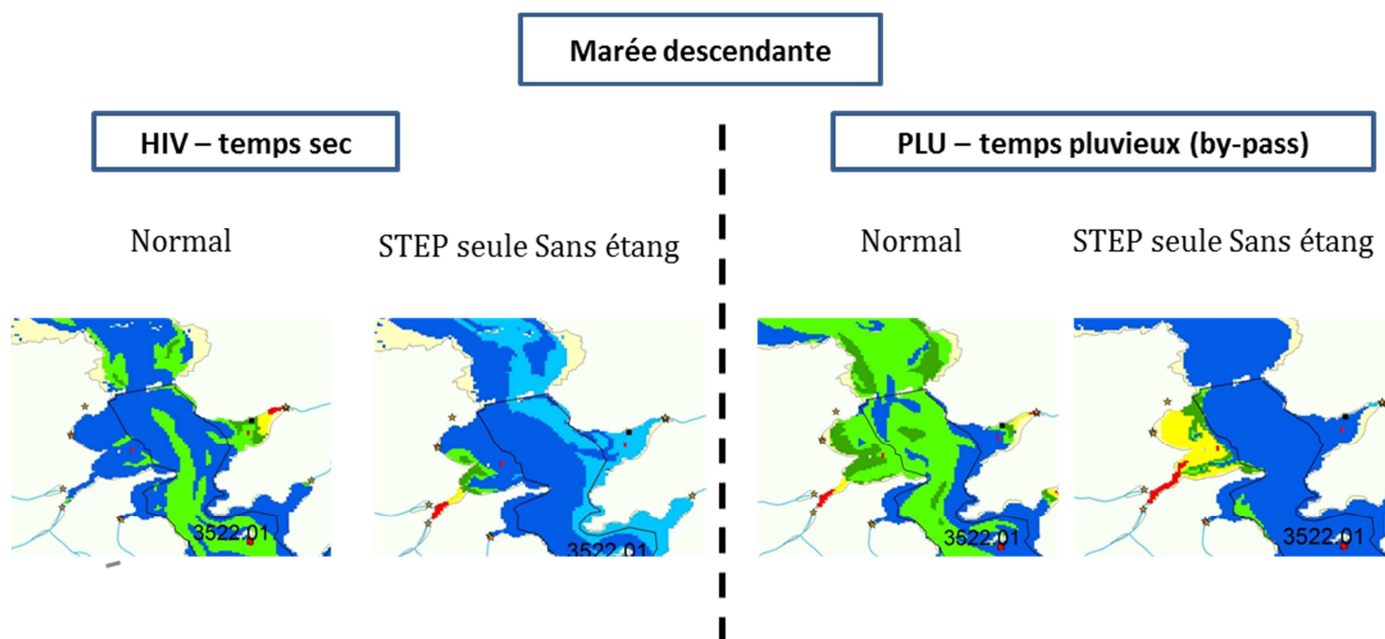


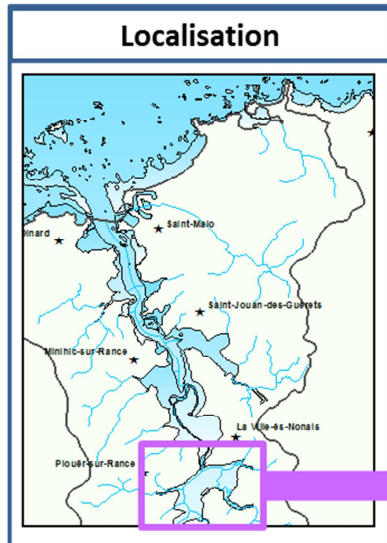
Figure 30 : Simulation sans les étangs présents à l'exutoire de STEP de Pleurtuit

Par temps sec (à gauche de la figure) et en considérant un rejet direct en Rance, la STEP de Pleurtuit impacte localement en qualité moyenne (B) l'anse des Rivières. Alors qu'un rejet dans les étangs permet un classement en bonne qualité (A) du littoral. Dans la configuration actuelle, les étangs assurent un rôle d'épuration des eaux par temps sec.

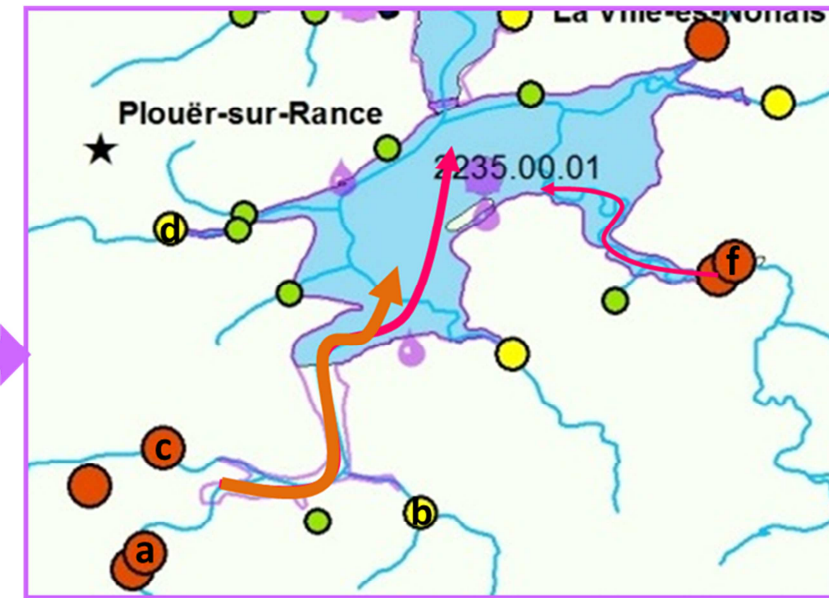
Par temps pluvieux (à droite de la figure), l'impact direct de la STEP devient important sur l'estuaire. L'anse des rivières devient de mauvaise qualité sanitaire (C) pour un gain de qualité des étangs non garantis (apports secondaires éventuels).

En conclusion, d'un point de vue sanitaire, le déplacement du rejet de la STEP de Pleurtuit n'est pas pertinent dès que le temps devient pluvieux, lors de by-pass.

6 Synthèse par secteur



Synthèse des impacts Secteur Rance Sud



- Flux en E.coli/s**
- 1 (contributeur)
 - 2 (contributeur secondaire)
 - 3 (peu contributeur)
 - 4 (non contributeur)
 - Point de suivi - REMI
 - Point de suivi ARS - PAP
 - Point de suivi ARS - Baignade
 - Zone de production conchylicole
- Concentration en E.coli/m3**
- 0 - 1 (A+)
 - 2 - 75 000 (A)
 - 75 001 - 230 000 (B+)
 - 230 001 - 1 500 000 (B-)
 - 1 500 001 - 15 000 000 (C)
 - 15 000 001 - 100 000 000 (NC)
- Flux impactant régulier
→ Flux impactant occasionnel

-Les impacts bactériologiques du secteur Sud sont essentiellement dus aux sources de ce secteur.

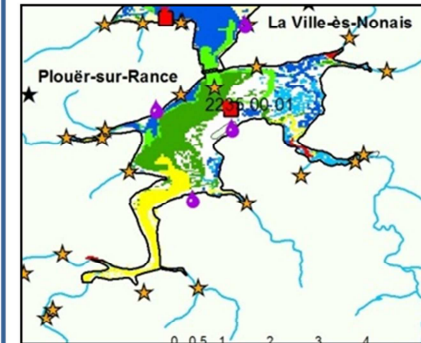
-la première source de contamination est la Rance, arrivant à l'écluse du Châtelier^a (qui comprend les rejets de l'agglomération de Dinan) et impacte la zone de production 2235.00.01, dont la qualité sanitaire est estimée B.

-Les autres petits fleuves (Quincoubre^b, Coutances^c, Le Mevault^d) peuvent impacter secondairement et localement le bord littoral.

-Malgré l'observation de flux importants, les sous-bassins versants de la rive droite sont peu impactants grâce à la configuration géomorphologique de leur exutoire (méandres et zones humides). C'est le cas des rejets de Pleudihen et amont^f qui ne peuvent avoir un impact qu'en cas d'importants by-pass de leur réseau d'assainissement.

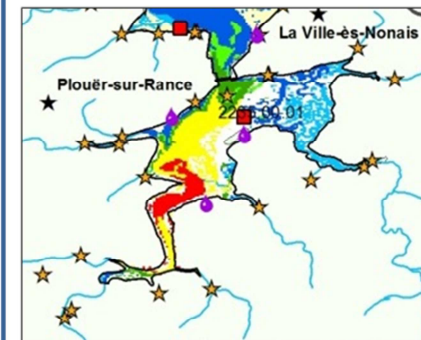
Vues complémentaires

→ Exemple de contamination régulière



Simulation campagne Pluvieuse
Zone impactée : 2235.00.01 - Classe B

→ Exemple de contamination potentielle



Simulation By-pass Dinan
Zone impactée : 2235.00.01 - Classe C

Localisation



Flux en E.coli/s

- 1 (contributeur)
- 2 (contributeur secondaire)
- 3 (peu contributeur)
- 4 (non contributeur)
- Point de suivi - REMI
- Point de suivi ARS - PAP
- Point de suivi ARS - Baignade
- Zone de production conchylicole

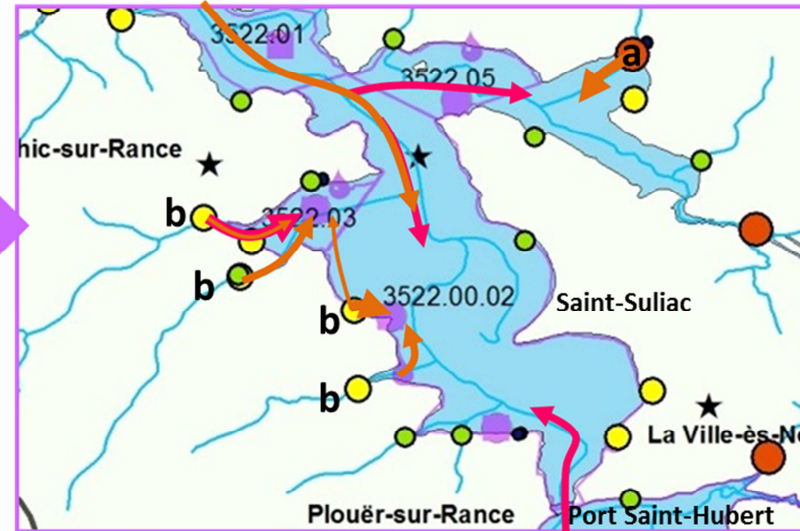
Concentration en E.coli/m3

- 0 - 1 (A+)
- 2 - 75 000 (A)
- 75 001 - 230 000 (B+)
- 230 001 - 1 500 000 (B-)
- 1 500 001 - 15 000 000 (C)
- 15 000 001 - 100 000 000 (NC)

- Flux impactant régulier
- Flux impactant occasionnel



Synthèse des impacts Secteur Rance Centre



-Le secteur du centre de la Rance est touché latéralement par ses fleuves côtiers. Des rejets occasionnellement impactants peuvent provenir du Nord et du Sud.

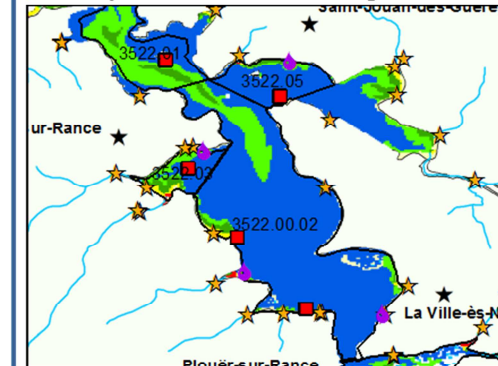
-Rive gauche, les multiples exutoires^b touchent régulièrement les points de suivis des zones 3522.03 et 3522.00.02 et y imposent une qualité moyenne. Rive droite, la plaine des Gastines (future zone conchylicole) est essentiellement touchée par les rejets de la Couaille^a.

-Les sources principales du Nord (dont la Richardais et Saint-Malo) atteignent les zones 3522.05 et 3522.00.02. Elles peuvent conduire occasionnellement à des alertes sanitaires à la pointe de Saint-Suliac.

-Les sources principales du Sud (provenant de l'écluse du Châtelier) peuvent exceptionnellement dépasser les ponts au niveau de Port-Saint-Hubert et toucher les rives de la Souhaitier

Vues complémentaires

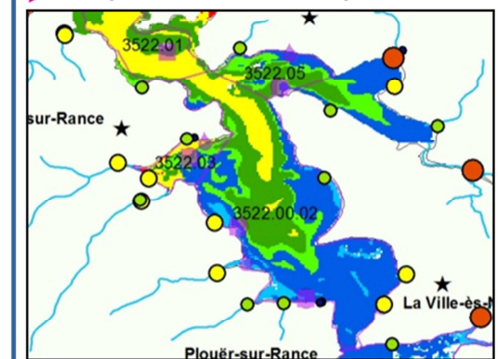
Exemple de contamination régulière



Simulation campagne Pluvieuse

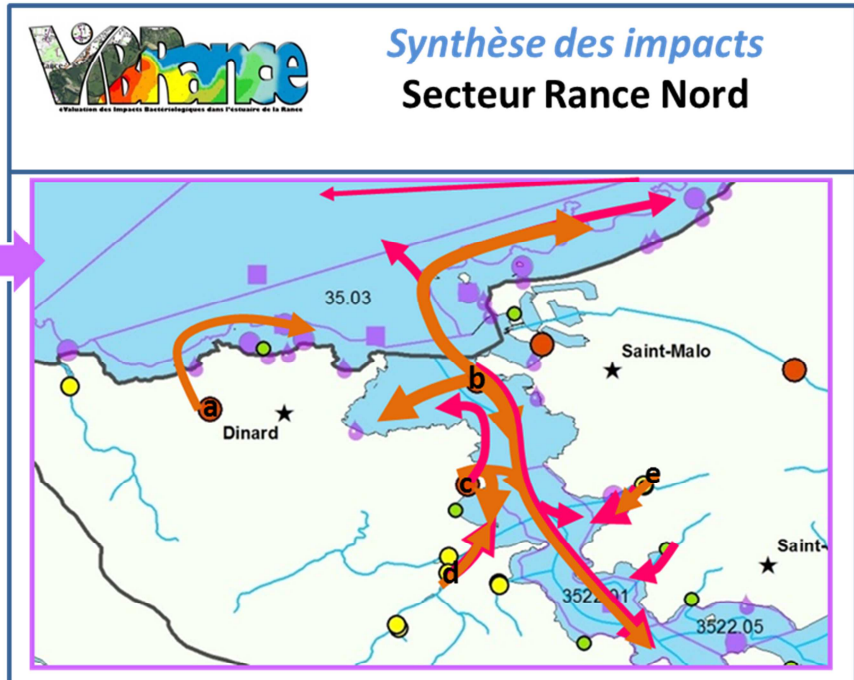
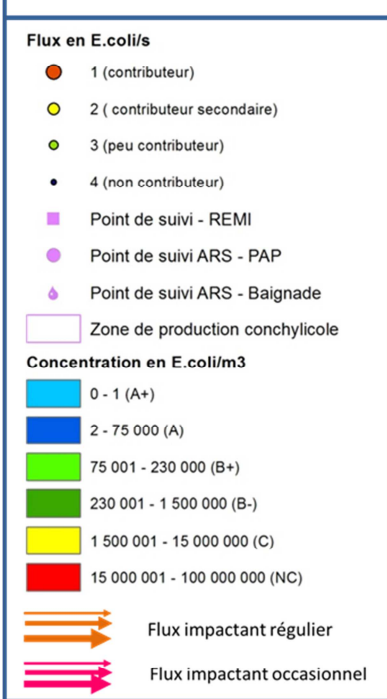
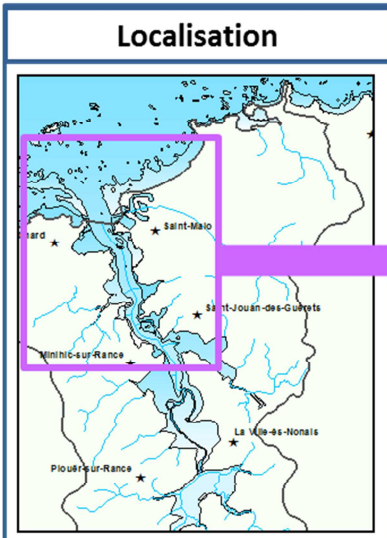
- Zone impactée : 3522.01 - Classe B
 3522.03 - Classe B
 3522.05 - Classe A
 3522.00.02 Nord - Classe B
 3522.00.02 Sud - Classe A

