

# Etude de dispersion du rejet de la station d'épuration de Trébeurden



## Rapport d'étude

### Siège social

36, quai de la Douane – 29200 Brest – France  
Tel : +33 298 44 24 51  
Email : [info@actimar.fr](mailto:info@actimar.fr) – Web : [www.actimar.fr](http://www.actimar.fr)

**ACTIMAR**  
Au service de la mer

## Suivi des modifications

Version	Modifications	Rédacteurs	Validation	Date
V1.0	Création du document Mise en place du modèle Proposition de scénarios de simulation	Hida Philip Solène Le Gac	Solène Le Gac	21/01/2020
V1.1	Modification du débit été du ruisseau	Solène Le Gac		24/01/2020
V2.0	Ajout des résultats des 24 simulations	Hida Philip Solène Le Gac	Solène Le Gac	18/02/2020

## Liste de diffusion

Destinataire	Organisme
Sophie Collet	Lannion Trégor Communauté
Pierre Le Gall	Lannion Trégor Communauté
Cédric Onillon	Lannion Trégor Communauté

## Sommaire

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>9</b>
<b>2. CONDITIONS METEO-OCEANIQUES .....</b>	<b>10</b>
2.1 CONDITIONS DE VENT .....	10
2.2 CONDITIONS OCEANIQUES .....	12
2.2.1 Marée.....	12
2.2.2 Courant .....	13
<b>3. PRESENTATION DU MODELE HYDRODYNAMIQUE .....</b>	<b>14</b>
3.1 LE LOGICIEL SEAMER .....	14
3.2 EMPRISE ET BATHYMETRIE DU MODELE D'ETUDE.....	15
3.3 CONDITIONS AUX LIMITES .....	16
3.4 CALIBRATION DU MODELE D'ETUDE .....	16
3.4.1 Validation des niveaux .....	16
3.4.2 Analyse qualitative des courants .....	18
<b>4. CONDITIONS DE SIMULATION.....</b>	<b>19</b>
4.1 DONNEES D'ENTREE SUR LES REJETS.....	19
4.1.1 La station d'épuration .....	19
4.1.2 Le ruisseau Goas Meur .....	21
4.2 CONDITIONS METEO-OCEANIQUES.....	22
4.3 MORTALITE DES GERMES BACTERIENS.....	22
4.4 SYNTHSE DES CONDITIONS DE SIMULATION .....	23
<b>5. RESULTATS .....</b>	<b>24</b>
5.1 EVOLUTION AU COURS DU CYCLE DE MAREE.....	24
5.1.1 Pleine mer.....	25
5.1.2 Marée descendante.....	26

5.1.3	Basse mer .....	27
5.1.4	Marée montante .....	28
5.2	CONCENTRATIONS MAXIMALES.....	29
5.2.1	Comparaison des options « Vanne » et « Zone tampon » .....	29
5.2.2	Impact du temps de pluie .....	30
5.2.3	Impact du rejet de 450 m <sup>3</sup> en une heure.....	32
5.3	EVOLUTION DANS LES ZONES SENSIBLES .....	34
5.3.1	Comparaison des options « Vanne » et « Zone tampon » .....	34
5.3.2	Impact du rejet de 450 m <sup>3</sup> en une heure.....	37
5.3.3	Matrice des concentrations maximales sur la zone Illaouec .....	39
<b>6.</b>	<b>SYNTHESE .....</b>	<b>40</b>
<b>7.</b>	<b>ANNEXE.....</b>	<b>41</b>
7.1	SCENARIO 1 .....	42
7.2	SCENARIO 2 .....	43
7.3	SCENARIO 3 .....	44
7.4	SCENARIO 4 .....	45
7.5	SCENARIO 5 .....	46
7.6	SCENARIO 6 .....	47
7.7	SCENARIO 7 .....	48
7.8	SCENARIO 8 .....	49
7.9	SCENARIO 9 .....	50
7.10	SCENARIO 10 .....	51
7.11	SCENARIO 11 .....	52
7.12	SCENARIO 12 .....	53
7.13	SCENARIO 13 .....	54
7.14	SCENARIO 14 .....	55
7.15	SCENARIO 15 .....	56
7.16	SCENARIO 16 .....	57

7.17 SCENARIO 17 .....	58
7.18 SCENARIO 18 .....	59
7.19 SCENARIO 19 .....	60
7.20 SCENARIO 20 .....	61
7.21 SCENARIO 21 .....	62
7.22 SCENARIO 22 .....	63
7.23 SCENARIO 23 .....	64
7.24 SCENARIO 24 .....	65
7.25 EVOLUTION DE LA CONCENTRATION DANS LA ZONE ILLAOUEC POUR LES MAILLES OU LE NIVEAU D'EAU DEPASSE 50 CM .....	66

## Liste des illustrations

Figure 1-1 : Localisation de la STEP, du ruisseau de Goas Meur et de son exutoire.....	9
Figure 2-1 : Distributions de la vitesse et de la direction du vent au large de la zone d'étude (CFSR) ...	10
Figure 2-2 : Statistiques sur la vitesse du vent au large de la zone d'étude (CFSR).....	11
Figure 2-3 : Niveaux de référence à Ploumanac'h et Trébeurden (source : SHOM - RAM 2017) .....	12
Figure 2-4: Vitesse maximale des courants de vive-eau moyenne (Source : SHOM ; data.shom.fr) .....	13
Figure 3-1: Bathymétrie du modèle d'étude et longitude et latitude du point de rejet (point vert) .....	15
Figure 3-2: Imbrication des modèles dans le processus gigogne .....	16
Figure 3-3: Comparaison du niveau de marée à Trebeurden .....	17
Figure 3-4 : Comparaison du niveau de marée à Trebeurden – Vive-eau.....	17
Figure 3-5 : : Comparaison du niveau de marée à Trebeurden – Morte-eau.....	17
Figure 3-6: Comparaison des niveaux d'eau calculés par le modèle SEAMER et prédits par le SHOM à Trébeurden .....	18
Figure 3-7: Carte de vitesses maximales du courant de vive-eau aux abords de Trebeurden .....	18
Figure 5-1: Carte de concentration à pleine mer pour les simulations en hiver (T90 = 48h) (Marée : ME en haut, VE en bas ; Rejet de la STEP : « Vanne » à gauche et « Zone tampon » à droite) .....	25
Figure 5-2: Carte de concentration à marée descendante pour les simulations en hiver (T90 = 48h) (Marée : ME en haut, VE en bas ; Rejet de la STEP : « Vanne » à gauche et « Zone tampon » à droite).....	26
Figure 5-3: Carte de concentration à basse mer pour les simulations en hiver (T90 = 48h) (Marée : ME en haut, VE en bas ; Rejet de la STEP : « Vanne » à gauche et « Zone tampon » à droite) .....	27
Figure 5-4: Carte de concentration à marée montante pour les simulations en hiver (T90 = 48h) (Marée : ME en haut, VE en bas ; Rejet de la STEP : « Vanne » à gauche et « Zone tampon » à droite).....	28
Figure 5-5: Comparaison de l'extension des panaches en morte-eau pour le cas « Vanne » et le cas « Zone tampon » .....	29
Figure 5-6: Comparaison de l'extension des panaches en vive-eau pour le cas « Vanne » et le cas « Zone tampon » .....	30
Figure 5-7: Comparaison de l'extension des panaches en temps sec et en temps de pluie (cas d'un rejet continu), temps sec à gauche, temps de pluie à droite.....	31
Figure 5-8: Comparaison de l'extension des panaches en morte-eau pour un pic horaire à PM et un pic horaire à BM par rapport à une situation de référence (temps sec en rejet continu). .....	32

Figure 5-9: Comparaison de l'extension des panaches en vive-eau pour un pic horaire à PM et un pic horaire à BM par rapport à une situation de référence (temps sec en rejet continu). .....33

Figure 5-10: Evolution de la concentration dans la zone de suivi Illaouec en morte-eau pour les deux options de rejet (été en haut, hiver en bas) .....35

Figure 5-11: Evolution de la concentration dans la zone de suivi Illaouec en vive-eau pour les deux options de rejet (été en haut, hiver en bas) .....36

Figure 5-12: Evolution de la concentration dans la zone de suivi Illaouec en morte-eau pour les cas de rejet ponctuellement plus élevés à PM ou BM (été en haut, hiver en bas) .....37

Figure 5-13: Evolution de la concentration dans la zone de suivi Illaouec en vive-eau pour les cas de rejet ponctuellement plus élevés à PM ou BM (été en haut, hiver en bas).....38

## Liste des tableaux

Tableau 3-1: Résolution des différents rangs.....	16
Tableau 4-1: Débits de la STEP .....	19
Tableau 4-2: Synthèse des conditions de rejets de la STEP proposées pour les simulations.....	20
Tableau 4-3: Débits mensuels du ruisseau Goas Meur (extrapolations).....	21
Tableau 4-4: Débits du ruisseau Goas Meur .....	21
Tableau 4-5: Synthèse des conditions de rejets du ruisseau proposées pour les simulations.....	21
Tableau 4-6: Synthèse des conditions de simulation proposées .....	23
Tableau 5-1: Coordonnées des points de suivi des zones de baignade et des zones conchylicoles .....	24
Tableau 5-2: Concentrations maximales dans la zone de suivi Illaouec pour chaque simulation.....	39

# 1. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de restructuration de la station d'épuration de Trébeurden, Lannion-Trégor Communauté souhaite la réalisation d'une étude d'impact des effluents rejetés en mer sur la qualité des eaux littorales et les usages.

La station d'épuration de Trébeurden actuellement dimensionnée pour recevoir 8 000 équivalents habitants sera restructurée pour recevoir environ 11 850 équivalents habitants. Le point de rejet actuel dans le ruisseau du Goas Meur sera conservé (voir Figure 1-1). Il s'agit de la solution la plus avantageuse d'un point de vue technico-économique.



Figure 1-1 : Localisation de la STEP, du ruisseau de Goas Meur et de son exutoire

La présente étude a pour objectif d'évaluer la dispersion du rejet de la STEP dans différentes conditions météo-océaniques et différentes options de rejet à l'aide d'un modèle hydrodynamique.

La modélisation s'appuie sur un modèle mis en place à l'aide du code Seamer.

Le présent document présente :

- Les conditions météo-océaniques sur la zone d'étude,
- La mise en place du modèle hydrodynamique permettant de représenter la dispersion du rejet de la station d'épuration,
- Les conditions des simulations choisies à partir des conditions de rejet, des caractéristiques du ruisseau Goas Meur et des caractéristiques météo-océaniques,
- Les résultats des simulations.

## 2. CONDITIONS METEO-OCEANIQUES

Ce chapitre présente les conditions météorologiques (vent) et océaniques (marée et courant) sur la zone d'étude.

### 2.1 CONDITIONS DE VENT

La Figure 2-1 fournit les distributions de la vitesse et de la direction des vents ainsi que la rose des vents au large de la zone d'étude. La Figure 2-2 fournit les statistiques mensuelles de vitesse.

Les vents au large proviennent principalement des secteurs Sud-Sud-Ouest à Ouest d'une part et Est-Nord-Est d'autre part. Les vents d'ENE sont surtout présents au printemps.

La vitesse moyenne mensuelle du vent évolue entre **5.5 m/s en été** et **9 m/s en hiver**.

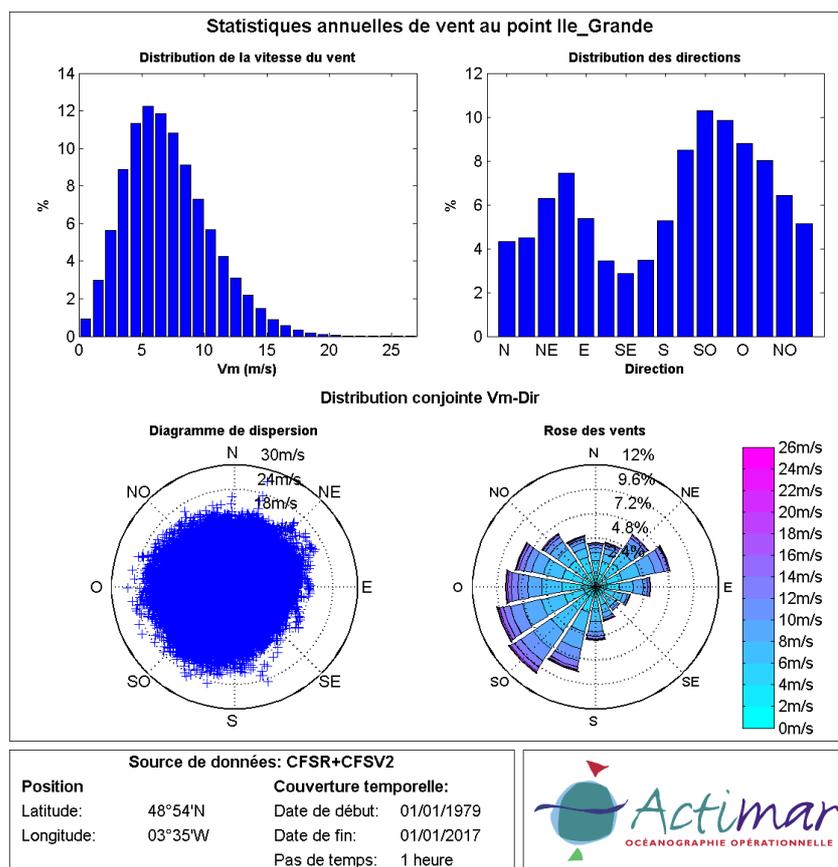
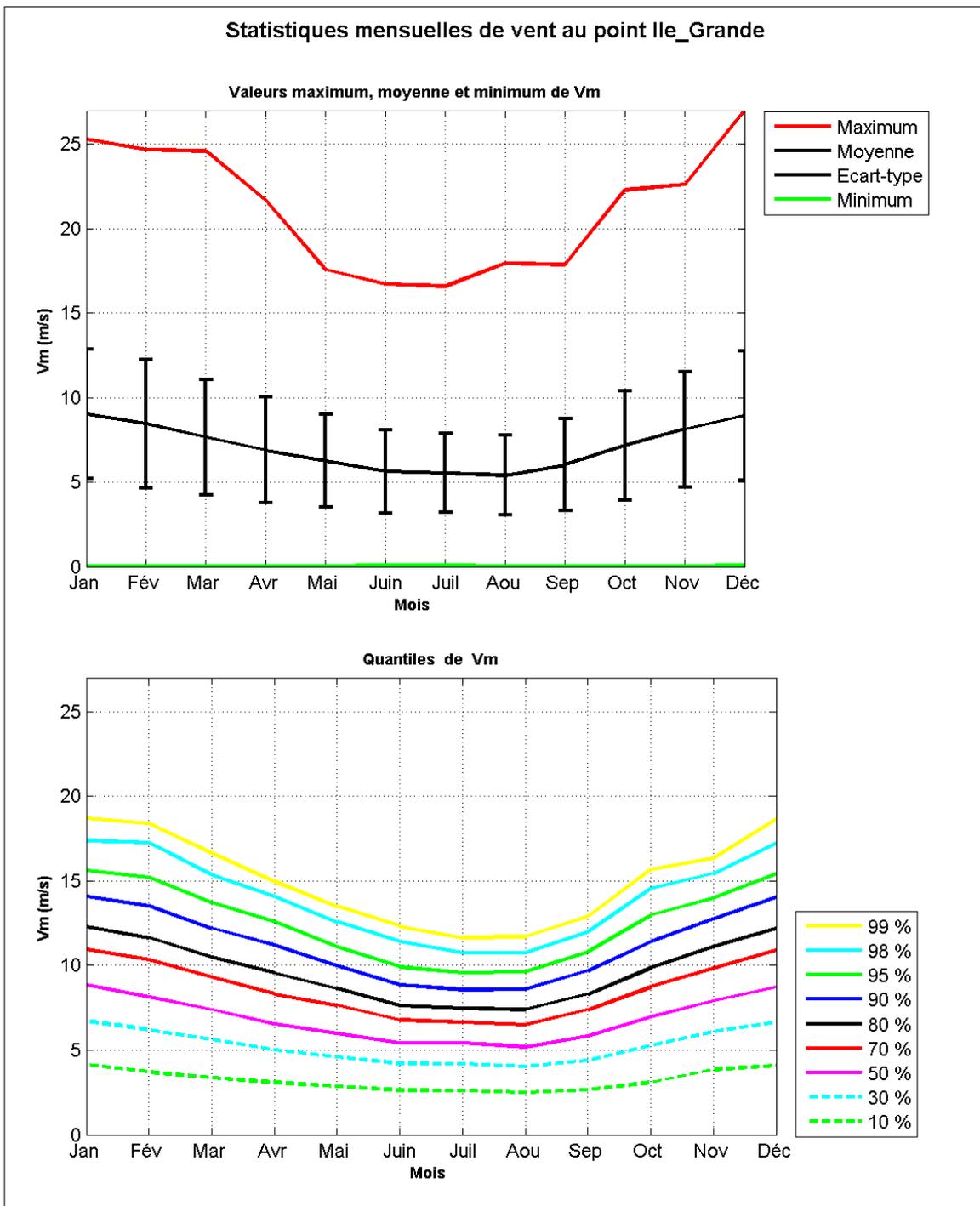


Figure 2-1 : Distributions de la vitesse et de la direction du vent au large de la zone d'étude (CFSR)



<b>Source de données: CFSR+CFSV2</b>		
<b>Position</b>	<b>Couverture temporelle:</b>	
Latitude: 48°54'N	Date de début: 01/01/1979	
Longitude: 03°35'W	Date de fin: 01/01/2017	
	Pas de temps: 1 heure	

Figure 2-2 : Statistiques sur la vitesse du vent au large de la zone d'étude (CFSR)

## 2.2 CONDITIONS OCEANIQUES

### 2.2.1 MAREE

La marée sur la zone d'étude est de type macro-tidal (forte amplitude) et semi-diurne.

Le niveau moyen aux ports les plus proches (Ploumanac'h et Trébeurden) est de ~5.5 m par rapport au zéro hydrographique.

Le marnage est de l'ordre de 7.9 m en vive-eau moyenne et de 3.85 m en morte-eau moyenne. (Données SHOM, Références Altimétriques Maritimes, 2019).