Exemple de contamination potentielle



Simulation by-pass généralisé des réseaux

- Zone impactée : 3522.01 - Classe C
 3522.03 - Classe B/C
 3522.05 - Classe B
 3522.00.02 Nord - Classe B
 3522.00.02 Sud - Classe A

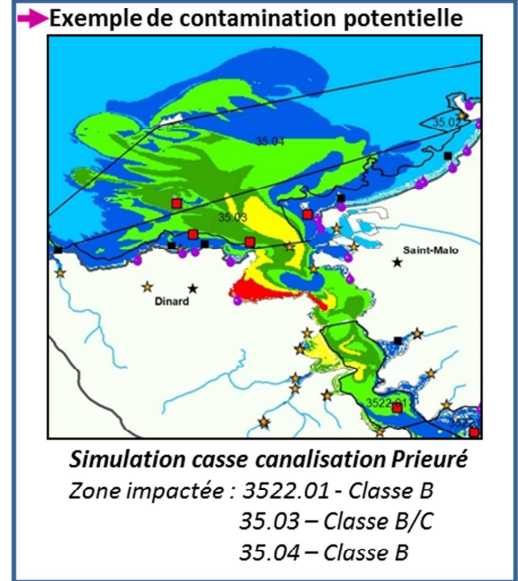
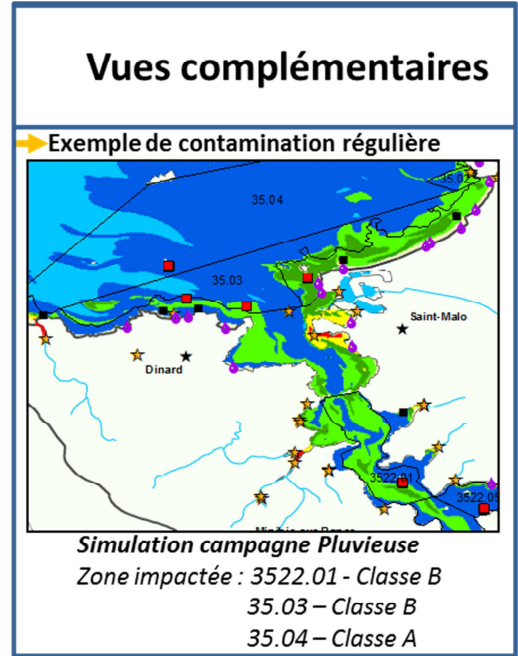


- Le Nord de la Rance, secteur à très forte urbanisation littorale, reçoit des flux de contamination importants venant des villes principales.

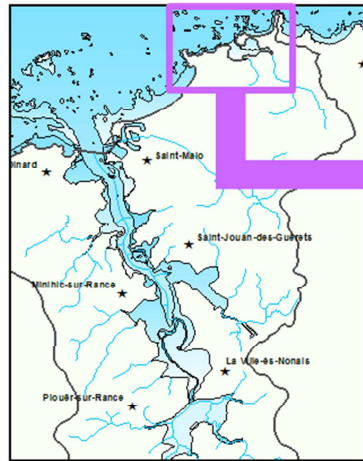
-Les rejets de Dinard^a se limitent généralement au littoral de son agglomération.

-Principale source de contamination de la baie, l'exutoire du Routhouan^b (qui inclut pour l'essentiel les rejets de l'agglomération de Saint-Malo), touche la rive droite depuis l'anse des Troctins jusqu'à Paramé, incluant les zones portuaires. Il impacte également l'anse du Prieuré. Il s'agit du seul panache capable de traverser la Rance en conditions régulières.

- Viennent ensuite les rejets de la Richardais^c, visibles jusqu'en centre Rance puis ceux de Pleurtuit^d qui peuvent être impactants en cas de by-pass. Enfin les rejets au niveau de l'anse du Troctin^e peuvent avoir des impacts importants localement.



Localisation



Flux en E.coli/s

- 1 (contributeur)
- 2 (contributeur secondaire)
- 3 (peu contributeur)
- 4 (non contributeur)
- Point de suivi - REMI
- Point de suivi ARS - PAP
- ◆ Point de suivi ARS - Baignade
- Zone de production conchylicole

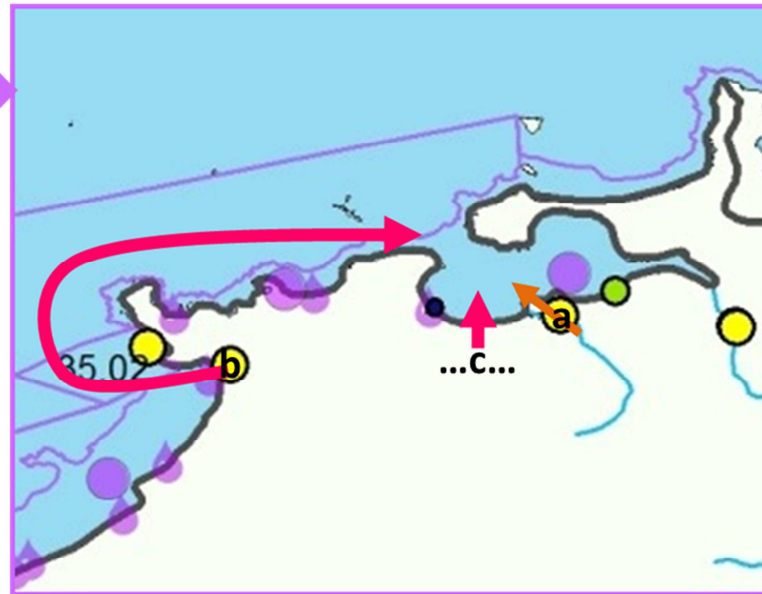
Concentration en E.coli/m3

- 0 - 1 (A+)
- 2 - 75 000 (A)
- 75 001 - 230 000 (B+)
- 230 001 - 1 500 000 (B-)
- 1 500 001 - 15 000 000 (C)
- 15 000 001 - 100 000 000 (NC)

- Flux impactant régulier
- Flux impactant occasionnel



Synthèse des impacts Secteur Havre de Rothéneuf



-Les contaminations microbiologiques peuvent être de plusieurs origines.

-En conditions régulières, la principale source de contamination est le ruisseau de la Sablière^a qui peut impacter le havre en qualité moyenne.

-En conditions pluvieuses, le by-pass du réseau d'assainissement du secteur de la Varde^b, peut impacter le havre en qualité moyenne à mauvaise.

-Potentiellement présents sur l'ensemble du littoral, les rejets illégaux d'eaux sanitaires^c (vidanges) peuvent avoir un impact plus important sur ce secteur dont la capacité de dilution est très réduite.

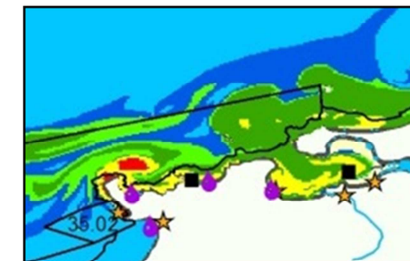
Vues complémentaires

→ Exemple de contamination régulière



Simulation campagne Pluvieuse
Havre de Rothéneuf - Classe B

→ Exemples de contaminations potentielles



Simulation By pass La Varde
Havre de Rothéneuf - Classe B/C



Simulation 10 camping Cars
Havre de Rothéneuf - Classe B

Conclusion de l'étape 2

Le projet VIBRance (évaluation des Impacts Bactériologiques dans l'estuaire de la Rance) est né en 2016 de l'observation de la dégradation de la qualité des zones de production conchylicole entre 2012 et 2015. Ce projet a pour but d'identifier et de hiérarchiser les sous bassins versants les plus contributeurs en termes de contamination microbiologique et leurs impacts en mer afin de diriger les actions de remédiation nécessaires pour la reconquête de la qualité du milieu.

Ce projet s'intègre dans la démarche d'élaboration de profil de vulnérabilité conchylicole engagée par le SAGE RFBB sur son territoire de compétence, dont ce rapport (Pièce 3) constitue l'étape 2 : Etude maritime de la dispersion des apports contaminants.

Dans une première phase, ce rapport présente le modèle hydrodynamique MARS développé par l'Ifremer, ses validations physiques et biologiques, puis le fonctionnement hydrodynamique général de l'estuaire.

Sans surprise, les courants résiduels principaux vont de l'amont vers l'aval (système fluvial), mais il existe des courants secondaires de reflux. Au large, les courants résiduels de la baie de Saint-Malo vont d'Ouest en Est.

Dans une seconde phase, tous les résultats des simulations menées sont présentés avec les impacts des panaches de contamination microbiologique (illustration avec la figure suivante), en situation régulière et occasionnelle (by-pass).

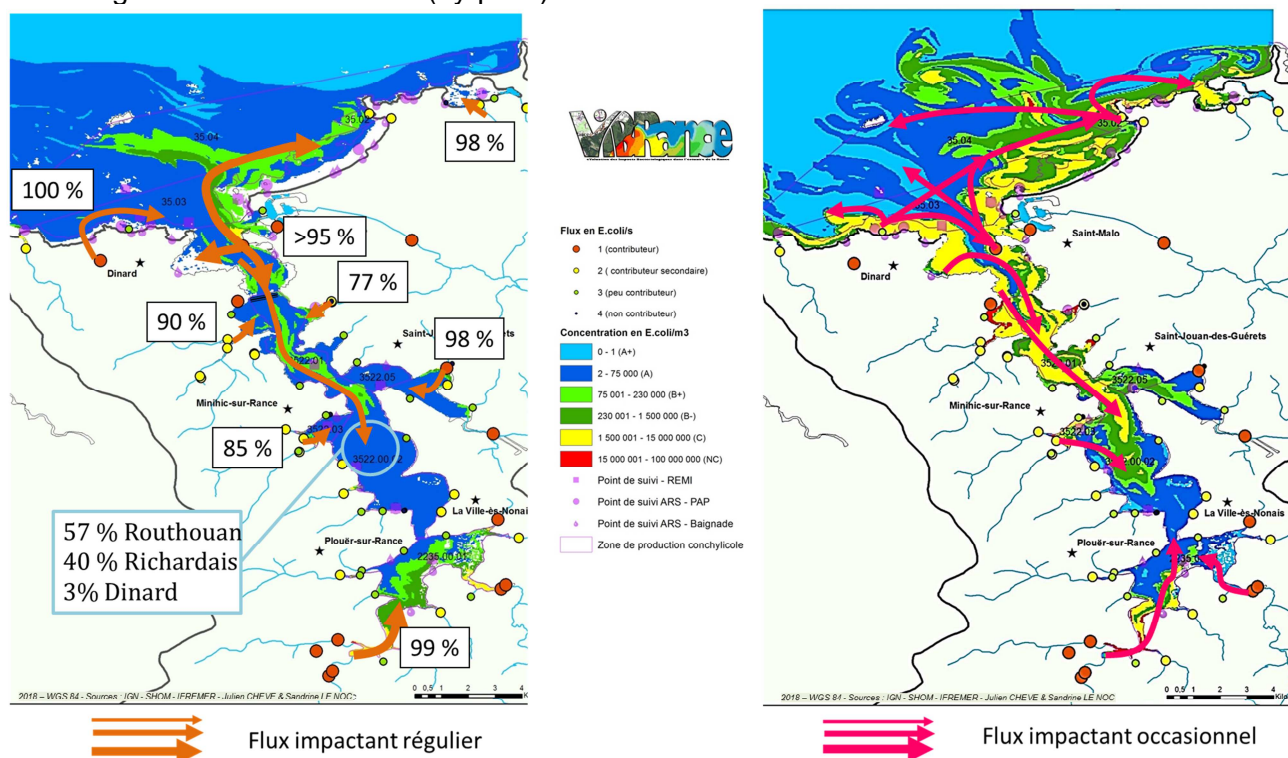


Figure 31 : illustration cartographique des résultats de simulation des flux impactant en conditions régulière et occasionnelle - VIBRance

Ces résultats ont permis d'établir une hiérarchisation consolidée des flux par secteur et d'en révéler les exutoires les plus impactants. La synthèse de ces résultats est présentée sous forme cartographique dans le paragraphe 6 et sous la forme d'un tableau (page suivante).

Quelques questions spécifiques ayant fait l'objet d'une simulation lors de VIBRance sont également présentées (cas de la plaisance, déplacements de rejet...).

Ces résultats sont complétés par une analyse menée par l'association CŒUR Emeraude visant à remonter certains cours d'eau dont les sources à l'origine de leur contamination ne seraient pas clairement identifiées suite au diagnostic mené à l'étape 1.

L'ensemble de ces conclusions permet de prioriser secteur par secteur les actions à mettre en place pour améliorer la qualité sanitaire des zones de productions conchylicoles. Ce programme d'action est élaboré par les partenaires du projet : l'association CŒUR Emeraude et le SAGE Rance-Frémur-Baie-de-Beaussais.

Secteurs	Cibles	N°	Nom_Code	Nom_Exutoire	Contribution Flux Hiv + Est + PLU	Hierarchisation TERRAIN (0 : pas d'impact, 1 à 35 classement décroissant, 63 : impact non significatif)	Impacts évalués avec la modélisation scénarios réalistes et hypothétiques	HIERARCHISATION DES EXUTOIRES PAR SECTEUR
St lunaire	1 pap loisir	1	1_CREV_F	Le Crevelin	0,0423	34	Deux sources pour ce site : l'exutoire du Crévelin 01 et Dinard 02 en fonction de sa dispersion	1
		02	2_DIND_S	STEP de Dinard	6,6832	8		2
Rance Nord	15 plages, zones 35.04, 35.03, 3522.01, 9 pap loisirs	02	2_DIND_S	STEP de Dinard	6,6832	8	Le Nord de la Rance, secteur à très forte urbanisation littorale, reçoit des flux de contamination importants venant des villes principales. - Les rejets de Dinard 02 se limitent généralement au littoral de son agglomération. - Principale source de contamination de la baie, l'exutoire du Routhouan 61 (qui inclut pour l'essentiel les rejets de l'agglomération de Saint-Malo), touche la rive droite depuis l'anse des Troctins jusqu'à Paramé, incluant les zones portuaires. Il impacte également l'anse du Prieuré. Il s'agit du seul panache capable de traverser la Rance en conditions régulières. Viennent ensuite les rejets de la Richardais 03, visibles jusqu'en centre Rance puis ceux de Pleurtuit 07 qui peuvent être impactants en cas de by-pass. Enfin les rejets au niveau de l'anse du Troctin 60 peuvent avoir des impacts importants localement.	1
		03	3_RICH_S	STEP de Richardais	5,1653	9		1
		04	4_RICH_P	La Richardais	0,0000	0		0
		71	71_ENOG_P	Pluvial Saint Enogat	0,0001	63		4
		61	61_ROUT_F	Exutoire Routhouan	65,1142	2		1
		62	62_STMA_S	STEP de Saint Malo	86,2190	1		1 rejet dans 61
		73	73_CHAR_F	PR Charcot - Routhouan	45,0329	3		= 61
		74	74_SAMO_P	Rejet pluvial Saint-Malo Intramuros	0,0009	63		4
		05	5_HOUR_F	La Vallée d'Hourdel	0,0025	63		4
		06	6 ETA1_F	L'Etanchet 1	0,5884	17		4
		07	7 ETA2_F	L'Etanchet 2	0,6261	16		3
		77	77_PLIG_S	STEP de Pleurtuit - Sortie lagune	1,5847	13		2 rejets dans 07
		08	8_PLEU_S	STEP de Pleurtuit	36,0907	4		2 rejets dans 07
		09	9_MONT_P	Montmarin	0,0001	63		4
		10	10_MONT_F	Montmarin	0,0036	63		4
76	76_LAND_P	Rejet de la Landrais - La Gauthier	0,0001	63	4			
58	58_PASS_F	La Passagère	0,0061	63	4			
59	59_TROC_F	Anse des Troctin	0,0389	35	3			
60	60_TROC_P	Anse des Troctin	0,0897	25	2			
72	72_AQUA_P	Rejet Aquarium Saint-Malo	0,0000	0	0			
Centre Rance	4 plages, 3 zones 3522.03, 3522.00.02, future zone des Gastines, 4 pap loisirs	11	11_MINI_P	Le Minihic	0,0000	0	Le secteur du centre de la Rance est touché latéralement par ses fleuves côtiers. Des rejets occasionnellement impactants peuvent provenir du Nord et du Sud. Rive gauche, les multiples exutoires 13-14-17-18 touchent régulièrement les points de suivis des zones 3522.03 et 3522.00.02 et y imposent une qualité moyenne. Rive droite, la plaine des Gastines (future zone conchylicole) est essentiellement touchée par les rejets de la Couaille 56. Les sources principales du Nord (dont la Richardais et Saint-Malo 03-61) atteignent les zones 3522.05 et 3522.00.02. Elles peuvent conduire occasionnellement à des alertes sanitaires à la pointe de Saint-Suliac. Les sources principales du Sud (provenant de l'écluse du Châtelier 30) peuvent exceptionnellement dépasser les ponts au niveau de Port-Saint-Hubert et toucher les rives de la Souhaitier	0
		12	12_EXMI_F	Exutoire PR Minihic	0,0011	63		5
		13	13_MINI_F	Le Minihic	0,0678	28		1
		14	14_SBUC_P	Saint Buc	0,1023	23		1
		15	15_SBUC_F	Saint Buc	0,1711	21		4
		16	16_CHBU_P	Chant Buc	0,0004	63		5
		17	17_GRMO_F	Grève de Morlet	0,0548	32		1
		18	18_ROUE_F	Roué	0,0460	33		5
		19	19_VALL_F	La Vallée (Souhaitier)	0,0055	63		5
		20	20_BBOU_F	Le Bas Bout	0,0009	63		5
		21	21_SOUI_P	La Souhaitier 1	0,0000	0		0
		22	22_SOUI_P	La Souhaitier 2	0,0000	0		0
		48	48_VIGN_P	Vigneux	0,0134	63		5
		49	49_VESN_S	STEP de la Ville-Es-Nonais	0,0190	63		5
		50	50_CSSU_P	Cale de Saint-Suliac	0,0059	63		5
		51	51_GOUT_F	La Goutte	0,2842	20		4
		52	52_GAST_F	Les Gastines	0,0078	63		5
		53	53_STSU_S	STEP de Saint-Suliac	0,0022	63		5
		54	54_GAST_P	Les Gastines	0,0039	63		5
		55	55_STJO_S	STEP de Saint-Jouan	0,0000	0		0 rejet dans 56
56	56_COUA_F	La Couaille	1,1966	15	1			
57	57_VESB_F	Val-Es-Bouillis	0,0095	63	5			
69	69_PERE_S	STEP Saint-Père	0,0075	63	5 rejets dans 51			
03	3_RICH_S	STEP de Richardais	5,1653	9	2			
61	61_ROUT_F	Exutoire Routhouan	65,1142	2	2			
30	30_ECCH_F	Ecluse du Châtelier	12,7982	7	3			
Sud Rance	3 plages, 1 zone 2235.00.01, 1 pap loisirs	23	23_STHU_P	Saint Hubert	0,0004	63	Les impacts bactériologiques du secteur Sud sont essentiellement dus aux sources de ce secteur. - la première source de contamination est la Rance, arrivant à l'écluse du Châtelier 30 (qui comprend les rejets de l'agglomération de Dinard) et impacte la zone de production 2235.00.01, dont la qualité sanitaire est estimée B. - Les autres petits fleuves (Quincoubre 39, Coutances 28, Le Mevault 25) peuvent impacter secondairement et localement le bord littoral. - Malgré l'observation de flux importants, les sous-bassins versants de la rive droite sont peu impactants grâce à la configuration géomorphologique de leur exutoire (méandres et zones humides 40-45). C'est le cas des rejets de Pleudihen 40 qui ne peuvent avoir un impact qu'en cas d'importants by-pass de leur réseau d'assainissement.	6
		24	24_MINO_F	La Minotais	0,0019	63		6
		25	25_MEVA_F	Le Mevault	0,1478	22		2
		26	26_PLOU_S	STEP de Plouer	0,2854	19		5
		27	27_PLUM_F	Plumazon	0,0148	63		6
		28	28_ROCH_F	Rochefort	1,1993	14		2
		29	29_PONT_F	Ponton du Châtelier	20,9280	6		1 rejet dans 30
		30	30_ECCH_F	Ecluse du Châtelier	12,7982	7		1
		36	36_DINA_S	STEP de Dinard	23,9044	5		1 rejet dans 30
		38	38_MORG_F	Morgreve	0,0003	63		6
		39	39_QUCO_F	Quincoubre	0,0878	26		2
		40	40_PLEU_F	Pleudihen	0,0562	30		4
		41	41_GRAV_F	La Gravelle	0,0088	63		6
		42	42_PLEU_S	Step de Pleudihen	2,0652	12		3
		43	43_PTCL_F	Pont des Cieux	0,4031	18		4
		44	44_TOUR_F	La Tourniolle	0,0575	29		5
		45	45_SAUR_F	Saurais	2,3524	11		5
46	46_PSI1_P	Port Saint Jean 1	0,0000	0	0			
47	47_PSI2_P	Port Saint Jean 2	0,0001	63	6			
70	70_SASO_S	STEP SAMSON	3,8798	10	2 rejets dans 28			
Havre	4 plages, 1 pap loisirs	63	63_VARD_P	Pointe de la Varde	0,0944	24	Les contaminations microbiologiques peuvent être de plusieurs origines. - En conditions régulières, la principale source de contamination est le ruisseau de la Sablière 65 qui peut impacter le havre en qualité moyenne. - En conditions pluvieuses, le by-pass du réseau d'assainissement du secteur de la Varde 63-78, peut impacter le havre en qualité moyenne à mauvaise. - Potentiellement présents sur l'ensemble du littoral, les rejets illégaux d'eaux sanitaires (vidanges) peuvent avoir un impact plus important sur ce secteur dont la capacité de dilution est très réduite.	2
		78	78_VARD_P	Regard eau - Pointe de la Varde	0,0802	27		= 63
		64	64_ROT1_P	Rotheneuf 1	0,0000	0		0
		65	65_SABL_F	La Sablière	0,0550	31		1
		66	66_ROT2_P	Rotheneuf 2	0,0001	63		3
		67	67_VXCH_F	Le Vieux Chatel	0,0174	63		3
68	68_COUL_S	STEP Saint-Coulomb	0,0065	63	3 rejets dans 67			

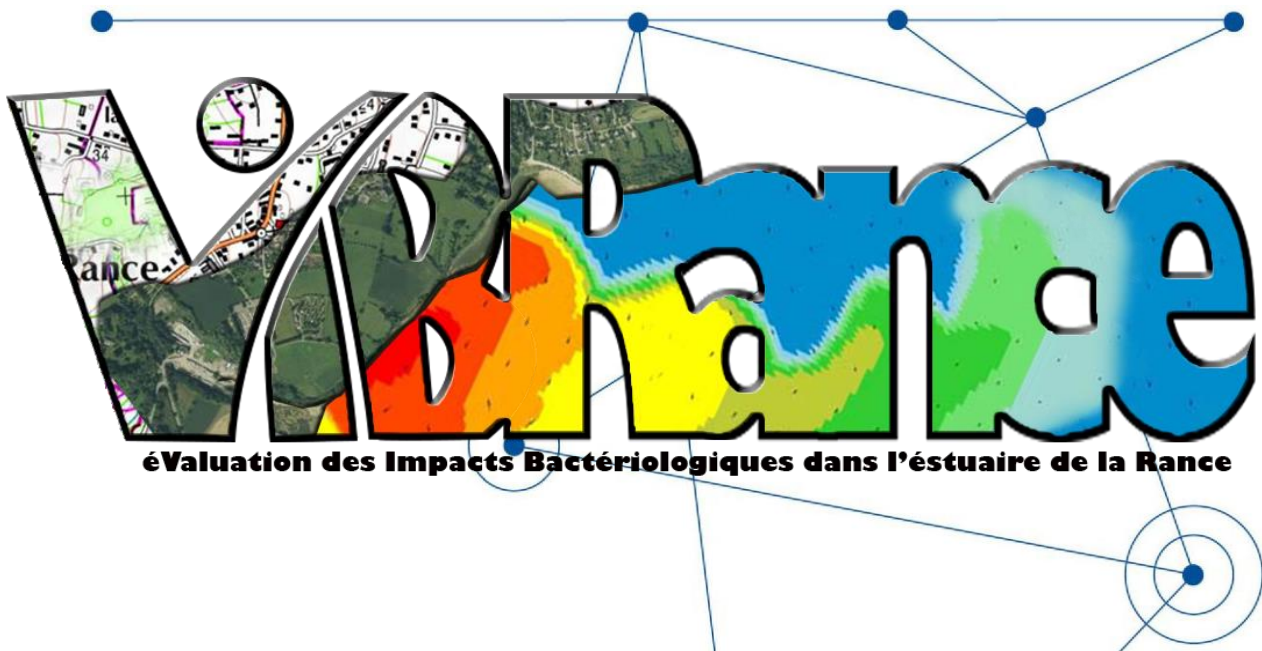
Figure 32 : hiérarchisation consolidée des exutoires impactant

ANNEXES

Annexe 1 : ANIMATION des sorties du modèle (EST_HIV-PLU_By-pass Dinan (PR3d)-By-pass Saint-Malo (PR3b)) – ANNEXE NUMERIQUE – Clips Vidéos



VIBRance : éValuation des Impacts Bactériologiques dans l'Estuaire de la Rance



Pièce 4 : Analyse complémentaire des impacts
des autres activités cibles
Pêche à pied de loisir et baignade

VIBRANCE : EVALUATION DES IMPACTS BACTERIOLOGIQUES DANS L'ESTUAIRE DE LA RANCE

Hiérarchisation des flux de contamination microbologique dans le cadre de l'élaboration du profil de vulnérabilité conchylicole du secteur Rance et baie de Saint-Malo

Liste des pièces du dossier

- **Pièce 1** : Contexte de l'étude VIBRance et constitution du dossier
- **Pièce 2** : Pré-diagnostic de la vulnérabilité des zones conchylicoles (Etape 1 du profil)
- **Pièce 3** : Etude maritime de la dispersion des apports contaminants (Etape 2 du profil)
- **Pièce 4** : Analyse complémentaire des impacts des autres activités cibles
- **Pièce 5** : Synthèse de l'étude VIBRance

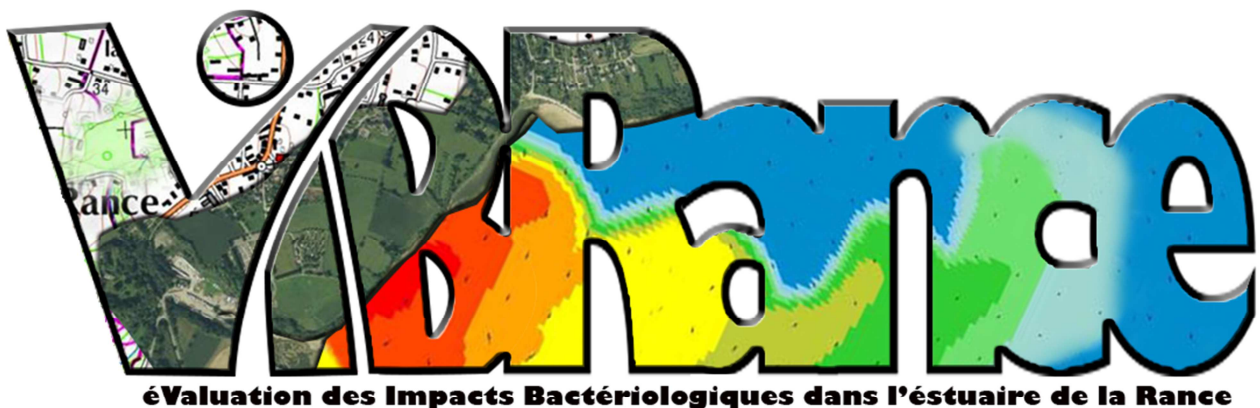


Table des matières

Introduction	3
1 Pêche à pied de loisir.....	4
1.1 Contexte	4
1.2 Etat	5
1.3 Grille d'interprétation.....	5
1.4 Hiérarchisation des exutoires vis-à-vis de la pêche à pied de loisir	6
2 Baignade.....	8
2.1 Contexte	8
2.2 Etat	8
2.3 Grille d'interprétation.....	9
2.4 Hiérarchisation des exutoires vis-à-vis de la baignade	10
Conclusion	13

Introduction

L'estuaire de la Rance au sens large (baie de Saint-Malo et partie maritime de la Rance) est une zone de grand intérêt pour de nombreuses activités telles que la pêche (coquilles Saint-Jacques, praires, huîtres plates), la conchyliculture (huître creuse), l'algoculture (wakamé), la pêche à pied professionnelle (coque et palourde), la pêche à pied de loisir (une vingtaine de sites existants) et la baignade (une trentaine de plages).

Ces activités touchent tous les publics, professionnels et plaisanciers, et présentent un secteur économique important dans cette zone littorale et à très fort attrait touristique.

Ces activités ont un point commun : elles sont toutes tributaires de la bonne qualité des eaux littorales.

Entre 2012 et 2015, le REseau de contrôle Microbiologique (REMI) a mis en évidence une dégradation générale de la qualité microbiologique (contamination fécale) de l'ensemble des zones de production conchylicole, induisant des risques de classements sanitaires non compatibles avec la conchyliculture et la pêche et menaçant à terme les autres activités.