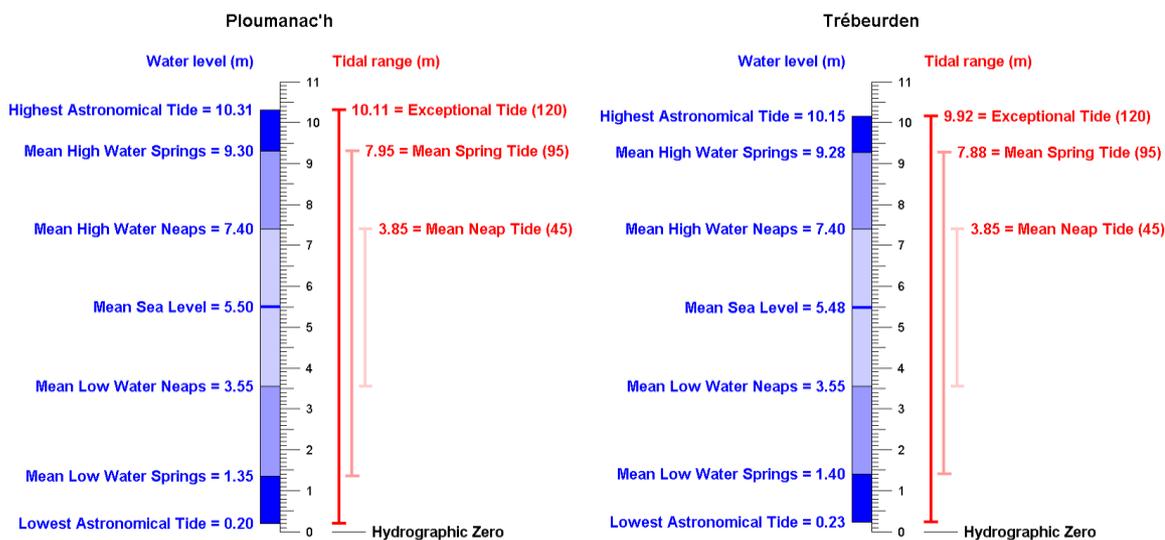


Figure 2-3 : Niveaux de référence à Ploumanac'h et Trébeurden (source : SHOM - RAM 2017)

### 2.2.2 COURANT

Les courants au large sont alternatifs. Suivant la ligne générale de la côte, ils portent vers le Nord-Nord-Est à l'Ouest de l'île Grande et vers le Nord-Est au Nord de l'île pendant le flot. Au jusant, ils portent vers le Sud-Sud-Ouest à l'Ouest de l'île et vers le Sud-Ouest au Nord de l'île.

La figure suivante donne, à titre indicatif, les courants de marée maximaux en vive-eau moyenne estimés par le SHOM dans la zone. Aux abords de l'île Grande, les courants sont maximaux entre l'île Grande et l'île d'Aganton à l'Ouest et entre l'île Grande et l'île Aval à l'Est. Dans ces deux passes, ils dépassent localement 3 nœuds par vive-eau.

La baie de l'exutoire du Goas Meur est une zone de faible courant avec des maxima inférieurs à 1 nœud.

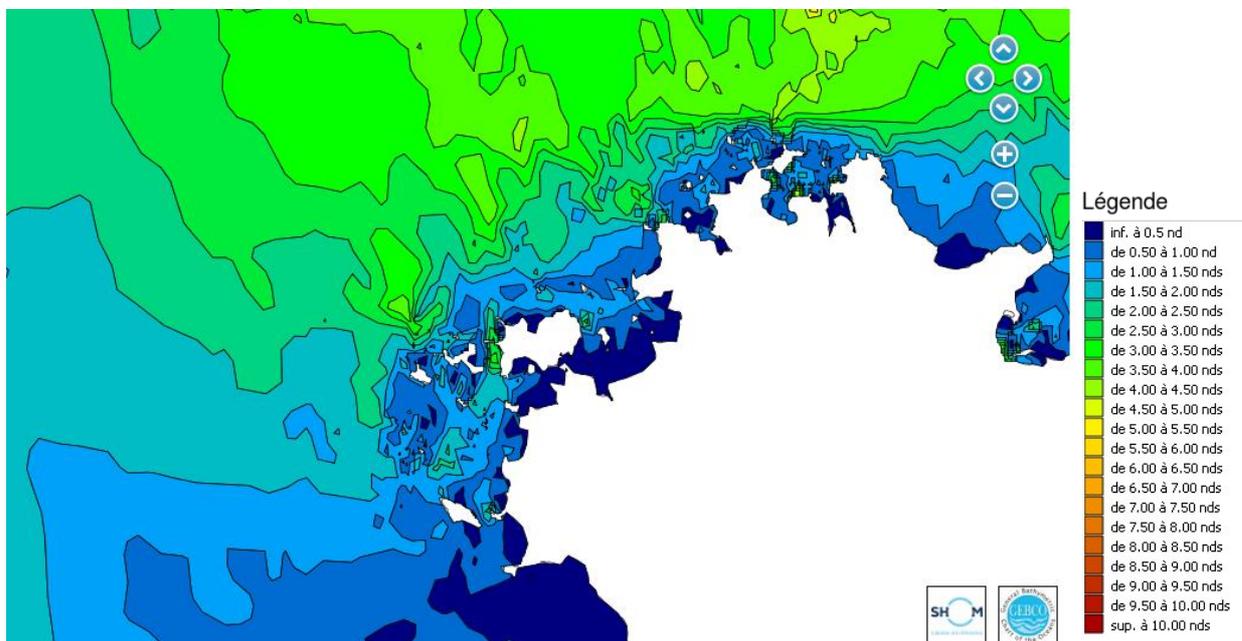


Figure 2-4: Vitesse maximale des courants de vive-eau moyenne (Source : SHOM ; data.shom.fr)

## 3. PRESENTATION DU MODELE HYDRODYNAMIQUE

---

Le principe de la modélisation est de reproduire (simuler) les mécanismes qui régissent les teneurs en germes bactériens dans les eaux de baignade, soit la production bactérienne, son émission en mer et les courants marins qui vont diluer et transporter ces rejets.

### 3.1 LE LOGICIEL SEAMER

**Le logiciel SEAMER 2D est utilisé pour la présente étude.**

Développé initialement au sein des équipes universitaires dédiées à l'océanographie (Brest et Marseille), puis par IFREMER (durant une quinzaine d'années) et enfin par les sociétés SEAMER puis Actimar, il synthétise un savoir-faire considérable.

**Le module hydrodynamique de SEAMER** résout par différences finies les équations générales de l'hydrodynamique, il simule les courants (vitesse et direction), la température, la salinité et le niveau de la surface libre sous l'action de la marée, du vent, de la pression atmosphérique, de la houle, des apports d'eau douce. Il permet d'associer une solution homogène, une grande finesse spatiale (Haute Définition) et la prise en compte simultanée de tous les mécanismes physiques.

**Le module de calcul du transport de SEAMER** est intégré au calcul hydrodynamique, assurant une totale "conservativité".

Dans le cas des substances particulières, le calcul simule les phénomènes de dépôt et d'érosion et leur effet sur les teneurs dans la masse d'eau et l'accumulation dans les sédiments.

**Pour la microbiologie (germes bactériens)**, le modèle ajoute aux lois de transport physique, une expression de la mortalité des germes, exprimée par une loi de décroissance linéaire qui fait intervenir le coefficient dénommé T90 (durée nécessaire pour la disparition par mortalité de 90% des organismes).

### 3.2 EMPRISE ET BATHYMETRIE DU MODELE D'ETUDE

L'emprise du modèle **SEAMER 2D** est définie assez vaste afin de prendre en compte toutes les sources qui peuvent produire une contamination des eaux de baignade.

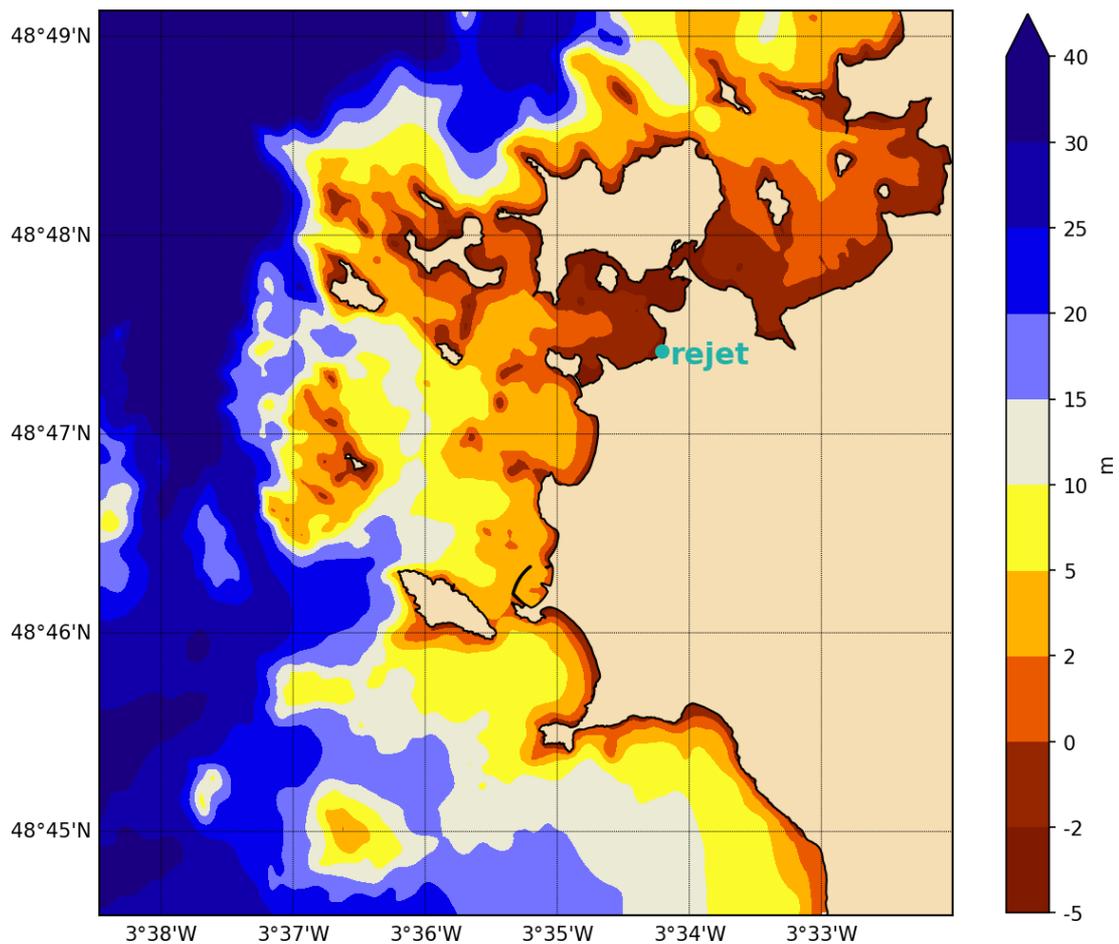
Le domaine de calcul est représenté par un réseau régulier (maillage) fin et homogène au pas de **25 mètres**.