Le projet VIBRance (éValuation des Impacts Bactériologiques dans l'estuaire de la Rance) a pour but d'identifier et de hiérarchiser les sous-bassins versants les plus contributeurs en termes de contamination microbiologique et leurs impacts en mer afin de diriger les actions de remédiation nécessaires pour la reconquête de la qualité du milieu.

Le projet **VIBRance** s'est déroulé entre 2016 et début 2018. Il a été porté par l'Ifremer et mené en entière collaboration avec les structures porteuses du SAGE Rance-Frémur-Baie-de-Beaussais (RFBB) et l'association CŒUR Emeraude (Comité Opérationnel des Elus et Usagers de la Rance et de la côte d'Emeraude) pour assurer le caractère sociétal en lien avec les acteurs du bassin-versant. Financé par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, ce projet s'intègre également dans la démarche d'élaboration de profil de vulnérabilité conchylicole engagée par le SAGE RFBB sur son territoire de compétence.

Ce dossier présente toutes les étapes du projet présentées par pièce.

Cette pièce 4, intitulée « Analyse complémentaire des impacts des autres activités cibles » applique les observations du projet VIBRance aux activités de pêche à pied de loisir et de baignade.

1 Pêche à pied de loisir

1.1 Contexte

Le projet VIBRance s'inscrivant prioritairement dans l'élaboration du profil de vulnérabilité conchylicole mis en œuvre par le sage RFBB sur son territoire, les livrables de VIBRance ont été organisés par pièce de manière à pouvoir répondre directement aux besoins de ce profil à visée conchylicole (pièces 2 et 3). Ce chapitre présente les conclusions de VIBRance vis-à-vis de la pêche à pied récréative.

La pêche à pied récréative des coquillages occupe une place privilégiée en Bretagne. C'est une activité traditionnelle très ancrée dans la culture locale et qui a participé, par le passé, à l'alimentation des populations littorales. Aujourd'hui, la pêche à pied est devenue, pour beaucoup, une activité ludique ou éducative. Pratiquée par des amateurs connaisseurs tout au long de l'année ou par de nombreux touristes lors des vacances, elle attire plusieurs milliers de personnes¹ sur les gisements les plus fréquentés et plus particulièrement lors des grandes marées.

Tout comme la conchyliculture, une partie de la pêche à pied de loisir porte sur la récolte des coquillages filtreurs (coques, palourdes, huîtres, moules...). Cette activité est donc sujette aux mêmes risques de contamination des coquillages. Il n'est pas rare qu'un gisement naturel de coquillage soit fréquenté par des pêcheurs à pied professionnels et des pêcheurs à pied de loisir. En revanche, le pêcheur à pied amateur ne dispose pas des moyens d'épurations des professionnels pour pouvoir épurer ses coquillages avant consommation.

Pour prévenir ces risques sanitaires, l'Agence Régionale de Santé Bretagne et l'Ifremer assurent une surveillance sanitaire régulière des coquillages sur les principaux gisements naturels fréquentés par les pêcheurs à pied amateurs. Les qualités sanitaires de l'ensemble des sites suivis sont accessibles via le projet RESP²ONSable (Risques Sanitaires de la Pêche à Pied récréative & communicatiON), mené depuis 2013 sur la communication des risques sanitaires de la pêche à pied récréative. Son support principal est un site internet mettant à disposition du public une information complète et actualisée, à l'échelle de la Bretagne (www.pecheapied-responsable.fr).



Figure 1 : Logo et page d'accueil du projet RESP²ONSable

15 sites de pêche à pied récréatifs sont suivis sanitaire dans l'estuaire de la Rance.

¹ Une enquête Ifremer-BVA de 2009 estime à 460 000 le nombre de pêcheurs de plus de 15 ans ayant pratiqué au moins une fois la pêche à pied lors de cette année de référence en Bretagne.

1.2 Etat

Tout comme pour la conchyliculture, une baisse de la qualité sanitaire des gisements naturels de coquillages a été observée entre 2012 et 2015. A l'échelle des départements d'Ille-et-Vilaine et des Côtes d'Armor, la qualité sanitaire des coquillages s'améliore depuis 2014 (Figure 2).

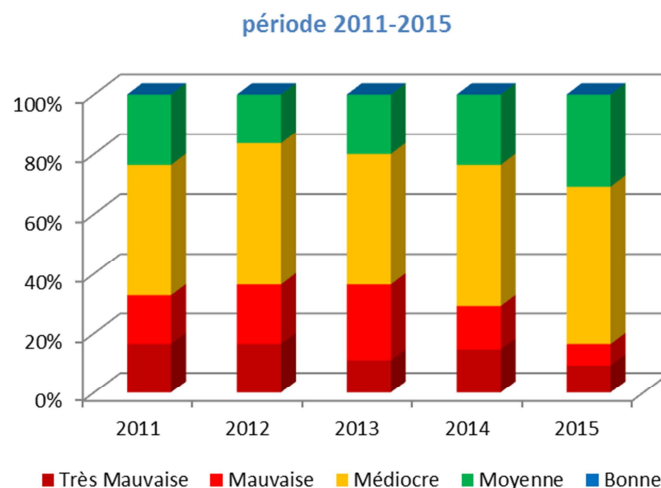


Figure 2 : Historique de la qualité sanitaire des sites de pêche à pied récréative en Ille-et-Vilaine et en Côtes d'Armor

Sur l'aire d'étude de VIBRance, le bilan est plus mitigé. Les gisements de coquillages de Rance sont classés « toléré » à « déconseillé ». Les secteurs de pêche du littoral Nord sont classés « déconseillé » à « interdit », notamment par des arrêtés municipaux non actualisés.

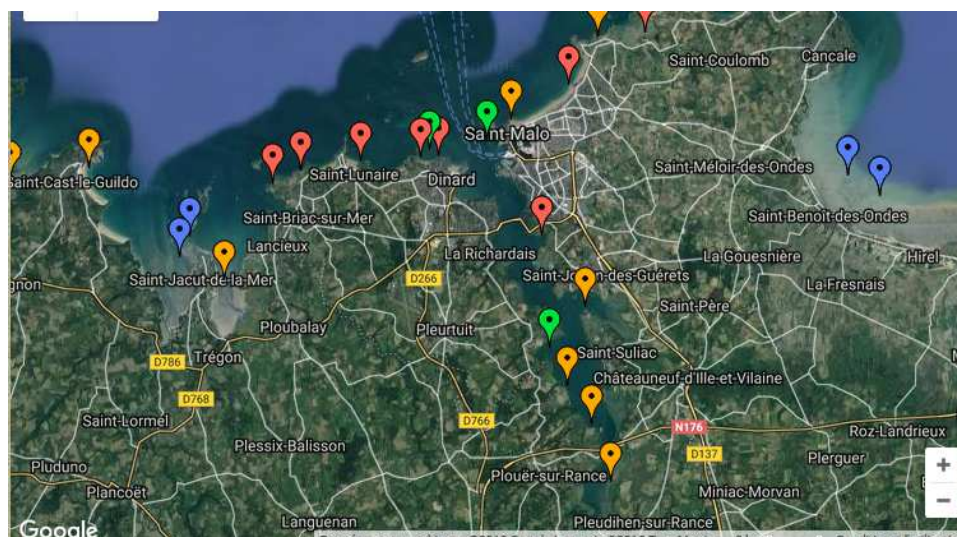


Figure 3 : Etat des sites de pêche à pied de loisir sur l'aire d'étude VIBRance
www.pecheapied-responsable.fr

1.3 Grille d'interprétation

Les consignes sanitaires données aux pêcheurs à pied de loisir se veulent plus protectrices car ils ne disposent pas des moyens de purification mis en œuvre dans la filière professionnelle.

L'évaluation de la qualité sanitaire des zones de pêche à pied de loisir est donc plus sévère. La figure suivante présente le classement mis en place par les Agences Régionales de Santé et adopté par le projet RESP²ONSable.






Niveau de contamination (<i>Escherichia coli</i> pour 100 g de Chair et Liquide Intervalaire)	Qualité	Message sanitaire
100% des résultats ≤ 230	Bonne	
90% des résultats ≤ 1 000 et 100% des résultats ≤ 4 600	Moyenne	
90% des résultats ≤ 4 600 et 100% des résultats ≤ 46 000	Médiocre	
100% des résultats ≤ 46 000	Mauvaise	
Au moins un résultat > 46 000	Très mauvaise	

Figure 4 : Principe d'évaluation de la qualité sanitaire des zones de pêche à pied récréative

La figure suivante reprend ce classement pour le comparer au classement réglementaire des zones de productions conchylicoles.

Seuil REMI (<i>E.coli</i> /100g CLI)	Bonne A	Moyenne B	Mauvaise C	Très mauvaise NC
<i>E.coli</i> coquillage	80% ≤ 230 100% ≤ 4600	90% ≤ 4600 100% ≤ 46000	100% ≤ 46000	> 46000
Seuil Pêche à pied	Autorisé	Toléré	Déconseillé	Interdit
<i>E.coli</i> coquillage	100% ≤ 230	90% ≤ 1000 100% ≤ 46000	90% ≤ 4600 100% ≤ 46000	10% > 4600

Figure 5 : Comparaison des classements sanitaires des consignes de la pêche à pied de loisirs et des qualités des zones de productions conchylicoles

On retrouve des seuils similaires dans chacun des tableaux (230, 4 600 *E.coli*/100g CLI) mais pour chaque catégorie, les interprétations de la pêche à pied de loisir sont plus protectrices.

Pour la meilleure catégorie (A/Autorisé), le seuil commun est de 230 *E.coli*/100g CLI mais la pêche à pied de loisir n'admet pas de tolérance de dépassement jusqu'à 4 600 *E.coli*/100g CLI.

Les catégories « Toléré » et « Déconseillé » de la pêche à pied de loisir sont comprises dans les intervalles de la classe B de la conchyliculture. Elles traduisent le besoin d'affiner cette catégorie B pour les plaisanciers en discriminant une classe « B+ » et une classe « B- » à partir d'un seuil intermédiaire de 1000 *E.coli*/100g CLI. Ceci permet d'adapter les consignes sanitaires vis-à-vis de la pêche à pied récréative par rapport à une classe B qui revêt des configurations sanitaires parfois assez différentes.

Au-delà de la classe B, les consignes sanitaires reprennent les prescriptions du code rural² (unique référence législative pour la pêche à pied de loisir) en interdisant toute pêche de coquillage.

1.4 Hiérarchisation des exutoires vis-à-vis de la pêche à pied de loisir

² Article 231-43 du code rural et maritime

Pour rappel, la Figure 6 présente la légende des simulations VIBRance dont les concentrations correspondent aux critères de classement sanitaire des zones de productions conchylicoles (bleu clair : A+ (0 contamination), bleu marine : A (0 à 230 *E. coli* / 100 g CLI), vert clair : B+ (230 à 700), vert foncé : B- (1000 à 4 600), jaune : C (4 600 à 46 000), rouge : >C (au-delà de 46 000)). Les tolérances de dépassement de ces seuils ne sont pas appliquées. Un facteur multiplicatif de 30 a été apporté aux concentrations dans l'eau afin de prendre en compte la capacité de concentration des coquillages.

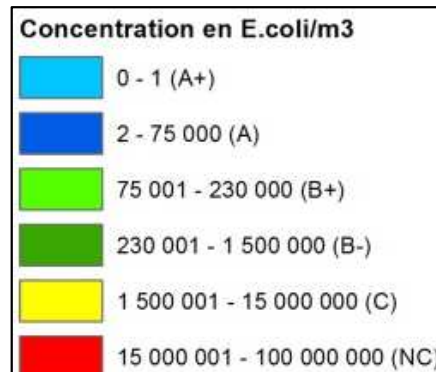


Figure 6 : Légende des cartes des simulations - classement sanitaire des zones de productions conchylicoles

Vis-à-vis de la pêche à pied de loisir, cette légende est facilement transposable :

- Le A et le A+ correspondent à la consigne « autorisé ».
- Le B+ et le B- correspondent respectivement aux consignes « toléré » et « déconseillé » à ceci près que le seuil intermédiaire utilisé pour la conchyliculture est de 700 *E. coli* / 100 g CLI au lieu des 1000 *E. coli* / 100 g CLI de la pêche à pied récréative. Cette différence reste relative surtout au regard des tolérances admises de dépassement qui s'appliquent pour ces catégories.
- Le C et le NC correspondent à la consigne « interdit ».

A ce titre, toutes les conclusions portées sur la conchyliculture s'appliquent à la pêche à pied de loisir.

2 Baignade

2.1 Contexte

Le projet VIBRance s'inscrivant prioritairement dans l'élaboration du profil de vulnérabilité conchylicole mis en œuvre par le sage RFBB sur son territoire, les livrables de VIBRance ont été organisés par pièce de manière à pouvoir répondre directement aux besoins de ce profil à visée conchylicole (pièces 2 et 3). Ce chapitre présente les conclusions de VIBRance vis-à-vis de la baignade.

Les risques sanitaires de la baignade sont suivis par l'Agence Régionale de Santé de Bretagne lors de la période estivale. Au cours de la saison, les résultats d'analyses sont comparés à des seuils permettant d'activer des alertes sanitaires en cas de dépassements. A l'issue de la saison, l'ARS établit un classement sanitaire des plages et le communique aux mairies et aux usagers, notamment au moyen du fascicule « Allez à L'eau » (Figure 7).

35 sites de baignade sont suivis sanitaire sur l'aire d'étude de VIBRance.

Contrairement à la conchyliculture, la qualité sanitaire de la baignade se mesure directement dans l'eau. Cela permet de mesurer l'exposition aux germes fécaux des baigneurs, mais la représentativité de l'analyse est faible dans le temps. Contrairement aux coquillages qui intègrent les contaminants dans le temps, la mesure dans l'eau est très ponctuelle.

2.2 Etat

Il n'y a aucune zone de baignade de qualité insuffisante. 32 zones sur 35 sont de qualités bonne ou excellente en 2016, 33 en 2017 (Figure 7).

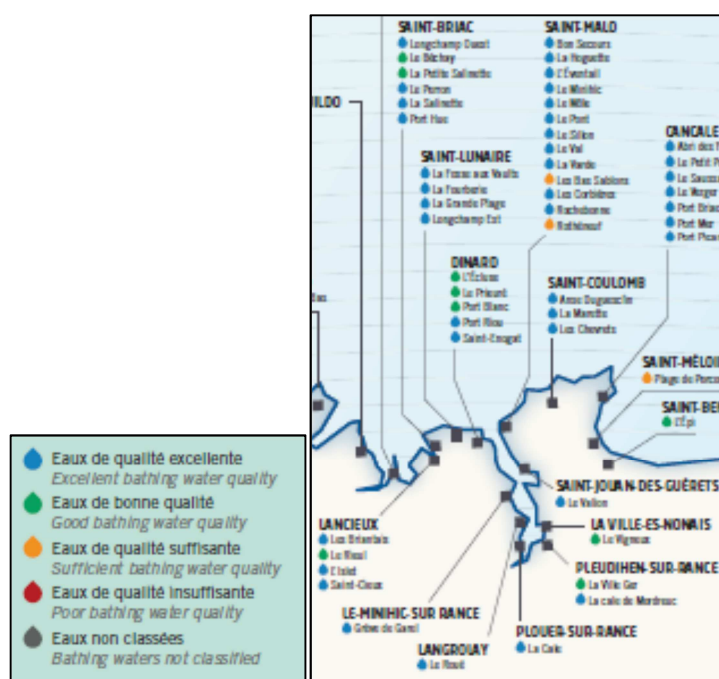


Figure 7 : Allez à l'eau Bretagne ARS Bretagne 2017, résultat 2016

Les plages les moins bien classées sont les Bas-Sablons dans le quartier de Saint-Servan à Saint-Malo et la plage de Rothéneuf à l'Ouest du havre de Rothéneuf.

2.3 Grille d'interprétation

A l'inverse des interprétations de la pêche à pied de loisir, les qualités estimées compatibles avec la baignade sont beaucoup plus souples que celles utilisées pour les zones de productions conchylicoles. Ceci est dû au fait que le risque de se contaminer en se baignant (ingestion accidentelle d'eau, contact avec une plaie) est bien moindre que l'exposition au risque de la consommation de coquillage. L'évaluation de la qualité sanitaire des zones de baignade est donc plus transigeante.

Le suivi sanitaire de la baignade est réalisé en deux temps, un temps de surveillance pendant la saison estivale et un temps de classement à l'issue de la saison. Les figures 8 et 9 présentent les seuils associés.

Qualification des échantillons	Baignades en mer (UFC/100)		Baignades en eau douce	
	<i>E.coli</i>	Entérocoques intestinaux	<i>E.coli</i>	Entérocoques intestinaux
Bon	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100
Moyen	> 100 et ≤ 1000	> 100 et ≤ 370	> 100 et ≤ 1800	> 100 et ≤ 660
Mauvais	> 1000	> 370	> 1800	> 660

Figure 8 : Seuils d'alerte de la baignade utilisés pendant la saison estivale

Directive 2006/7/CE (UFC/100 ml)	Excellente	Bonne	Suffisante	Insuffisante
<i>E.coli</i>	Percentile 95 ≤ 250	Percentile 95 ≤ 500	Percentile 90 ≤ 500	Percentile 90 ≤ 500
Entérocoques intestinaux	Percentile 95 ≤ 100	Percentile 95 ≤ 200	Percentile 90 ≤ 185	Percentile 90 ≤ 185

Figure 9 : Seuils de classement de la baignade utilisés à la fin de la saison estivale

La comparaison avec les seuils de la conchyliculture se fait à partir des seuils de classement de la baignade (Figure 10). Le dernier tableau présente le rapport des seuils utilisés de chacune des activités en prenant en compte un facteur de concentration des contaminants entre l'eau et les coquillages, de 10 et de 30.

Seuil REMI (<i>E.coli</i> /100g CLI)	Bonne A	Moyenne B	Mauvaise C	Très mauvaise NC
<i>E.coli</i> coquillage	80% ≤ 230 100 % ≤ 4600	90% ≤ 4600 100% ≤ 46000	100% ≤ 46000	> 46000
Directive 2006/7/CE (UFC/100 ml)	Excellente	Bonne	Suffisante	Insuffisante
<i>E.coli</i>	Percentile 95 ≤ 250	Percentile 95 ≤ 500	Percentile 90 ≤ 500	Percentile 90 ≤ 500
Entérocoques intestinaux	Percentile 95 ≤ 100	Percentile 95 ≤ 200	Percentile 90 ≤ 185	Percentile 90 ≤ 185

rapport seuil baignade/REMI dans les coquillages (<i>E.coli</i> /100g CLI)	Meilleure qualité (Excellente/A)	Qualité suffisante (Bonne/B)	En suivi régulier (Mauvais/B)
Seuil facteur 10	11	1	2
Seuil facteur 30	33	3	7

Figure 10 : Comparaison des seuils de classement sanitaire de la conchyliculture et de la baignade

Dans le meilleur des cas (classe B/ qualité suffisante pour un facteur minimum de concentration de 10), les seuils de baignade et de la conchyliculture sont équivalents. Dans tous les autres cas de figures, les seuils de baignades sont 2 à 33 fois plus transigeants. Ces seuils réglementaires traduisent bien le risque moins important d'infection qu'encourt un baigneur qu'un consommateur de coquillages.

De plus, la baignade intègre des tolérances considérables pour le dépassement de ses seuils car ces dépassements ne disposent pas de plafond. Or ce sont le plus souvent les pics de contamination qui sont le plus souvent déclassants.

2.4 Hiérarchisation des exutoires vis-à-vis de la baignade

Des sorties de modèle ont été réalisées avec une légende adaptée à la baignade (Figure 11).

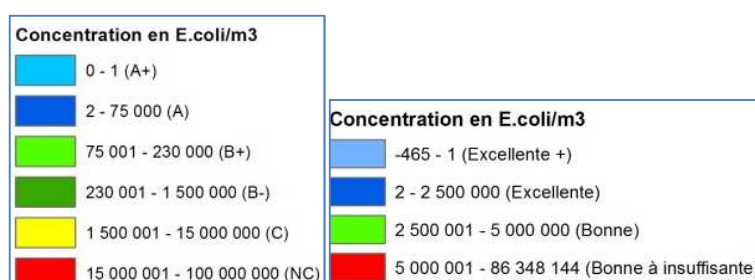


Figure 11 : Légende des classements sanitaires des zones de production conchylicole (à gauche) et de la baignade (à droite)

Les Figure 12 et Figure 13 présentent la différence de classement observée pour les mêmes concentrations en *E.coli* dans l'eau mais avec les seuils du classement des zones de production conchylicole et ceux de la baignade.

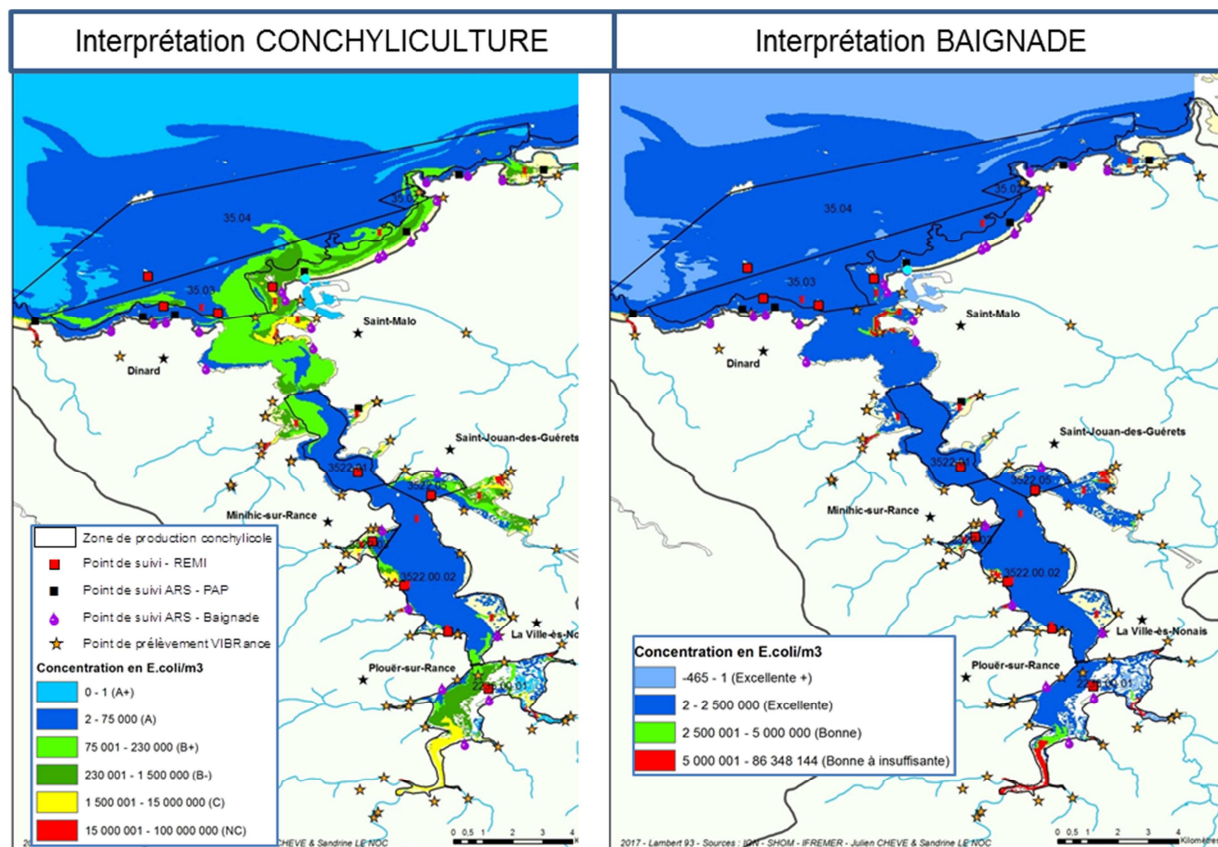


Figure 12 : Comparaison des interprétations conchyliculture/baignade des résultats de la campagne pluvieuse

Sur la campagne pluvieuse, la plus contaminée des campagnes de prélèvement, l'essentiel de l'estuaire peut être classé d'excellente qualité. Quelques secteurs du bord littoral immédiat présentent localement une qualité bonne à insuffisante, mais ils ne correspondent pas à des plages.

Seuls l'embouchure de la Rance fluviale (source de l'écluse du Châtelier) et les abords immédiats de la cité d'Alet (source de l'exutoire du Routhouan) présentent un impact plus important en qualité insuffisante.

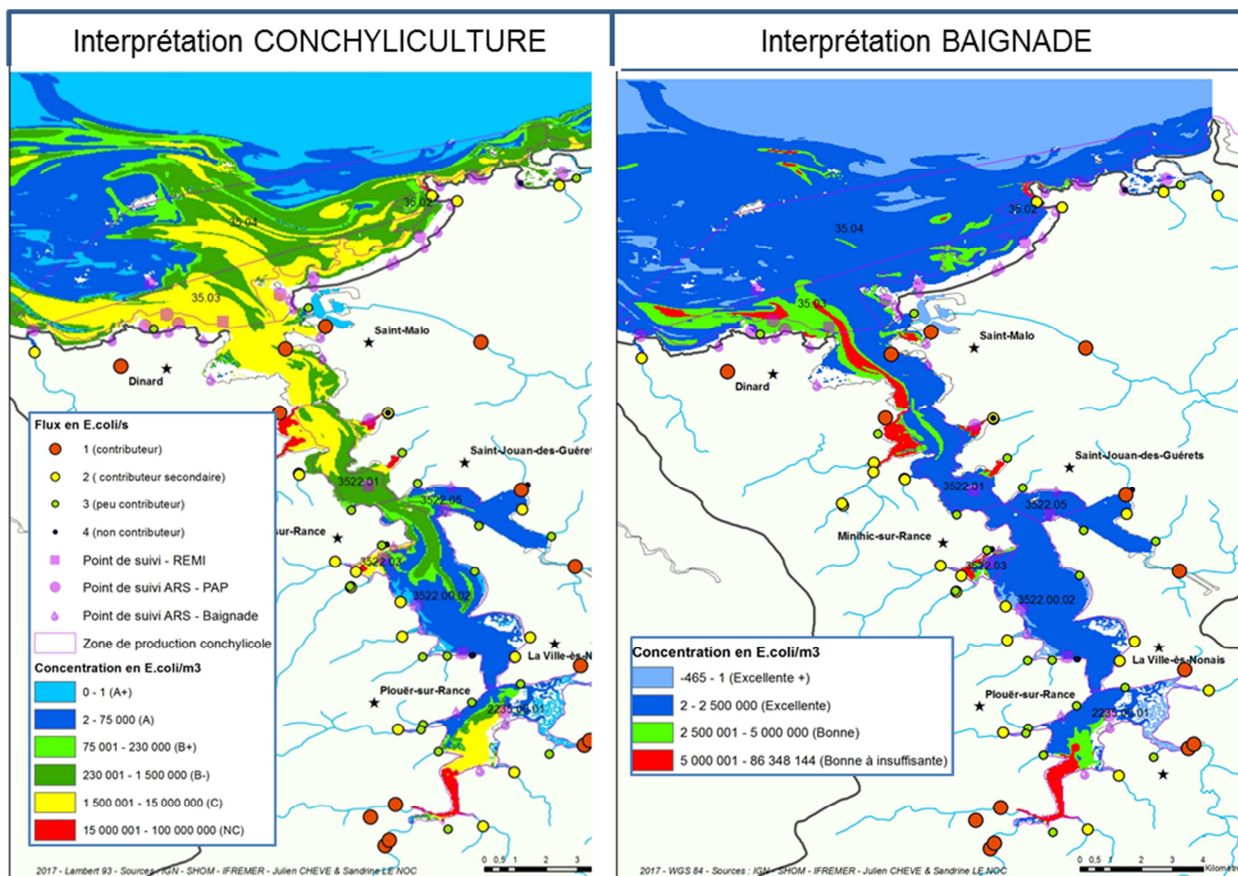


Figure 13 : Comparaison des interprétations conchyliculture/baignade des résultats de la somme de by-pass

Dans le cas de cette simulation très pénalisante, la majeure partie de l'estuaire reste de qualité excellente. Mais, cette fois, des panaches de qualité bonne à insuffisante sont nettement visibles sur la partie Sud de la plaine de la Ville Ger, dans plusieurs anses du centre Rance, au port des Bas Sablons et plus particulièrement sur le littoral de Dinard et de la Richardais.

Ces observations sont concordantes avec le classement sanitaire actuel, à l'exception du havre de Rothéneuf, si on prend en compte les tolérances de dépassement des seuils pour le classement de la baignade.

Dans le cas du havre de Rothéneuf (plage de qualité satisfaisante), comme cela a été montré pour la contamination des coquillages, ce secteur est sujet à différentes sources potentielles de contamination (by-pass de l'exutoire de la Varde, peu de rejet régulier (La Sablière), impact de vidange potentielle (camping-cars)), qui peuvent être concomitantes.

Dans le cas de la plage des bas-sablons (plage de qualité satisfaisante), la source principale de contamination est l'exutoire du Routhouan et dans une moindre mesure les rejets potentiels des plaisanciers du port des Bas-Sablons.

Ces deux simulations illustrent que le risque sanitaire de la baignade est bien moindre que le risque associé aux coquillages et qu'il n'intervient que localement en cas de rejet important (by-pass).

Conclusion

Le projet VIBRance (évaluation des Impacts Bactériologiques dans l'estuaire de la Rance) est né en 2016 de l'observation de la dégradation de la qualité des zones de production conchylicole entre 2012 et 2015. Ce projet a pour but d'identifier et de hiérarchiser les sous bassins versants les plus contributeurs en termes de contamination microbiologique et leurs impacts en mer afin de diriger les actions de remédiation nécessaires pour la reconquête de la qualité du milieu.

Ce projet s'intègre dans la démarche d'élaboration de profil de vulnérabilité conchylicole engagée par le SAGE RFBB sur son territoire de compétence, dont ce rapport (Pièce 4) transpose les observations pour les activités de pêche à pied de loisir et de baignade.

Les consignes sanitaires données aux pêcheurs à pied de loisir se veulent plus protectrices que pour la conchyliculture car ils ne disposent pas des moyens de purification mis en œuvre dans la filière professionnelle. L'évaluation de la qualité sanitaire des zones de pêche à pied de loisir est donc plus sévère mais comparable. En conséquence, toutes les conclusions portées sur la conchyliculture s'appliquent sur la pêche à pied de loisir.

A l'inverse des interprétations de la pêche à pied de loisir, les qualités estimées compatibles avec la baignade sont beaucoup plus souples que celles utilisées pour les zones de productions conchylicoles. Ceci est dû au fait que le risque de se contaminer en se baignant (ingestion accidentelle d'eau, contact avec une plaie) est bien moindre que l'exposition au risque de la consommation de coquillages.