Les limites géographiques exactes du domaine de calcul sont les suivantes (en WGS84) :

- Nord : 48° 49' 8.52" N
- Sud : 48° 44' 34.59" N
- Est : 3° 31' 46.77" O
- Ouest : 3° 38' 27.84" O

La bathymétrie du modèle a été obtenue à l'aide des données du SHOM disponibles sur la zone, ainsi que des données lidar RGE-ALTI diffusées par l'IGN et qui couvrent tout l'estran. La bathymétrie du modèle obtenue est présentée sur la figure suivante.

Bathymetrie (m NM)



	Longitude	Latitude
Rejet	3° 34' 12.57" O	48° 47' 24.36" N

Figure 3-1: Bathymétrie du modèle d'étude et longitude et latitude du point de rejet (point vert)

### 3.3 CONDITIONS AUX LIMITES

La modélisation des courants en mer sur un domaine restreint requiert de connaître les conditions de courant et de niveau aux frontières maritimes. Elles sont obtenues à l'aide de la **méthode des modèles gigognes** : des loupes successives sont effectuées dans un **modèle d'emprise régionale**, jusqu'à atteindre la résolution et l'emprise souhaitée pour cette étude.

Les conditions aux limites (hauteur d'eau) du modèle de plus grande emprise (rang 0) sont déterminées à l'aide d'une composition harmonique de la marée utilisant les constantes données par l'atlas de composantes harmoniques **FES2014**.

Les emprises des modèles de rang 0 à 2 sont représentées Figure 3-2.

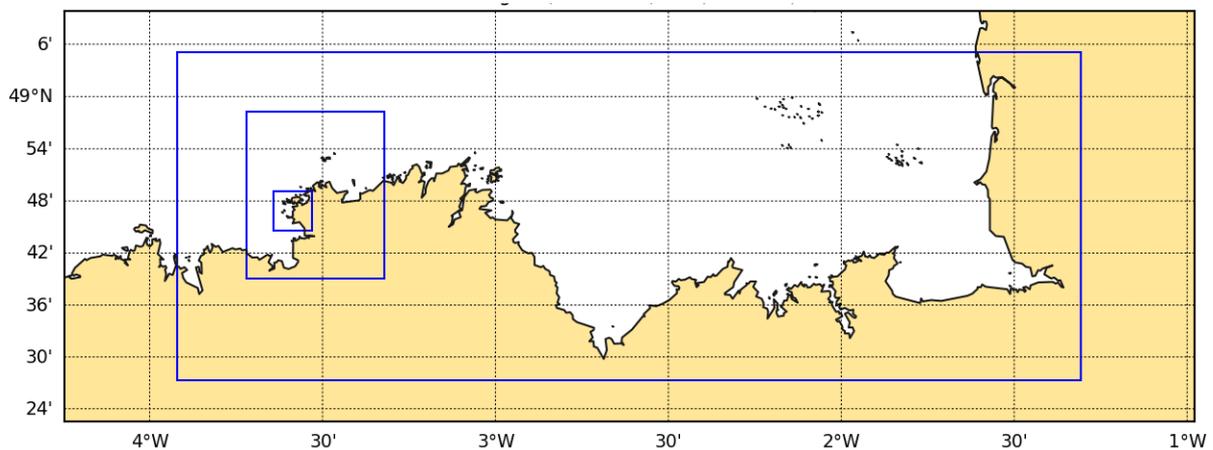


Figure 3-2: Imbrication des modèles dans le processus gigogne

Tableau 3-1: Résolution des différents rangs

<b>Rang 0</b>	250 m
<b>Rang 1</b>	80 m
<b>Rang 2</b>	25 m

### 3.4 CALIBRATION DU MODELE D'ETUDE

Préalablement à son utilisation, le modèle a été confronté aux données disponibles pour évaluer sa capacité à représenter les hauteurs d'eau et les courants dans la zone :

- Les hauteurs d'eau calculées par le modèle ont été comparées aux niveaux de marée prédits par le SHOM.
- En l'absence de mesures, les courants calculés par le modèle ont été analysés qualitativement.

#### 3.4.1 VALIDATION DES NIVEAUX

Une simulation a été réalisée, en conditions de marée seule sur un peu plus d'un mois, du 9 Octobre au 16 Novembre 2019, afin de balayer un cycle vive-eau/morte-eau complet. Les résultats du modèle pendant ce mois ont été comparés aux niveaux d'eau du SHOM au port de Trébeurden (Source : <http://maree.shom.fr/>).

Les Figure 3-3 à Figure 3-5 présentent les séries temporelles de hauteur d'eau modélisées et prédites, sur toute la durée de la simulation ainsi que sur un cycle de vive-eau et de morte.

Les diagrammes de dispersion Figure 3-6 mettent en avant la cohérence du modèle avec les prédictions du SHOM. Le biais est d'environ 4 cm et l'erreur quadratique moyenne est de l'ordre de 11 cm.

Le modèle représente donc de façon satisfaisante les niveaux.

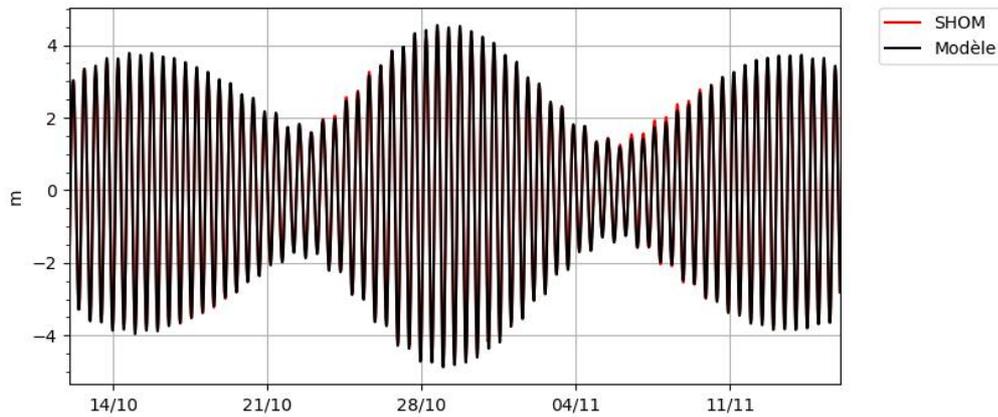


Figure 3-3: Comparaison du niveau de marée à Trebeurden

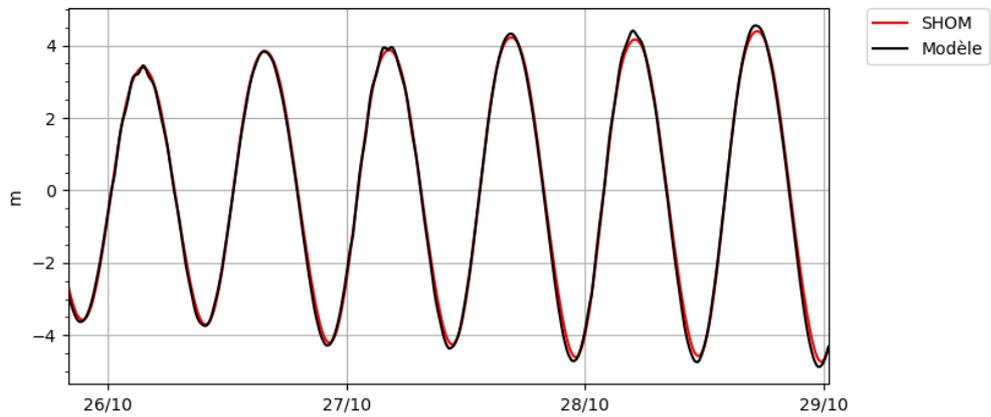


Figure 3-4 : Comparaison du niveau de marée à Trebeurden – Vive-eau

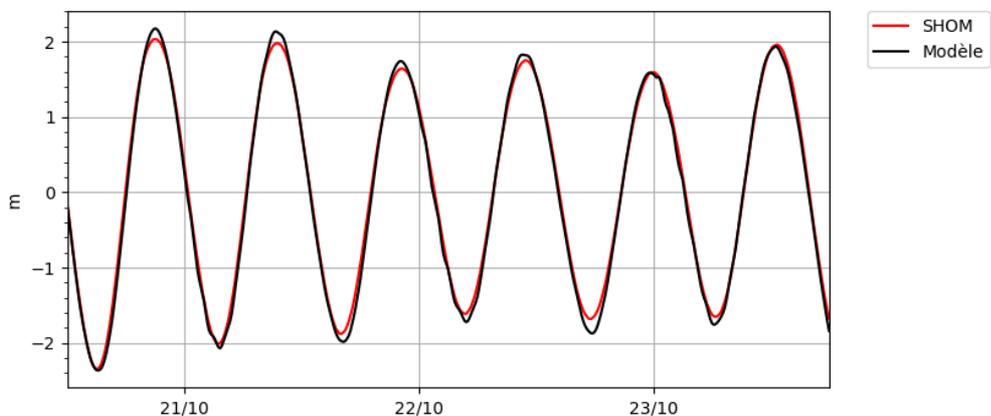


Figure 3-5 : : Comparaison du niveau de marée à Trebeurden – Morte-eau

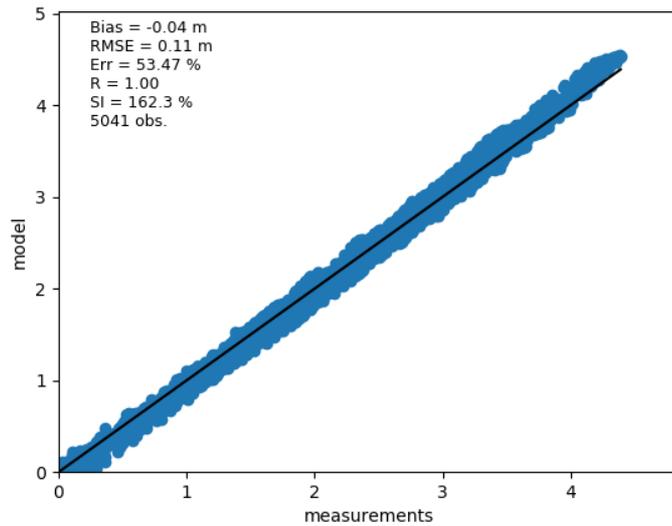


Figure 3-6: Comparaison des niveaux d'eau calculés par le modèle SEAMER et prédits par le SHOM à Trébeurden

### 3.4.2 ANALYSE QUALITATIVE DES COURANTS

Figure 3-7 représente la carte de vitesses maximales du courant calculées par le modèle SEAMER 2D sur un cycle de vive-eau. Les vitesses maximales calculées par le modèle sont cohérentes avec les atlas de courants du SHOM (Figure 2-4).

VE - Vitesse maximale (noeuds)

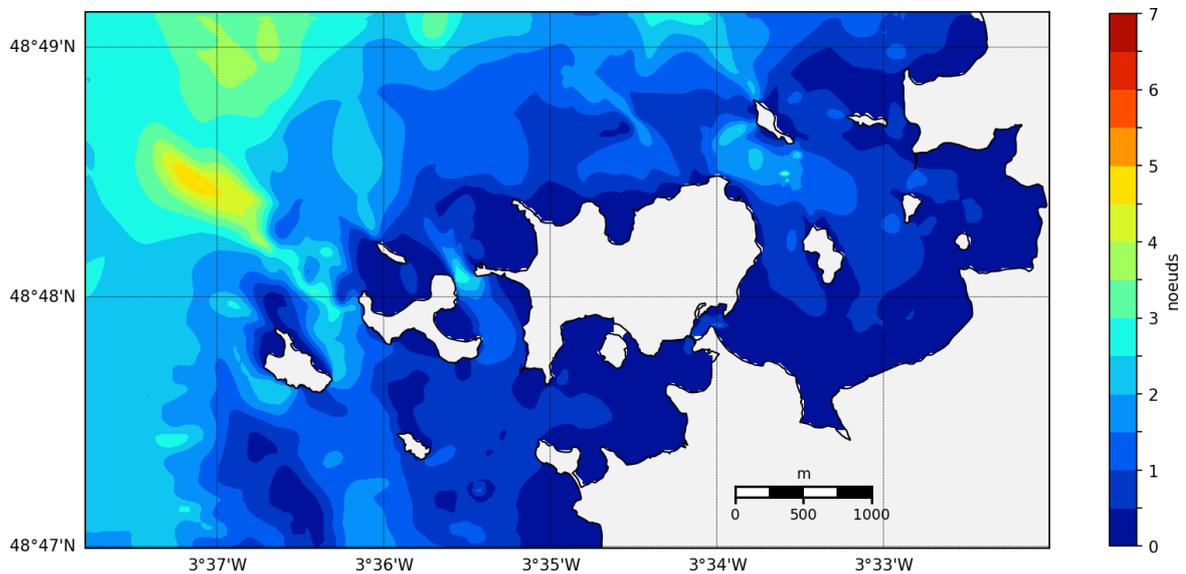


Figure 3-7: Carte de vitesses maximales du courant de vive-eau aux abords de Trebeurden

## 4. CONDITIONS DE SIMULATION

La dispersion en mer de différents rejets et l'effet de ces rejets sur la qualité des eaux dépendent de nombreux facteurs, eux-mêmes variables dans le temps et l'espace.

Dans le cas d'une étude d'impact, on modélise la dispersion des rejets dans des situations courantes ou exceptionnelles. Ces situations sont définies par les principaux facteurs agissants, soit la marée et le vent qui règlent la circulation des masses d'eau, les charges bactériennes émises en mer et la mortalité des bactéries dans le milieu marin.

Un scénario d'étude correspond donc à une combinaison de choix sur :

- Les conditions de rejet : nombre, position, évolution dans le temps du débit et de la concentration en bactérie.
- Les conditions météo-océaniques : marée, vent.
- Les conditions de mortalité bactérienne : facteur T90

### 4.1 DONNEES D'ENTREE SUR LES REJETS

#### 4.1.1 LA STATION D'EPURATION

Les caractéristiques des débits rejetés par la station d'épuration transmis par LTC sont synthétisées dans le tableau ci-dessous. Ces débits tiennent compte du niveau de la nappe (haute ou basse) ainsi que des ECP (eaux claires parasites).

Tableau 4-1: Débits de la STEP

Rejet de la STEP					
Unité	Hiver		Ete		Maximum horaire
	Temps sec	Temps de pluie	Temps sec	Temps de pluie	
m <sup>3</sup> /j	1200	4180	1058	2038	/
m <sup>3</sup> /h	50	174	44	85	450
m <sup>3</sup> /s	0.014	0.048	0.012	0.024	0.125

La concentration du rejet est fixée à **1000 E.Coli/100mL**.

Les modalités du rejet de la Station d'épuration ne sont pas encore arrêtées à ce stade du projet et le choix de la solution sera en partie effectué à partir des résultats des simulations. Il existe ainsi deux possibilités :

- Cas d'une **vanne à marée** : le rejet s'effectue alors pendant 4 h par jour avec un rejet de 2 h par marée descendante (PM+1h à PM+3h)
- Cas d'une **zone tampon** en sortie du rejet de STEP : le rejet est alors lissé sur la journée et le débit est alors constant

Par ailleurs, la possibilité d'un rejet de débit beaucoup plus important pendant une courte durée est également étudiée pour représenter le cas où une forte pluie entrainerait un pompage pendant une heure en continu.

Le phasage de ce pompage par rapport à la marée aura un effet sur son impact en termes de qualité des eaux. Pour analyser cet effet, il est réalisé deux simulations : une simulation avec un rejet maximal horaire autour de la pleine mer (PM-0.5h à PM+0.5h) et une simulation avec un rejet maximal horaire autour de la basse mer (BM-0.5h à BM+0.5h).

Par ailleurs, pour les simulations en temps de pluie, il n'est pas réaliste d'appliquer un débit de temps de pluie de manière continue pendant toute la durée de la simulation. Nous proposons donc d'appliquer les débits de temps de pluie pendant 24 h sur la troisième journée simulée.

Les scénarios de rejet pour la STEP sont synthétisés ci-dessous.

Tableau 4-2: Synthèse des conditions de rejets de la STEP proposées pour les simulations

N°	STEP	Débit hors pluie (m3/s)	Durée du débit de temps de pluie (h)	Débit temps de pluie (m3/s)	Concentration (E.Coli/100mL)
1	Rejet au débit maximal horaire autour de la PM - été	0.012	1	0.125	1000
2	Rejet au débit maximal horaire autour de la PM - hiver	0.014	1	0.125	1000
3	Rejet au débit maximal horaire autour de la BM - été	0.012	1	0.125	1000
4	Rejet au débit maximal horaire autour de la BM - hiver	0.014	1	0.125	1000
5	Vanne à marée - rejet de PM+1 à PM+3 - temps sec été	0.073	/	/	1000
6	Vanne à marée - rejet de PM+1 à PM+3 - temps sec hiver	0.083	/	/	1000
7	Vanne à marée - rejet de PM+1 à PM+3 - temps de pluie été	0.073	24	0.142	1000
8	Vanne à marée - rejet de PM+1 à PM+3 - temps de pluie hiver	0.083	24	0.290	1000
9	Zone tampon - temps sec été	0.012	/	/	1000
10	Zone tampon - temps sec hiver	0.014	/	/	1000
11	Zone tampon - temps de pluie été	0.012	24	0.024	1000
12	Zone tampon - temps de pluie hiver	0.014	24	0.048	1000

### 4.1.2 LE RUISSEAU GOAS MEUR

Pour tenir compte de la dilution dans le cours d'eau, son débit et sa concentration en bactérie sont pris en compte dans les modélisations.

Il n'existe pas de mesures de débit pour ce cours d'eau, les débits transmis par LTC correspondent donc à des extrapolations de ceux du Yar à Tréduder.

Tableau 4-3: Débits mensuels du ruisseau Goas Meur (extrapolations)

Débit du ruisseau Goas Meur		
Mois	QMNA5 (m <sup>3</sup> /j)	Qmoy (m <sup>3</sup> /j)
Janvier	4579	8016
Février	4666	8166
Mars	3974	6274
Avril	3197	4944
Mai	2419	3540
Juin	1555	2255
Juillet	1037	1529
Août	778	1090
Septembre	691	1070
Octobre	864	1703
Novembre	1469	3162
Décembre	3110	6074

Tableau 4-4: Débits du ruisseau Goas Meur

	Qmoy hiver (moyenne de Décembre à Mai)	Qmoy été (moyenne de Juin à Novembre)	QMNA5 (moyenne des mensuels)	Qmin (Minimum du QMNA5)
m <sup>3</sup> /j	6169	1802	2362	691
m <sup>3</sup> /h	257	75	98	29
m <sup>3</sup> /s	0.071	0.021	0.027	0.008

Deux scénarios de débit pour le ruisseau sont retenus :

- Un scénario le plus défavorable vis-à-vis de la dilution du rejet de la STEP dans le ruisseau en prenant le débit mensuel QMNA5 le plus faible (Septembre). Ce scénario correspond à une situation d'été sec
- Un scénario représentatif des conditions hivernales en prenant le débit moyen entre décembre et mai

Pour la concentration en bactérie, il est choisi de retenir une concentration de 20 E.Coli/100mL qui est le niveau bonne qualité d'un ruisseau de classe 1A de la grille seq eau V2.