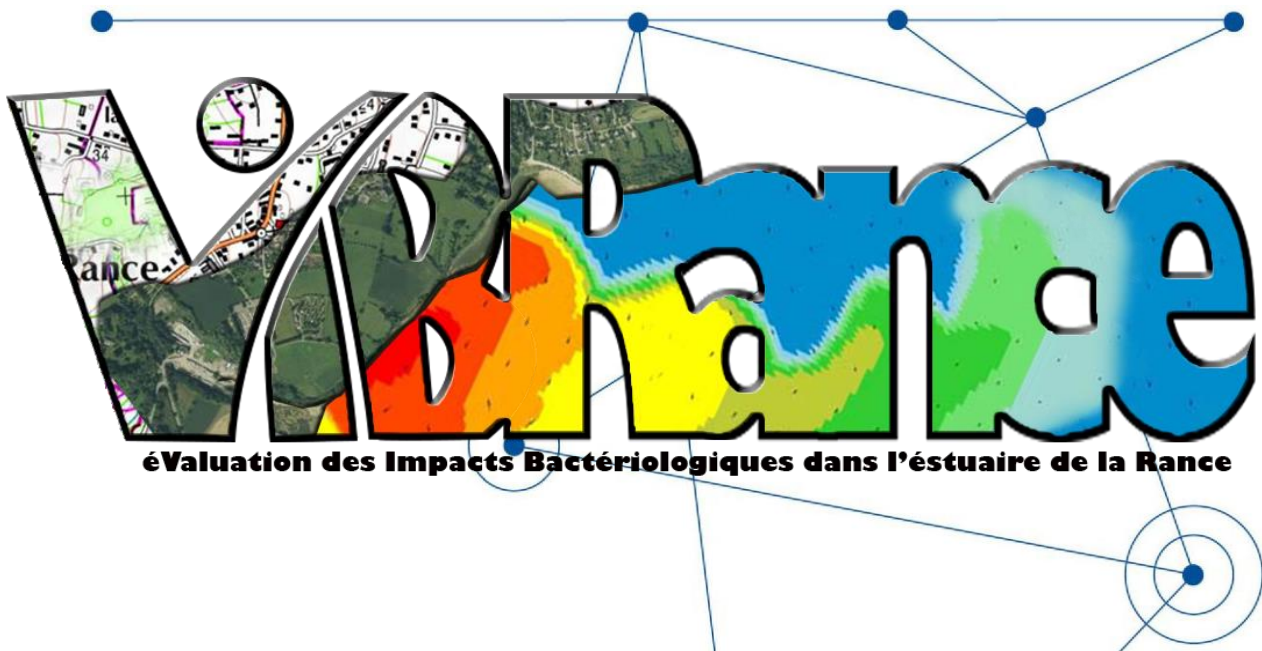
Des interprétations de sortie de simulation ont été réalisées avec une légende spécifique à la baignade. Les observations sont concordantes avec le classement sanitaire actuel et illustrent que le risque sanitaire de la baignade est bien moindre que le risque associé aux coquillages et qu'il n'intervient que localement en cas de rejet important (by-pass).

Les sources qui provoquent les déclassements de la pêche à pied de loisir ou de la baignade sont les mêmes que celles référencées pour la conchyliculture et hiérarchisées par secteur d'influence.

L'ensemble de ces conclusions permettent de prioriser secteur par secteur les actions à mettre en place pour améliorer la qualité sanitaire des zones de productions conchylicoles. Ce programme d'action est élaboré par les partenaires du projet : l'association CŒUR Emeraude et le SAGE Rance-Frémur-Baie-de-Beaussais.



VIBRance : éValuation des Impacts Bactériologiques dans l'Estuaire de la Rance



éValuation des Impacts Bactériologiques dans l'estuaire de la Rance

Pièce 5 : Conclusion de l'étude VIBRance et synthèse partielle du profil de vulnérabilité conchylicole sur le territoire d'étude

VIBRANCE : EVALUATION DES IMPACTS BACTERIOLOGIQUES DANS L'ESTUAIRE DE LA RANCE

Hiérarchisation des flux de contamination microbologique dans le cadre de l'élaboration du profil de vulnérabilité conchylicole du secteur Rance et baie de Saint-Malo

Liste des pièces du dossier

- **Pièce 1** : Contexte de l'étude VIBRance et constitution du dossier
- **Pièce 2** : Pré-diagnostic de la vulnérabilité des zones conchylicoles (Etape 1 du profil)
- **Pièce 3** : Etude maritime de la dispersion des apports contaminants (Etape 2 du profil)
- **Pièce 4** : Analyse complémentaire des impacts des autres activités cibles
- **Pièce 5** : Synthèse de l'étude VIBRance

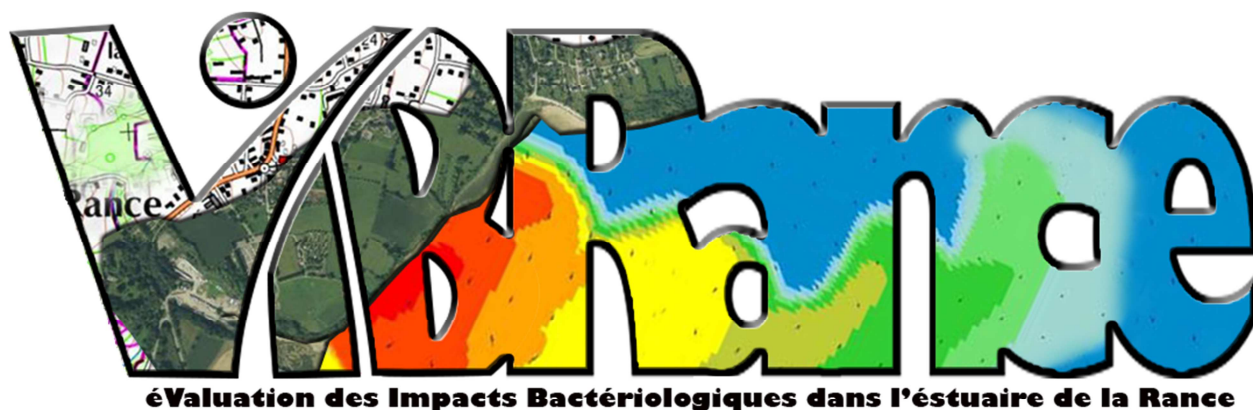


Table des matières

1	Contexte	3
2	Synthèse.....	4
	ANNEXE : Synthèse des impacts microbiologique VIBrance.....	8

1 Contexte

L'estuaire de la Rance au sens large (baie de Saint-Malo et partie maritime de la Rance) est une zone de grand intérêt pour de nombreuses activités telles que la pêche (coquilles Saint-Jacques, praires, huîtres plates), la conchyliculture (huître creuse), l'algoculture (wakamé), la pêche à pied professionnelle (coque et palourde), la pêche à pied de loisir (une vingtaine de sites existants) et la baignade (une trentaine de plages).

Ces activités touchent tous les publics, professionnels et plaisanciers, et présentent un secteur économique important dans cette zone littorale et à très fort attrait touristique.

Ces activités ont un point commun : elles sont toutes tributaires de la bonne qualité des eaux littorales.

Entre 2012 et 2015, le REseau de contrôle Microbiologique (REMI) a mis en évidence une dégradation générale de la qualité microbiologique (contamination fécale) de l'ensemble des zones de production conchylicole, induisant des risques de classements sanitaires non compatibles avec la conchyliculture et la pêche et menaçant à terme les autres activités.

Le projet VIBRance (éValuation des Impacts Bactériologiques dans l'estuaire de la Rance) a pour but d'identifier et de hiérarchiser les sous bassins versants les plus contributeurs en termes de contamination microbiologique et leurs impacts en mer afin de diriger les actions de remédiation nécessaires pour la reconquête de la qualité du milieu.

Le projet **VIBRance** s'est déroulé entre 2016 et début 2018. Il a été porté par l'Ifremer et mené en entière collaboration avec les structures porteuses du SAGE Rance-Frémur-Baie-de-Beaussais (RFBB) et l'association CŒUR Emeraude (Comité Opérationnel des Elus et Usagers de la Rance et de la côte d'Emeraude) pour assurer le caractère sociétal en lien avec les acteurs du bassin-versant. Financé par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, ce projet s'intègre également dans la démarche d'élaboration de profil de vulnérabilité conchylicole engagée par le SAGE RFBB sur son territoire de compétence.

Ce dossier présente toutes les étapes du projet présentées par pièce.

Cette pièce 5, intitulée « Synthèse de l'étude VIBRance » rassemble les conclusions des différentes phases du projet ainsi que les documents de synthèse.

2 Synthèse

Le projet VIBRance porte sur l'impact de la contamination microbiologique fécale sur l'ensemble des activités tributaires.

Ce projet s'inscrivant prioritairement dans l'élaboration du profil de vulnérabilité conchylicole mis en œuvre par le sage RFBB sur son territoire, les livrables de VIBRance ont été organisés par pièce de manière à pouvoir répondre directement aux besoins de ce profil à visée conchylicole (pièces 2 et 3) et d'ouvrir sur l'analyse sur les autres activités (pièce 4).

Un diagnostic des sources de contamination potentielle a été réalisé à l'échelle de l'estuaire de la Rance. Il met en évidence la forte pression urbaine et les rejets associés. L'Atlas de la qualité microbiologique en Rance, élaboré par l'association CŒUR Emeraude (2018) reprend en détail et au cas par cas l'inventaire de ces sources.

Une importante phase d'échantillonnage sur le terrain a eu lieu entre 2016 et 2017. Elle avait pour but de quantifier les contributions relatives des flux aux exutoires. Environ 70 points ont ainsi été prélevés sur trois périodes : hivernale, estivale et pluvieuse.

Les résultats de ces campagnes ont permis une première hiérarchisation des flux par secteur et d'en révéler les sources les plus contributrices. Ces résultats ont servi de données d'entrée à la simulation hydrodynamique de l'impact des panaches de contamination microbiologique aux exutoires, dont le but était de déterminer si tous les flux mis en évidence avaient un impact significatif sur l'estuaire de la Rance et notamment sur les zones de productions conchylicoles.

Après une présentation du modèle hydrodynamique MARS développé par l'Ifremer, et de ses validations physiques et biologiques, le fonctionnement hydrodynamique général de l'estuaire a été décrit. Les courants résiduels principaux vont de l'amont vers l'aval (système fluvial), mais il existe des courants secondaires de reflux. Au large, les courants résiduels de la baie de Saint-Malo vont d'Ouest en Est.

Tous les résultats des simulations menées ont été présentés avec les impacts des panaches de contamination microbiologique (illustration avec la figure suivante), en situation régulière et occasionnelle (by-pass).

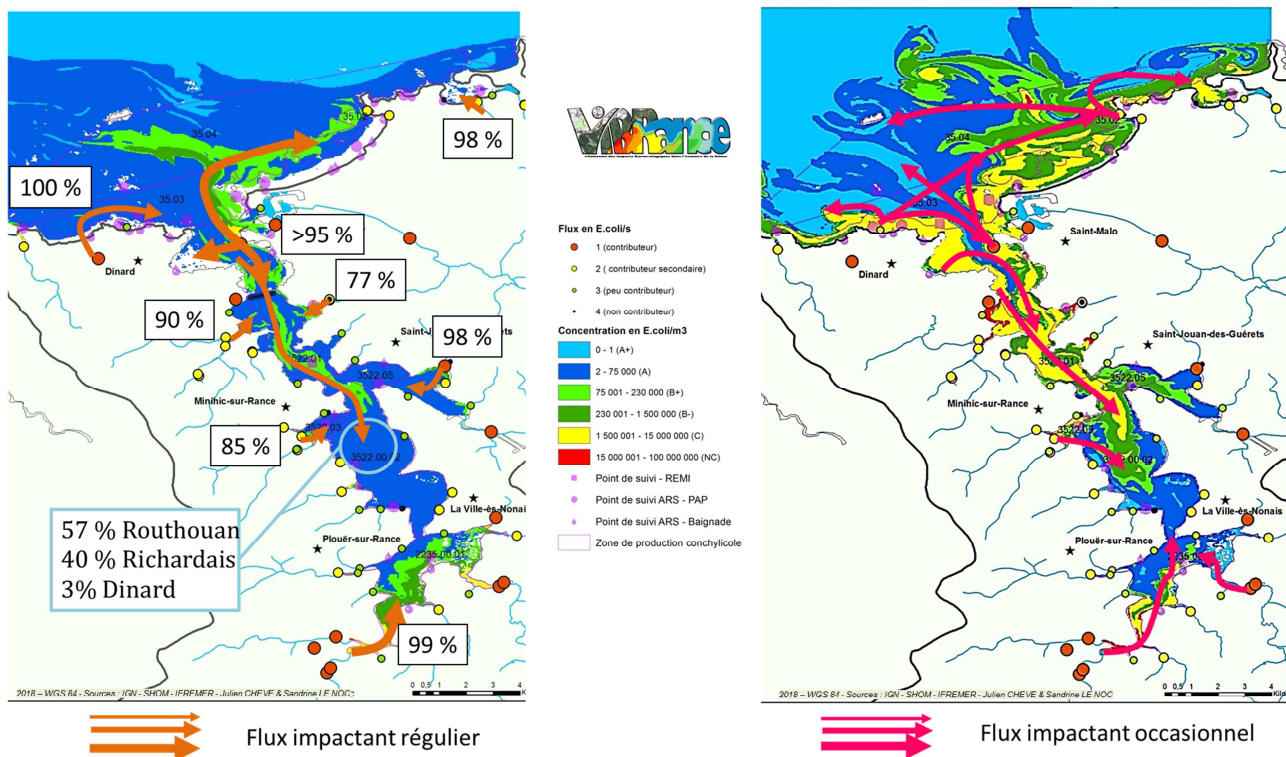


Figure 1 : illustration cartographique des résultats de simulation des flux impactant en conditions régulière et occasionnelle - VIBRance

Ces résultats ont permis d'établir une hiérarchisation consolidée des flux par secteur et d'en révéler les exutoires les plus impactants. La synthèse de ces résultats est présentée sous forme cartographique (en annexe) et sous la forme d'un tableau (page suivante).

Quelques questions spécifiques ayant fait l'objet d'une simulation lors du projet ont également été présentées (cas de la plaisance, déplacements de rejet...).

Ces résultats sont complétés par une analyse menée par l'association CŒUR Emeraude visant à remonter certains cours d'eau dont les sources à l'origine de leur contamination ne seraient pas clairement identifiées suite au diagnostic mené antérieurement.