Tableau 4-5: Synthèse des conditions de rejets du ruisseau proposées pour les simulations

N°	Ruisseau	Débit	Concentration (E.Coli/100mL)
1	Ete sec	0.008	20
2	Hiver moyen	0.071	20

## 4.2 CONDITIONS METEO-OCEANIQUES

La marée est un des facteurs prépondérants de la circulation hydrodynamique de la zone d'étude. Les différences de marnage entre les périodes de mortes-eaux et de vives-eaux sont importantes. La dispersion des rejets en mer est donc simulée pour deux conditions de marée sur des périodes de 7 jours :

- Marée de mortes-eaux : du 30/06/2017 08 :00 au 07/07/2017 08 :00 (coefficients de marée entre 45 et 63)
- Marée de vives-eaux : du 21/07/2017 00 :00 au 28/07/2017 00 :00 (coefficients de marée entre 74 et 102).

Le vent va également influencer sur la circulation côtière, étant donné les caractéristiques du vent au large (voir paragraphe 2.1), il est retenu un vent de Sud-Ouest moyen en été (5.5 m/s) et en hiver (9 m/s). Ces conditions sont représentatives des conditions moyennes sur la zone d'étude.

## 4.3 MORTALITE DES GERMES BACTERIENS

La mortalité des germes est exprimée par une loi de décroissance linéaire qui fait intervenir un coefficient dénommé T90. Le facteur T90 représente la durée nécessaire pour la disparition par mortalité de 90% des organismes.

La mortalité dépend d'un grand nombre de paramètres environnementaux (température, salinité, MES, oxygénation, luminosité), en particulier :

- Les radiations solaires,
- La turbidité (la concentration en matière en suspension influe sur la pénétration de la lumière),
- La profondeur.

En prenant en compte ces trois paramètres, on peut estimer les ordres de grandeur du T90<sup>1</sup>. En l'absence de mesures de turbidités dans la zone, nous proposons de retenir les valeurs de T90 suivantes :

- **24 h pour les scénarios d'été,**
- **48 h pour les scénarios d'hiver.**

Ces valeurs sont des valeurs représentatives, plutôt défavorables, dans une anse en faible profondeur et turbidité modérée.

---

<sup>1</sup> J.F. Guillaud, A.Derrien, M. Gourmelon, and M. Pommeypuy (1997) :T90 as a tool for engineers: interest and limits. Wat. Sci. Tech. Vol. 35, No. 11-12, pp. 277-281.

#### 4.4 SYNTHÈSE DES CONDITIONS DE SIMULATION

Les simulations représentent une période de 7 jours.

Pour les simulations en temps de pluie, il n'est pas réaliste d'appliquer un débit de temps de pluie de manière continue pendant 7 jours. Les débits de temps de pluie sont appliqués pendant 24h sur la troisième journée simulée.

La combinaison des conditions de rejet, de marée, de vent et de T90 telles qu'exposées dans les paragraphes précédents permet de caractériser les 24 simulations suivantes.

Tableau 4-6: Synthèse des conditions de simulation proposées

n° simu	STEP (nom et n° par rapport au Tableau 4-2)	Ruisseau	Saison	T90 (h)	Marée	Vent	
1	Pic horaire - PM	1	été	été	24	ME	SO 5.5 m/s
2	Pic horaire - PM	2	hiver	hiver	48	ME	SO 9 m/s
3	Pic horaire - BM	3	été	été	24	ME	SO 5.5 m/s
4	Pic horaire - BM	4	hiver	hiver	48	ME	SO 9 m/s
5	Vanne à marée - temps sec	5	été	été	24	ME	SO 5.5 m/s
6	Vanne à marée - temps sec	6	hiver	hiver	48	ME	SO 9 m/s
7	Vanne à marée - temps de pluie	7	été	été	24	ME	SO 5.5 m/s
8	Vanne à marée - temps de pluie	8	hiver	hiver	48	ME	SO 9 m/s
9	Zone tampon - temps sec	9	été	été	24	ME	SO 5.5 m/s
10	Zone tampon - temps sec	10	hiver	hiver	48	ME	SO 9 m/s
11	Zone tampon - temps de pluie	11	été	été	24	ME	SO 5.5 m/s
12	Zone tampon - temps de pluie	12	hiver	hiver	48	ME	SO 9 m/s
13	Pic horaire - PM	1	été	été	24	VE	SO 5.5 m/s
14	Pic horaire - PM	2	hiver	hiver	48	VE	SO 9 m/s
15	Pic horaire - BM	3	été	été	24	VE	SO 5.5 m/s
16	Pic horaire - BM	4	hiver	hiver	48	VE	SO 9 m/s
17	Vanne à marée - temps sec	5	été	été	24	VE	SO 5.5 m/s
18	Vanne à marée - temps sec	6	hiver	hiver	48	VE	SO 9 m/s
19	Vanne à marée - temps de pluie	7	été	été	24	VE	SO 5.5 m/s
20	Vanne à marée - temps de pluie	8	hiver	hiver	48	VE	SO 9 m/s
21	Zone tampon - temps sec	9	été	été	24	VE	SO 5.5 m/s
22	Zone tampon - temps sec	10	hiver	hiver	48	VE	SO 9 m/s
23	Zone tampon - temps de pluie	11	été	été	24	VE	SO 5.5 m/s
24	Zone tampon - temps de pluie	12	hiver	hiver	48	VE	SO 9 m/s

## 5. RESULTATS

Les résultats sont analysés à partir des éléments suivants :

- **Evolution au cours du cycle de marée à l'aide de cartes instantanées** du panache à différents moments du cycle de marée (pleine mer, marée descendante, basse mer, marée montante).
- **Carte de concentration maximale** au cours de la simulation : cette carte permet d'évaluer l'extension maximale du panache
- Graphique **d'évolution temporelle** de la concentration en bactéries dans les **zones de baignades ou conchylicoles**.

Les zones sensibles (zones de baignades et zones conchylicoles) à proximité de la zone d'étude ont été répertoriées. Les coordonnées des différents points de suivi sont listées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5-1: Coordonnées des points de suivi des zones de baignade et des zones conchylicoles

Type	Nom	Longitude °E	Latitude °N
Conchylicole	Landrellec	-3.55284	48.81001
	Illaouec	-3.59140	48.79204
	Goas_Trez	-3.58257	48.78175
Baignade	Pors_Gwen	-3.57640	48.80420
	Pors_Gelen	-3.56530	48.80670
	Goas_Trez	-3.57949	48.78167
	Pors_Termen	-3.58410	48.77379
	Tresmeur	-3.58211	48.76756
	Pors_mabo	-3.56475	48.75998
	Landrellec	-3.54179	48.81538
Penvern	-3.54270	48.79847	

### 5.1 EVOLUTION AU COURS DU CYCLE DE MAREE

Les cartes de concentrations instantanées sont présentées pour les scénarios de rejet de STEP « Vanne » et « Zone tampon » en morte-eau et vive-eau en hiver.

Quatre instants de la marée sont choisis : pleine mer, marée descendante, basse mer et marée montante.

Les points noirs entourés d'un carré noir correspondent aux zones sensibles listées au Tableau 5-1.

### 5.1.1 PLEINE MER

A pleine mer, le niveau d'eau permet d'obtenir une très bonne dilution du rejet et le panache est plaqué contre la côte en fond de baie.

En vive-eau, le panache est alors quasi inexistant quelque soit l'option de rejet (« Vanne » ou « Zone tampon »).

En morte-eau, le niveau d'eau n'est pas aussi élevé et une partie de l'estran reste alors découverte. Le rejet phasé de PM+1 à PM+3 permet de limiter les concentrations à pleine mer sur l'estran par rapport au rejet continu.

Les zones sensibles ne sont pas concernées par le panache à pleine mer.