Secteurs	Cibles	N°	Nom_Code	Nom_Exutoire	Contribution Flux Hiv + Est + PLU (%)	Hierarchisation TERRAIN (0 : pas d'impact, 1 à 35 classement décroissant, 63 : impact non significatif)	Impacts évalués avec la modélisation scénarios réalistes et hypothétiques	HIERARCHISATION DES EXUTOIRES PAR SECTEUR
St lunaire	1 pap loisir	1	1 CREV_F	Le Crevelin	0,0423	26	Deux sources pour ce site : l'exutoire du Crévelin 01 et Dinard 02 en fonction de sa dispersion	1
		02	2_DIND_S	STEP de Dinard	6,6832	3		2
Rance Nord	15 plages, zones 35.04, 35.03, 3522.01, 9 pap loisirs	02	2_DIND_S	STEP de Dinard	6,6832	3	Le Nord de la Rance, secteur à très forte urbanisation littorale, reçoit des flux de contamination importants venant des villes principales. - Les rejets de Dinard 02 se limitent généralement au littoral de son agglomération. - Principale source de contamination de la baie, l'exutoire du Routhouan 61 (qui inclut pour l'essentiel les rejets de l'agglomération de Saint-Malo) touche la rive droite depuis l'anse des Troctins jusqu'à Paramé, incluant les zones portuaires. Il impacte également l'anse du Prieuré. Il s'agit du seul panache capable de traverser la Rance en conditions régulières. Viennent ensuite les rejets de la Richardais 03, visibles jusqu'en centre Rance puis ceux de Pleurthuit 07 qui peuvent être impactants en cas de by-pass. Enfin les rejets au niveau de l'anse du Troctin 60 peuvent avoir des impacts importants localement.	1
		03	3_RICH_S	STEP de Richardais	5,1653	4		1
		04	4_RICH_P	La Richardais	0,0000	0		0
		71	71_ENOG_P	Pluvial Saint-Enogat	0,0001	63		4
		61	61_ROUT_F	Exutoire Routhouan	65,1142	1		1
		62	62_STMA_S	STEP de Saint-Malo	rejet dans 61	/		1
		73	73_CHAR_F	PR Charcot - Routhouan	= 61	/		- 61
		74	74_SAMO_P	Rejet pluvial Saint-Malo Intramuros	0,0009	63		4
		05	5_HOUR_F	La Vallée d'Hourdel	0,0025	63		4
		06	6 ETA1_F	L'Étançhet 1	0,5884	10		3
		07	7 ETA2_F	L'Étançhet 2	0,6261	9		2
		77	77_PLLG_S	STEP de Pleurthuit - Sortie lagune	rejet dans 07	/		2
		8	8_PLEU_S	STEP de Pleurthuit	rejet dans 07	/		2
		9	9_MONT_P	Montmarin	0,0001	63		4
		10	10_MONT_F	Montmarin	0,0036	63		4
		76	76_LAND_P	Rejet de la Landrais - La Gauthier	0,0001	63		4
		58	58_PASS_F	La Passagère	0,0061	63		4
59	59_TROC_F	Anse des Troctins	0,0389	27	3			
60	60_TROC_P	Anse des Troctins	0,0897	18	2			
72	72_AQUA_P	Rejet Aquarium Saint-Malo	0,0000	0	0			
Centre Rance	4 plages, 3 zones 3522.03, 3522.05 et 3522.00.02, future zone des Gastines, 4 pap loisirs	11	11_MINI_P	Le Minihic	0,0000	0	Le secteur du centre de la Rance est touché latéralement par ses fleuves côtiers. Des rejets occasionnellement impactants peuvent provenir du Nord et du Sud. Rive gauche, les multiples exutoires 13-14-17-18 touchent régulièrement les points de suivis des zones 3522.03 et 3522.00.02 et y imposent une qualité moyenne. Rive droite, la plaine des Gastines (future zone conchylicole) est essentiellement touchée par les rejets de la Couaille 56. Les sources principales du Nord (dont la Richardais et Saint-Malo 03-61) atteignent les zones 3522.05 et 3522.00.02. Elles peuvent conduire occasionnellement à des alertes sanitaires à la pointe de Saint-Suliac. Les sources principales du Sud (provenant de l'écluse du Châtelier 30) peuvent exceptionnellement dépasser les ponts au niveau de Port-Saint-Hubert et toucher les rives de la Souhaitier Les impacts bactériologiques du secteur Sud sont essentiellement dus aux sources de ce secteur. - la première source de contamination est la Rance, arrivant à l'écluse du Châtelier 30 (qui comprend les rejets de l'agglomération de Dinan) et impacte la zone de production 2235.00.01, dont la qualité sanitaire est estimée B. - Les autres petits fleuves (Quincoubre 39, Coutances 28, Le Mevault 25) peuvent impacter secondairement et localement le bord littoral. - Malgré l'observation de flux importants, les sous-bassins versants de la rive droite sont peu impactants grâce à la configuration géomorphologique de leur exutoire (méandres et zones humides 40-45). C'est le cas des rejets de Pleudihen 40 qui ne peuvent avoir un impact qu'en cas d'importants by-pass de leur réseau d'assainissement.	0
		12	12_EXMI_F	Exutoire PR Minihic	0,0011	63		5
		13	13_MINI_F	Le Minihic	0,0678	20		1
		14	14_SBUC_P	Saint Buc	0,1023	16		1
		15	15_SBUC_F	Saint Buc	0,1711	14		4
		16	16_CHBU_P	Chant Buc	0,0004	63		5
		17	17_GRMO_F	Grève de Morlet	0,0548	24		1
		18	18_ROUE_F	Roué	0,0460	25		1
		19	19_VALL_F	La Vallée (Souhaitier)	0,0055	63		5
		20	20_BBOU_F	Le Bas Bout	0,0009	63		5
		21	21_SOU1_P	La Souhaitier 1	0,0000	0		0
		22	22_SOU2_P	La souhaitier 2	0,0000	0		0
		48	48_VIGN_P	Vigneux	0,0134	63		5
		49	49_VESN_S	STEP de la Ville-Es-Nonais	0,0190	63		5
		50	50_CSSU_P	Cale de Saint Suliac	0,0059	63		5
		51	51_GOUT_F	La Goutte	0,2842	13		4
		52	52_GAST_F	Les Gastines	0,0078	63		5
		53	53_STSU_S	STEP de Saint Suliac	0,0022	63		5
		54	54_GAST_P	Les Gastines	0,0039	63		5
		55	55_STJO_S	STEP de Saint Jouan	rejet dans 56	0		5
56	56_COUA_F	La Couaille	1,1966	8	1			
57	57_VESB_F	Val-Es-Bouillis	0,0095	63	5			
69	69_PERE_S	STEP Saint-Père	rejet dans 51	63	5			
03	3_RICH_S	STEP de Richardais	5,1653	4	2			
61	61_ROUT_F	Exutoire Routhouan	65,1142	1	2			
30	30_ECCH_F	Ecluse du Châtelier	12,7982	2	3			
Sud Rance	3 plages, 1 zone 2235.00.01, 1 pap loisirs	23	23_STHU_P	Saint Hubert	0,0004	63	Les contaminations microbiologiques peuvent être de plusieurs origines. - En conditions régulières, la principale source de contamination est le ruissseau de la Sablière 65 qui peut impacter le havre en qualité moyenne. - En conditions pluvieuses, le by-pass du réseau d'assainissement du secteur de la Varde 63-78, peut impacter le havre en qualité moyenne à mauvaise. - Potentiellement présents sur l'ensemble du littoral, les rejets illégaux d'eaux sanitaires (vidanges) peuvent avoir un impact plus important sur ce secteur dont la capacité de dilution est très réduite.	6
		24	24_MINO_F	La Minotais	0,0019	63		6
		25	25_MEVA_F	Le Mevault	0,1478	15		2
		26	26_PLOU_S	STEP de Plouer	0,2854	12		5
		27	27_PLUM_F	Plumazon	0,0148	63		6
		28	28_ROCH_F	Rochefort	1,1993	7		2
		29	29_PONT_F	Ponton du Châtelier	amont du 30	/		1
		30	30_ECCH_F	Ecluse du Châtelier	12,7982	2		1
		36	36_DINA_S	STEP de Dinan	rejet dans 30	/		1
		38	38_MORG_F	Morgreve	0,0003	63		6
		39	39_QUICO_F	Quincoubre	0,0878	19		4
		40	40_PLEU_F	Pleudihen	0,0562	22		2
		41	41_GRAV_F	La Gravelle	0,0088	63		6
		42	42_PLEU_S	Step dePleudihen	2,0652	6		3
		43	43_PTIC_F	Pont des Cieux	0,4031	11		4
		44	44_TOUR_F	La Tourniole	0,0575	21		5
		45	45_SAUR_F	Saurais	2,3524	5		5
46	46_PSI1_P	Port Saint Jean 1	0,0000	0	0			
47	47_PSI2_P	Port Saint Jean 2	0,0001	63	6			
70	70_SASO_S	STEP SAMSON	rejet dans 28	/	2			
Havre	4 plages, 1 pap loisirs	63	63_VARD_P	Pointe de la Varde	0,0944	17	Les contaminations microbiologiques peuvent être de plusieurs origines. - En conditions régulières, la principale source de contamination est le ruissseau de la Sablière 65 qui peut impacter le havre en qualité moyenne. - En conditions pluvieuses, le by-pass du réseau d'assainissement du secteur de la Varde 63-78, peut impacter le havre en qualité moyenne à mauvaise. - Potentiellement présents sur l'ensemble du littoral, les rejets illégaux d'eaux sanitaires (vidanges) peuvent avoir un impact plus important sur ce secteur dont la capacité de dilution est très réduite.	2
		78	78_VARD_P	Regard eau - Pointe de la Varde	= 63	/		- 63
		64	64_ROT1_P	Rotheneuf 1	0,0000	0		0
		65	65_SABL_F	La Sablière	0,0550	23		1
		66	66_ROT2_P	Rotheneuf 2	0,0001	63		3
		67	67_VXCH_F	Le Vieux Chatel	0,0174	63		3
		68	68_COUL_S	STEP Saint-Coulomb	rejet dans 67	63		3

Figure 2 : hiérarchisation consolidée des exutoires impactant

Concernant la pêche à pied de loisir, les consignes sanitaires données aux plaisanciers se veulent plus protectrices que pour la conchyliculture car ils ne disposent pas des moyens de purification mis en œuvre dans la filière professionnelle. L'évaluation de la qualité sanitaire des zones de pêche à pied de loisir est donc plus sévère mais comparable. En conséquence, toutes les conclusions portées sur la conchyliculture s'appliquent sur la pêche à pied de loisir.

A l'inverse des interprétations de la pêche à pied de loisir, les qualités estimées compatibles avec la baignade sont beaucoup plus souples que celles utilisées pour les zones de productions conchylicoles. Ceci est dû au fait que le risque de se contaminer en se baignant (ingestion

accidentelle d'eau, contact avec une plaie) est bien moindre que l'exposition au risque de la consommation de coquillages.

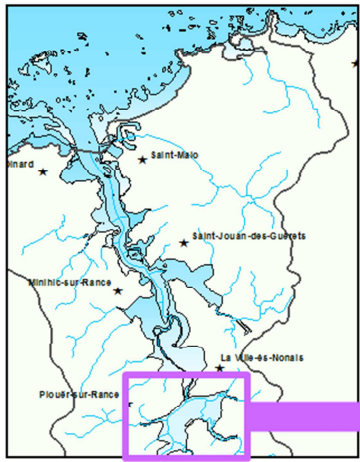
Des interprétations de sortie de simulation ont été réalisées avec une légende spécifique à la baignade. Les observations sont concordantes avec le classement sanitaire actuel et illustrent que le risque sanitaire de la baignade est bien moindre que le risque associé aux coquillages et qu'il n'intervient que localement en cas de rejet important (by-pass).

Les sources qui provoquent les déclassements de la pêche à pied de loisir ou de la baignade sont les mêmes que celles référencées pour la conchyliculture et hiérarchisées par secteur d'influence.

L'ensemble de ces conclusions permet de prioriser secteur par secteur les actions à mettre en place pour améliorer la qualité sanitaire des zones de productions conchylocoles. Ce programme d'action est élaboré par les partenaires du projet : l'association CŒUR Emeraude et le SAGE Rance-Frémur-Baie-de-Beaussais.

ANNEXE : Synthèse des impacts microbiologique VIBrance

Localisation





Flux en E.coli/s

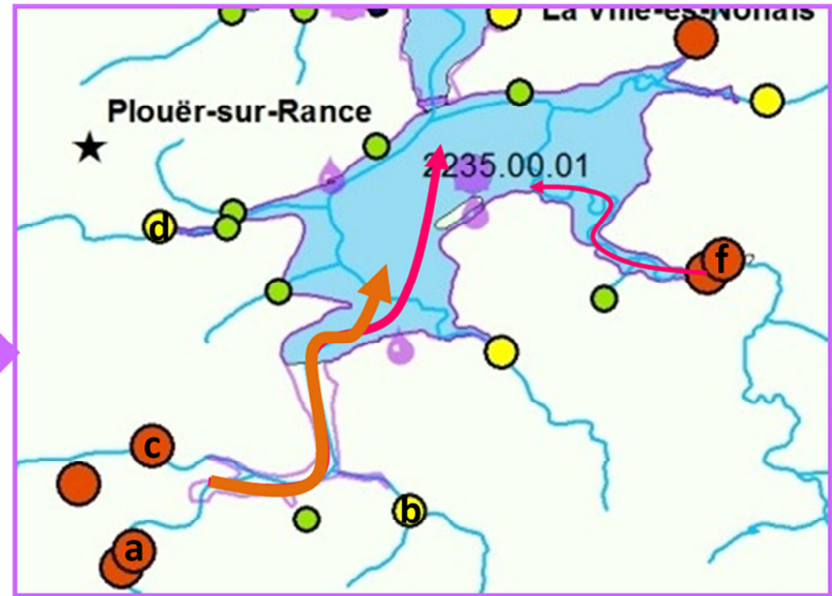
- 1 (contributeur)
- 2 (contributeur secondaire)
- 3 (peu contributeur)
- 4 (non contributeur)
- Point de suivi - REMI
- Point de suivi ARS - PAP
- Point de suivi ARS - Baignade
- Zone de production conchylicole

Concentration en E.coli/m3

- 0 - 1 (A+)
- 2 - 75 000 (A)
- 75 001 - 230 000 (B+)
- 230 001 - 1 500 000 (B-)
- 1 500 001 - 15 000 000 (C)
- 15 000 001 - 100 000 000 (NC)

 Flux impactant régulier
 Flux impactant occasionnel

Synthèse des impacts Secteur Rance Sud



Plouër-sur-Rance

2235.00.01

-Les impacts bactériologiques du secteur Sud sont essentiellement dus aux sources de ce secteur.

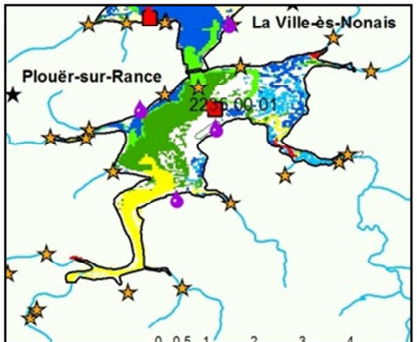
-la première source de contamination est la Rance, arrivant à l'écluse du Châtelier^a (qui comprend les rejets de l'agglomération de Dinan) et impacte la zone de production 2235.00.01, dont la qualité sanitaire est estimée B.

-Les autres petits fleuves (Quincoubre^b, Coutances^c, Le Mevault^d) peuvent impacter secondairement et localement le bord littoral.

-Malgré l'observation de flux importants, les sous-bassins versants de la rive droite sont peu impactants grâce à la configuration géomorphologique de leur exutoire (méandres et zones humides). C'est le cas des rejets de Pleudihen et amont^f qui ne peuvent avoir un impact qu'en cas d'importants by-pass de leur réseau d'assainissement.