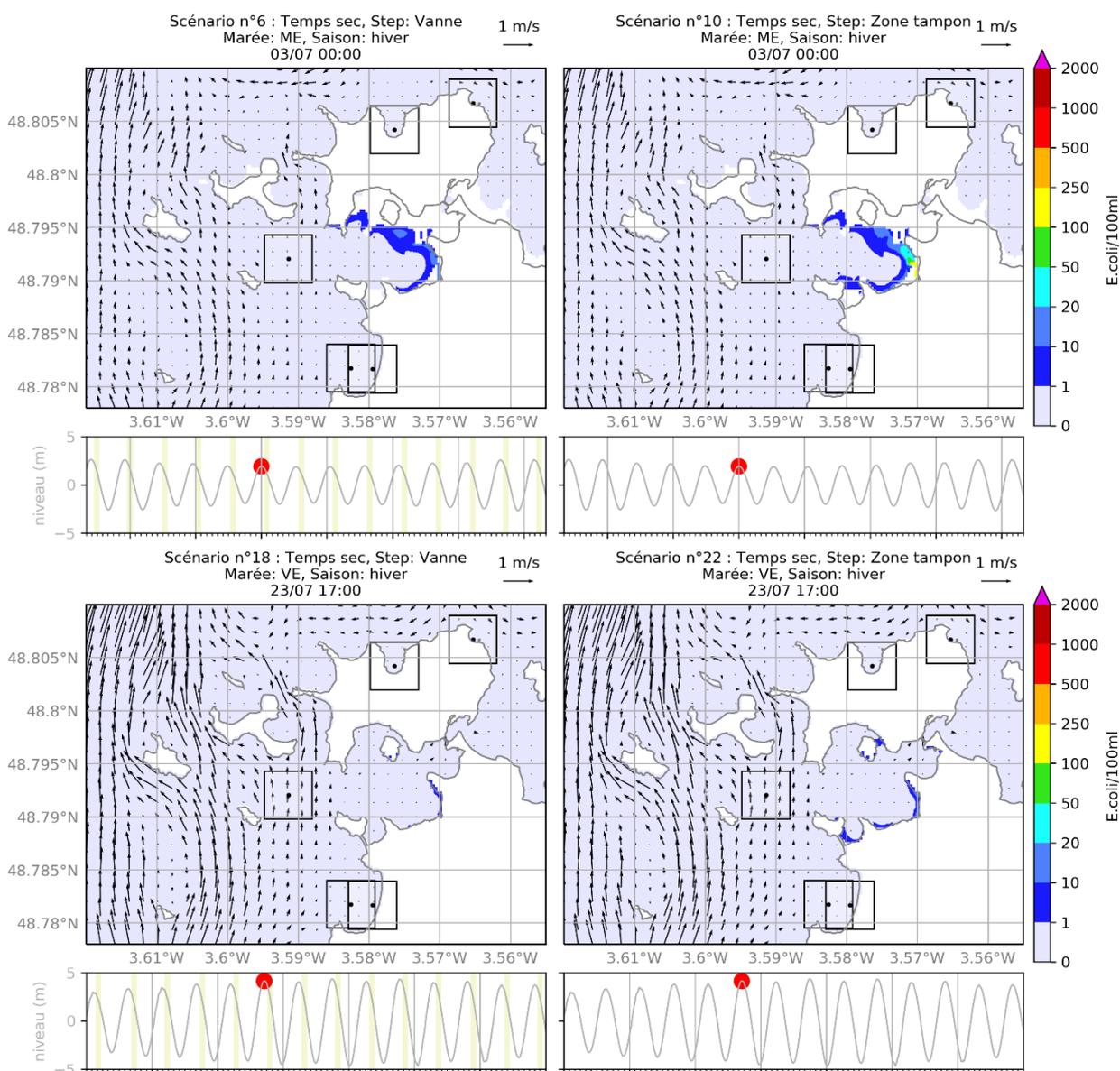


Figure 5-1: Carte de concentration à pleine mer pour les simulations en hiver (T90 = 48h) (Marée : ME en haut, VE en bas ; Rejet de la STEP : « Vanne » à gauche et « Zone tampon » à droite)

### 5.1.2 MAREE DESCENDANTE

A marée descendante, l'estran commence à se découvrir. Le panache est entraîné vers le large. L'estran est alors concerné par des concentrations élevées pour l'ensemble des cas simulés

Le rejet phasé entraîne des concentrations sur l'estran plus élevées que le rejet continu car le débit est plus important que le débit pour un rejet continu pour la période PM+1 à PM+3.

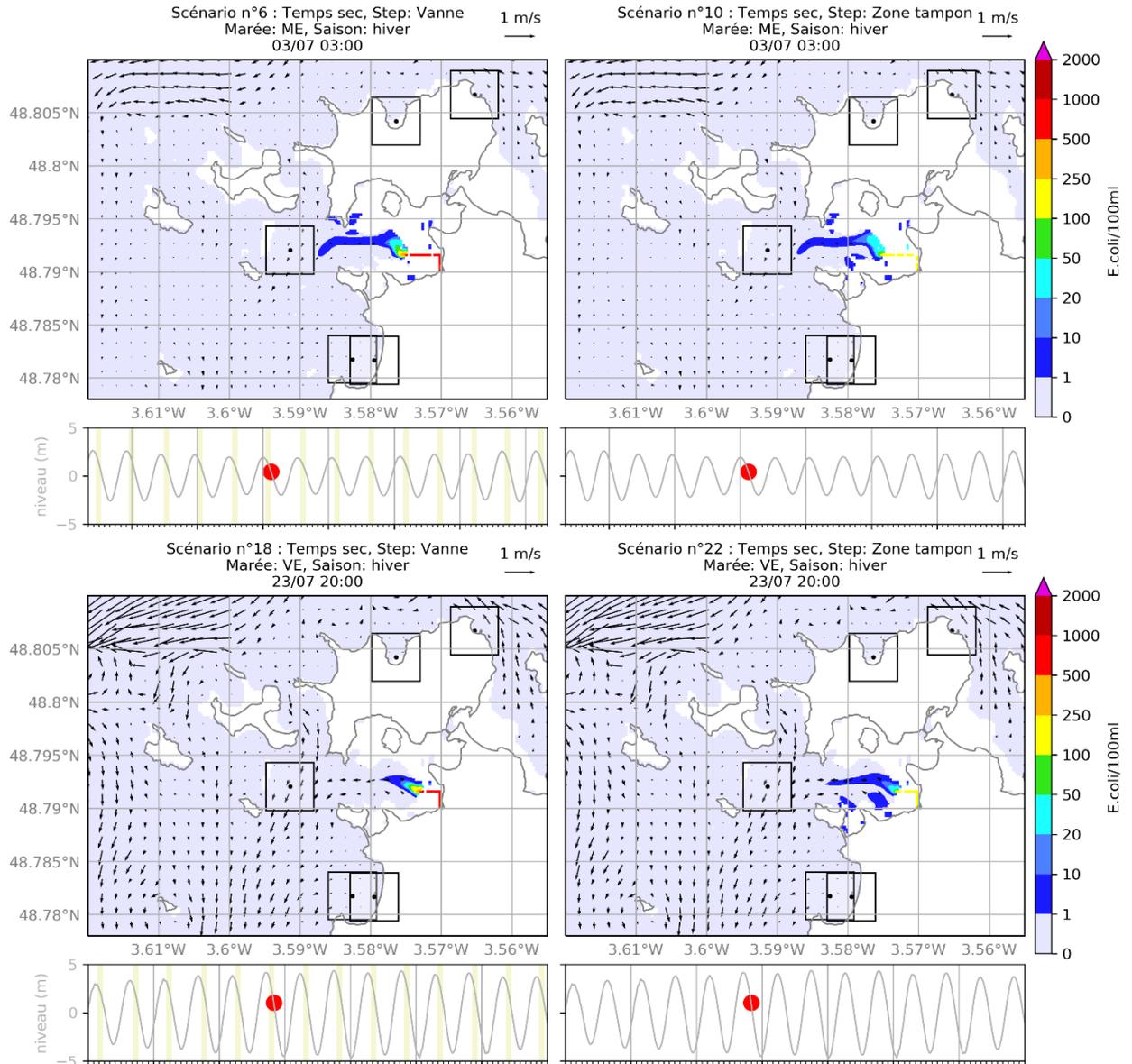


Figure 5-2: Carte de concentration à marée descendante pour les simulations en hiver (T90 = 48h) (Marée : ME en haut, VE en bas ; Rejet de la STEP : « Vanne » à gauche et « Zone tampon » à droite)

### 5.1.3 BASSE MER

A marée basse, le panache atteint son extension maximale vers le large et touche la zone Illaouec.

Les autres zones sensibles ne sont pas concernées par le panache.

Le phasage du rejet (PM+1 à PM+3) permet d'obtenir des concentrations plus faibles sur l'estran.

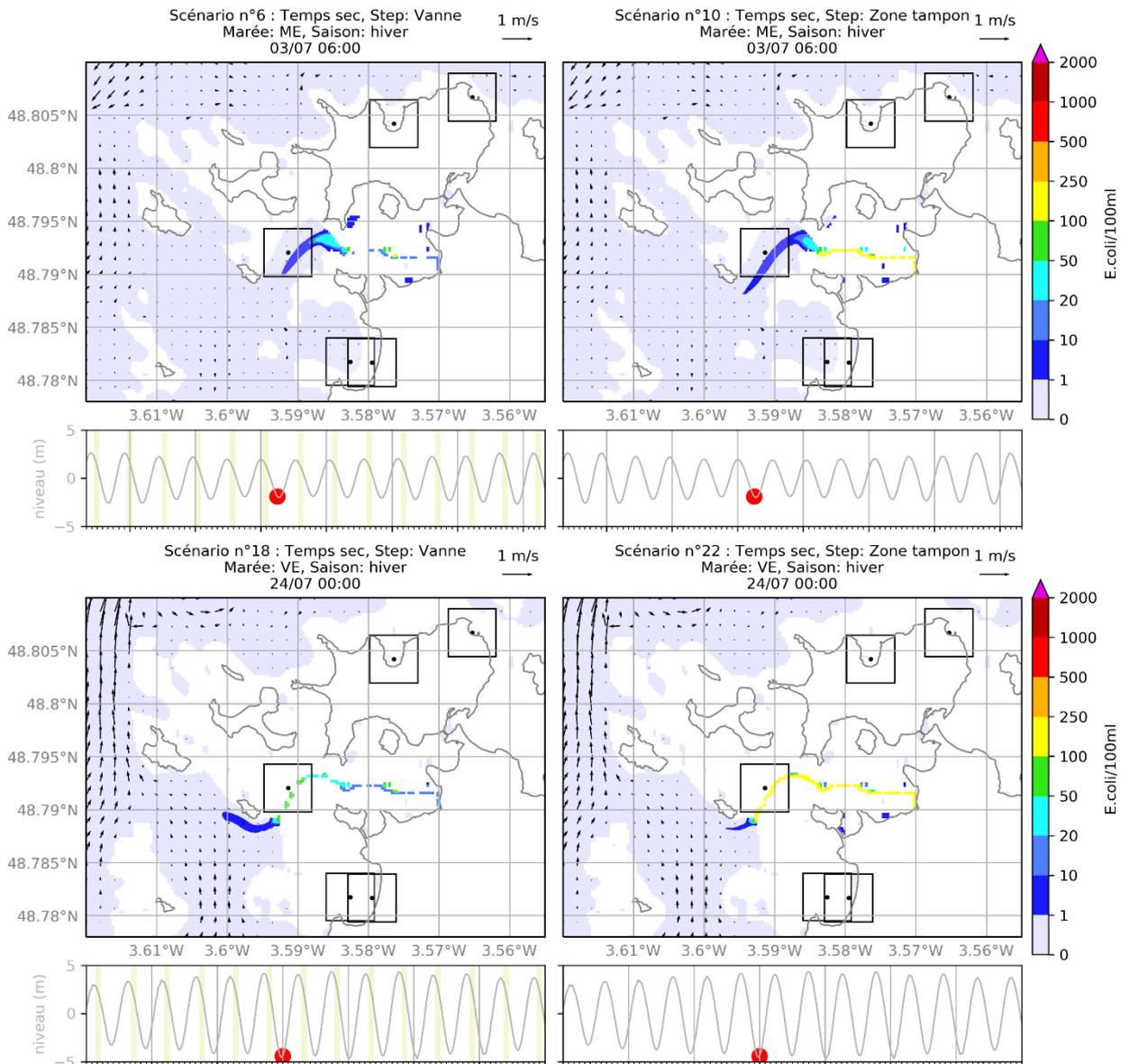


Figure 5-3: Carte de concentration à basse mer pour les simulations en hiver (T90 = 48h) (Marée : ME en haut, VE en bas ; Rejet de la STEP : « Vanne » à gauche et « Zone tampon » à droite)

### 5.1.4 MAREE MONTANTE

A marée montante, le panache est repoussé en fond de baie. La zone d'Illaouec n'est plus concernée par le panache.