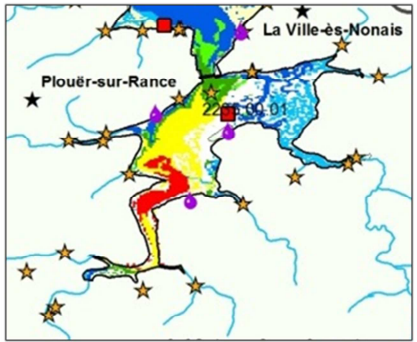
Vues complémentaires

➔ Exemple de contamination régulière



Simulation campagne Pluvieuse
Zone impactée : 2235.00.01 - Classe B

➔ Exemple de contamination potentielle

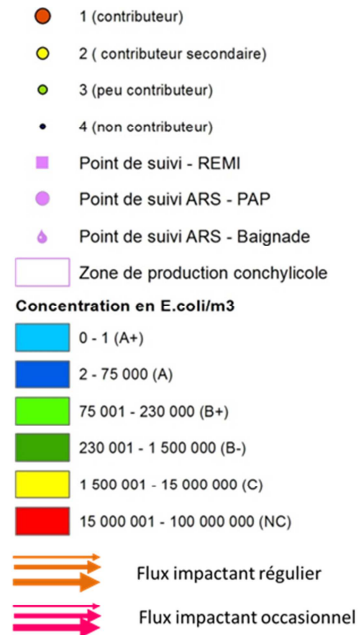


Simulation By-pass Dinan
Zone impactée : 2235.00.01 - Classe C

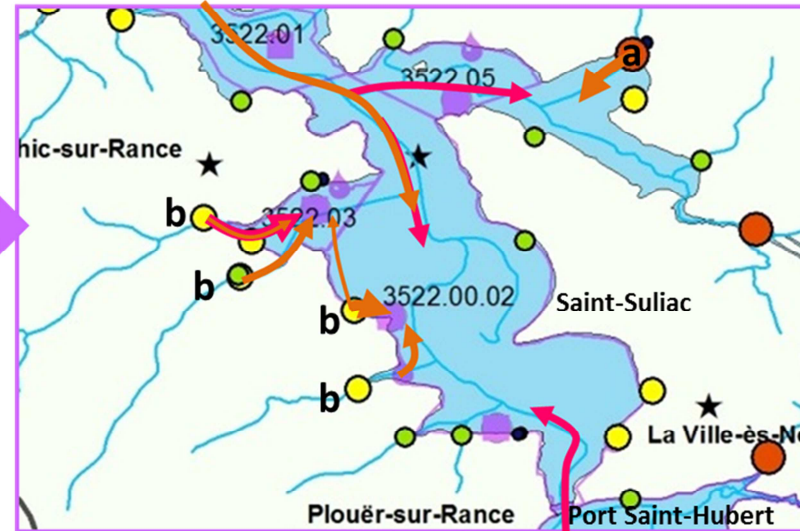
Localisation



Flux en E.coli/s



Synthèse des impacts Secteur Rance Centre



-Le secteur du centre de la Rance est touché latéralement par ses fleuves côtiers. Des rejets occasionnellement impactants peuvent provenir du Nord et du Sud.

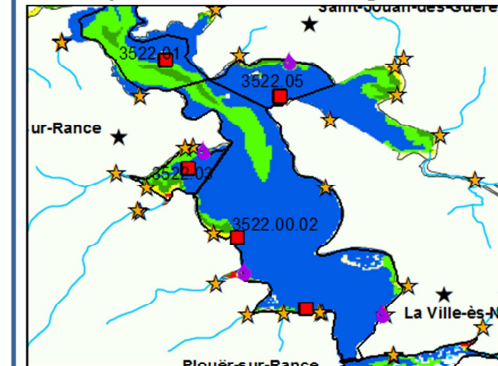
-Rive gauche, les multiples exutoires^b touchent régulièrement les points de suivis des zones 3522.03 et 3522.00.02 et y imposent une qualité moyenne. Rive droite, la plaine des Gastines (future zone conchylicole) est essentiellement touchée par les rejets de la Couaille^a.

-Les sources principales du Nord (dont la Richardais et Saint-Malo) atteignent les zones 3522.05 et 3522.00.02. Elles peuvent conduire occasionnellement à des alertes sanitaires à la pointe de Saint-Suliac.

-Les sources principales du Sud (provenant de l'écluse du Châtelier) peuvent exceptionnellement dépasser les ponts au niveau de Port-Saint-Hubert et toucher les rives de la Souhaitier

Vues complémentaires

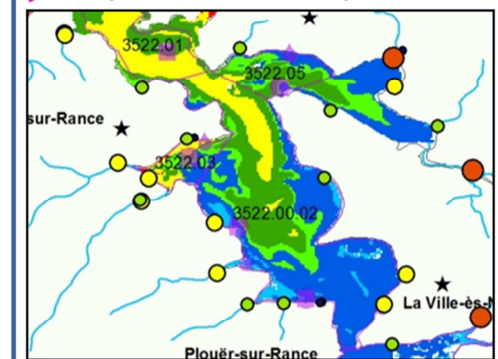
Exemple de contamination régulière



Simulation campagne Pluvieuse

Zone impactée : 3522.01 - Classe B
 3522.03 - Classe B
 3522.05 - Classe A
 3522.00.02 Nord - Classe B
 3522.00.02 Sud - Classe A

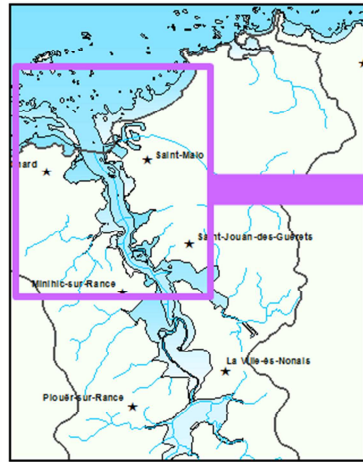
Exemple de contamination potentielle



Simulation by-pass généralisé des réseaux

Zone impactée : 3522.01 - Classe C
 3522.03 - Classe B/C
 3522.05 - Classe B
 3522.00.02 Nord - Classe B
 3522.00.02 Sud - Classe A

Localisation



Flux en E.coli/s

- 1 (contributeur)
- 2 (contributeur secondaire)
- 3 (peu contributeur)
- 4 (non contributeur)
- Point de suivi - REMI
- Point de suivi ARS - PAP
- ◆ Point de suivi ARS - Baignade
- Zone de production conchylicole

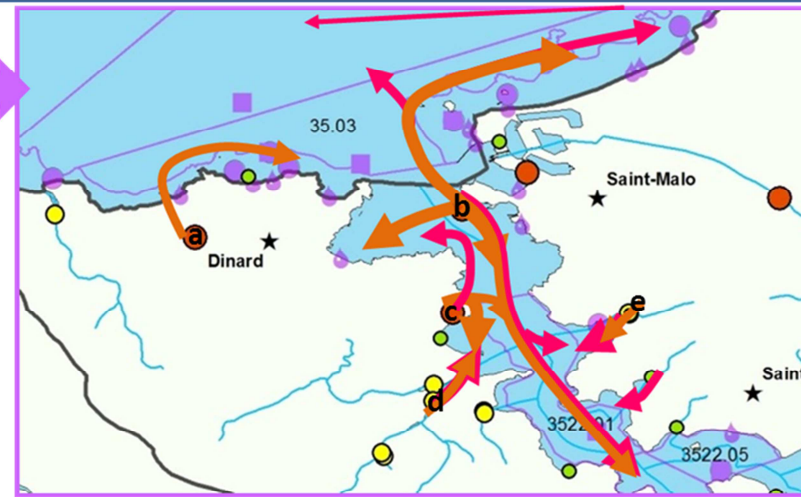
Concentration en E.coli/m3

- 0 - 1 (A+)
- 2 - 75 000 (A)
- 75 001 - 230 000 (B+)
- 230 001 - 1 500 000 (B-)
- 1 500 001 - 15 000 000 (C)
- 15 000 001 - 100 000 000 (NC)

- Flux impactant régulier
- Flux impactant occasionnel



Synthèse des impacts Secteur Rance Nord



- Le Nord de la Rance, secteur à très forte urbanisation littorale, reçoit des flux de contamination importants venant des villes principales.

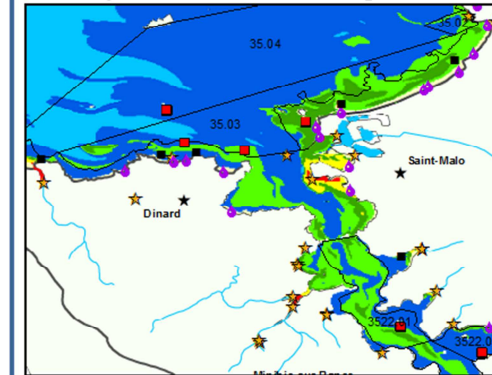
-Les rejets de Dinard^a se limitent généralement au littoral de son agglomération.

-Principale source de contamination de la baie, l'exutoire du Routhouan^b (qui inclut pour l'essentiel les rejets de l'agglomération de Saint-Malo), touche la rive droite depuis l'anse des Troctins jusqu'à Paramé, incluant les zones portuaires. Il impacte également l'anse du Prieuré. Il s'agit du seul panache capable de traverser la Rance en conditions régulières.

- Viennent ensuite les rejets de la Richardais^c, visibles jusqu'en centre Rance puis ceux de Pleurtuit^d qui peuvent être impactants en cas de by-pass. Enfin les rejets au niveau de l'anse du Troctin^e peuvent avoir des impacts importants localement.

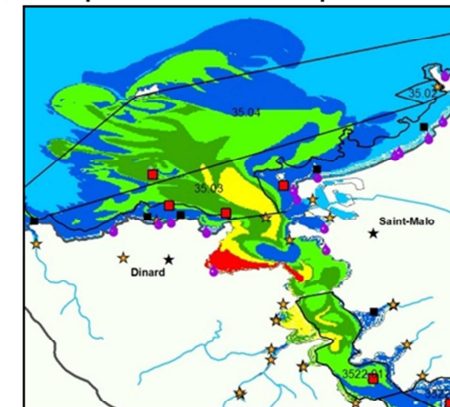
Vues complémentaires

Exemple de contamination régulière

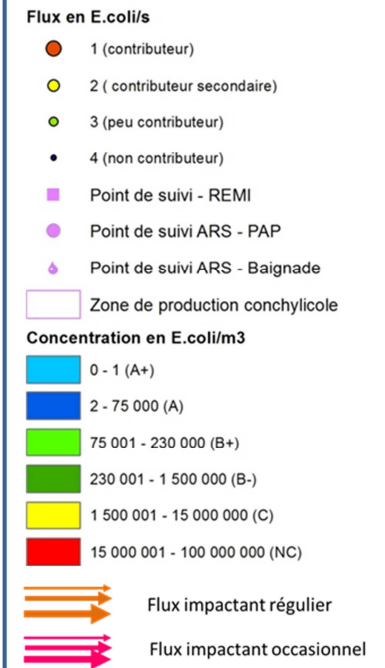
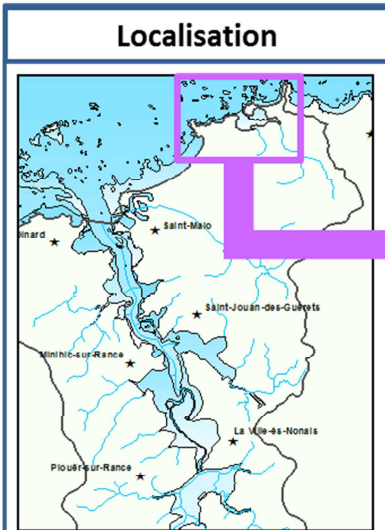


Simulation campagne Pluvieuse
Zone impactée : 3522.01 - Classe B
35.03 – Classe B
35.04 – Classe A

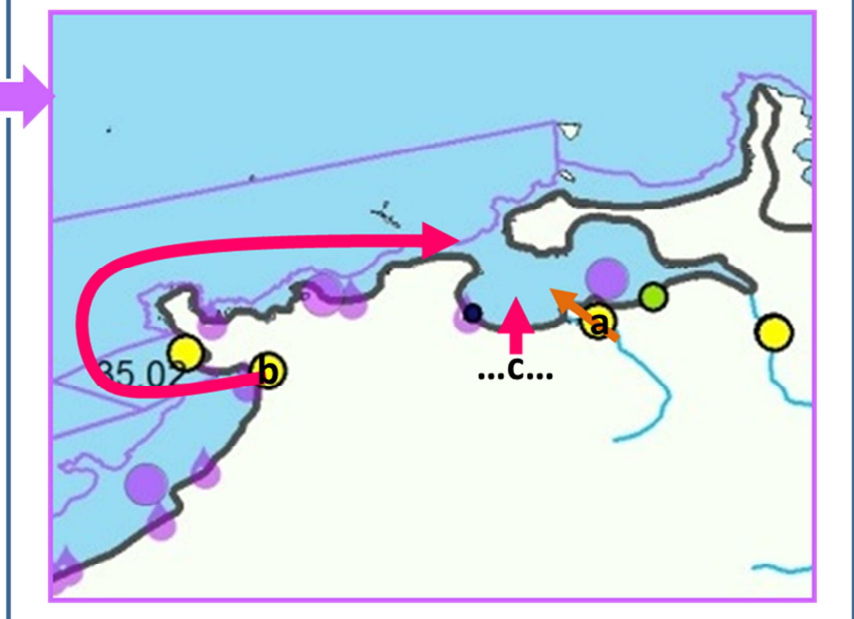
Exemple de contamination potentielle



Simulation casse canalisation Prieuré
Zone impactée : 3522.01 - Classe B
35.03 – Classe B/C
35.04 – Classe B



Synthèse des impacts Secteur Havre de Rothéneuf



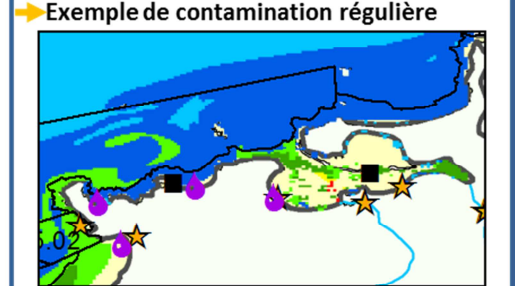
-Les contaminations microbiologiques peuvent être de plusieurs origines.

-En conditions régulières, la principale source de contamination est le ruisseau de la Sablière^a qui peut impacter le havre en qualité moyenne.

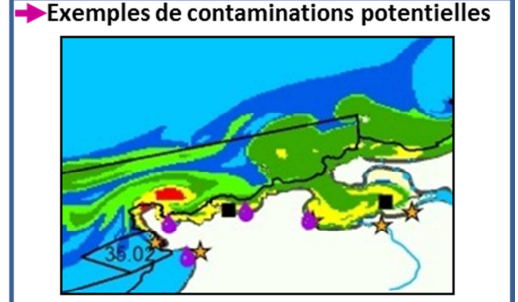
-En conditions pluvieuses, le by-pass du réseau d'assainissement du secteur de la Varde^b, peut impacter le havre en qualité moyenne à mauvaise.

-Potentiellement présents sur l'ensemble du littoral, les rejets illégaux d'eaux sanitaires^c (vidanges) peuvent avoir un impact plus important sur ce secteur dont la capacité de dilution est très réduite.

Vues complémentaires



*Simulation campagne Pluvieuse
Havre de Rothéneuf - Classe B*



*Simulation By pass La Varde
Havre de Rothéneuf - Classe B/C*



*Simulation 10 camping Cars
Havre de Rothéneuf - Classe B*