Le phasage du rejet (PM+1 à PM+3) permet d'obtenir des concentrations beaucoup plus faibles sur l'estran.

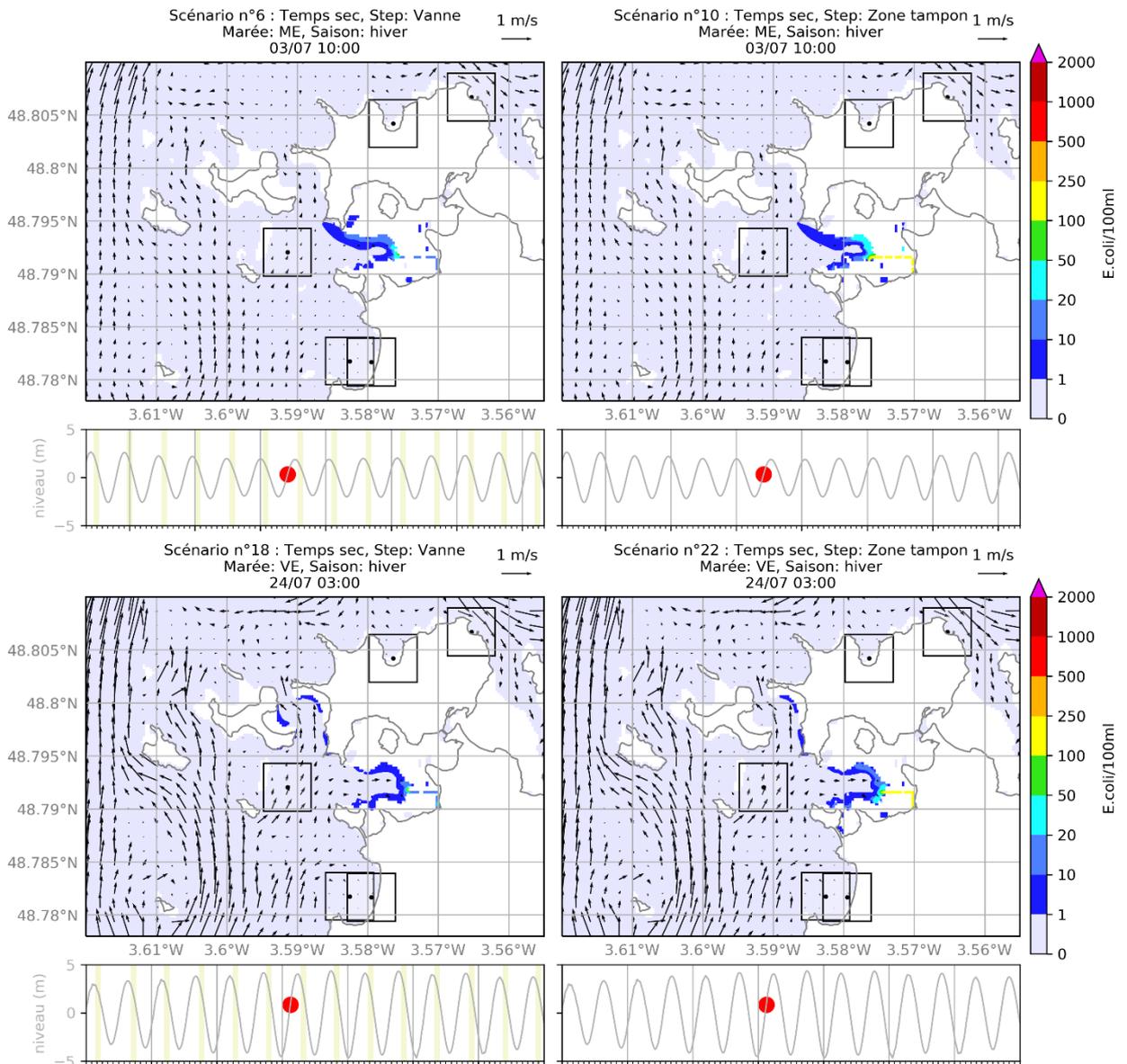


Figure 5-4: Carte de concentration à marée montante pour les simulations en hiver (T90 = 48h) (Marée : ME en haut, VE en bas ; Rejet de la STEP : « Vanne » à gauche et « Zone tampon » à droite)

## 5.2 CONCENTRATIONS MAXIMALES

L'ensemble des cartes de concentrations maximales sont en annexe pour chaque simulation.

D'un point de vue général, les concentrations supérieures à 100 E.Coli/100mL sont limitées à l'estran (de l'exutoire du ruisseau au Sud du point Illaouec). En s'éloignant du lit du ruisseau sur l'estran, les concentrations décroissent rapidement.

Parmi les zones sensibles, seul le point Illaouec est concerné par le panache du rejet.

### 5.2.1 COMPARAISON DES OPTIONS « VANNE » ET « ZONE TAMPON »

Deux options de rejet sont envisagées pour la station d'épuration :

- Cas d'une **vanne à marée** : le rejet s'effectue alors pendant 4h par jour avec un rejet de 2h par marée descendante (PM+1h à PM+3h)
- Cas d'une **zone tampon** en sortie du rejet de STEP : le rejet est alors lissé sur la journée et le débit est alors constant

L'option vanne à marée permet de limiter la durée d'exposition de l'estran à des concentrations élevées (voir §5.1), en revanche, les concentrations maximales sont plus élevées que pour le cas d'un rejet continu en raison d'une dilution moins importante (débit plus grand).

L'extension du panache est similaire pour les deux options.

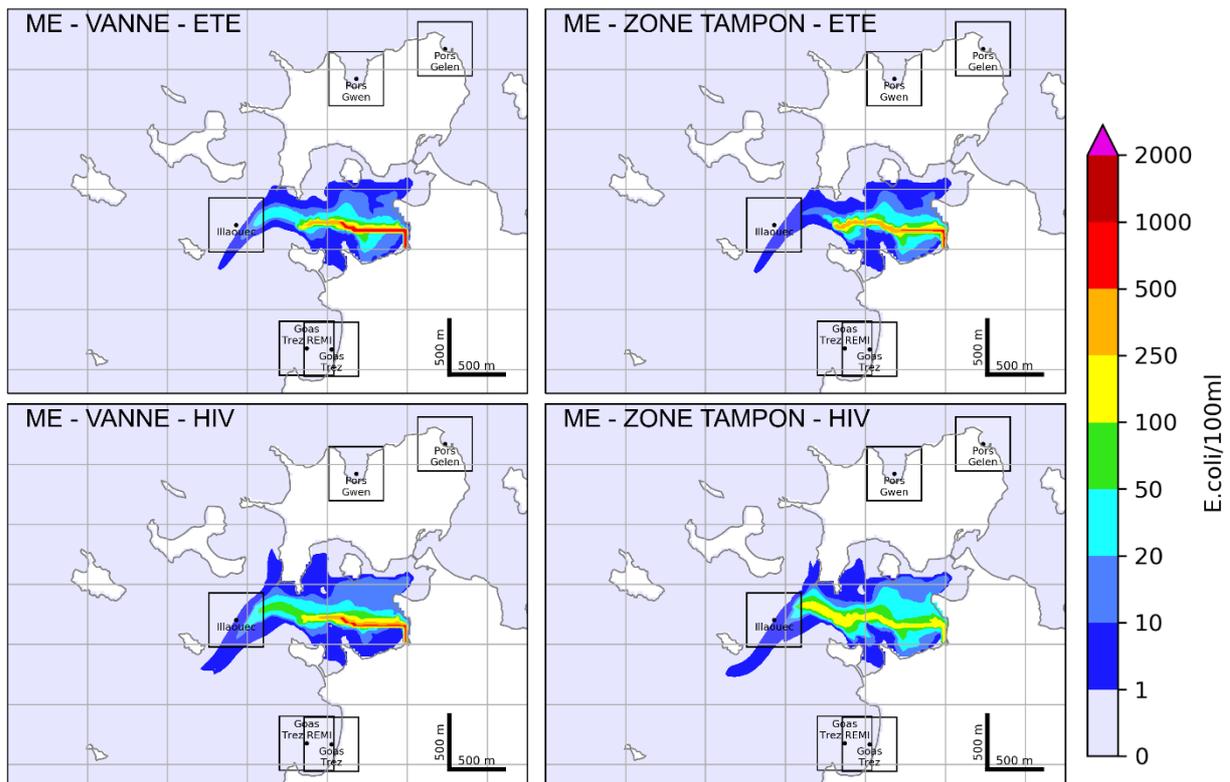


Figure 5-5: Comparaison de l'extension des panaches en morte-eau pour le cas « Vanne » et le cas « Zone tampon »

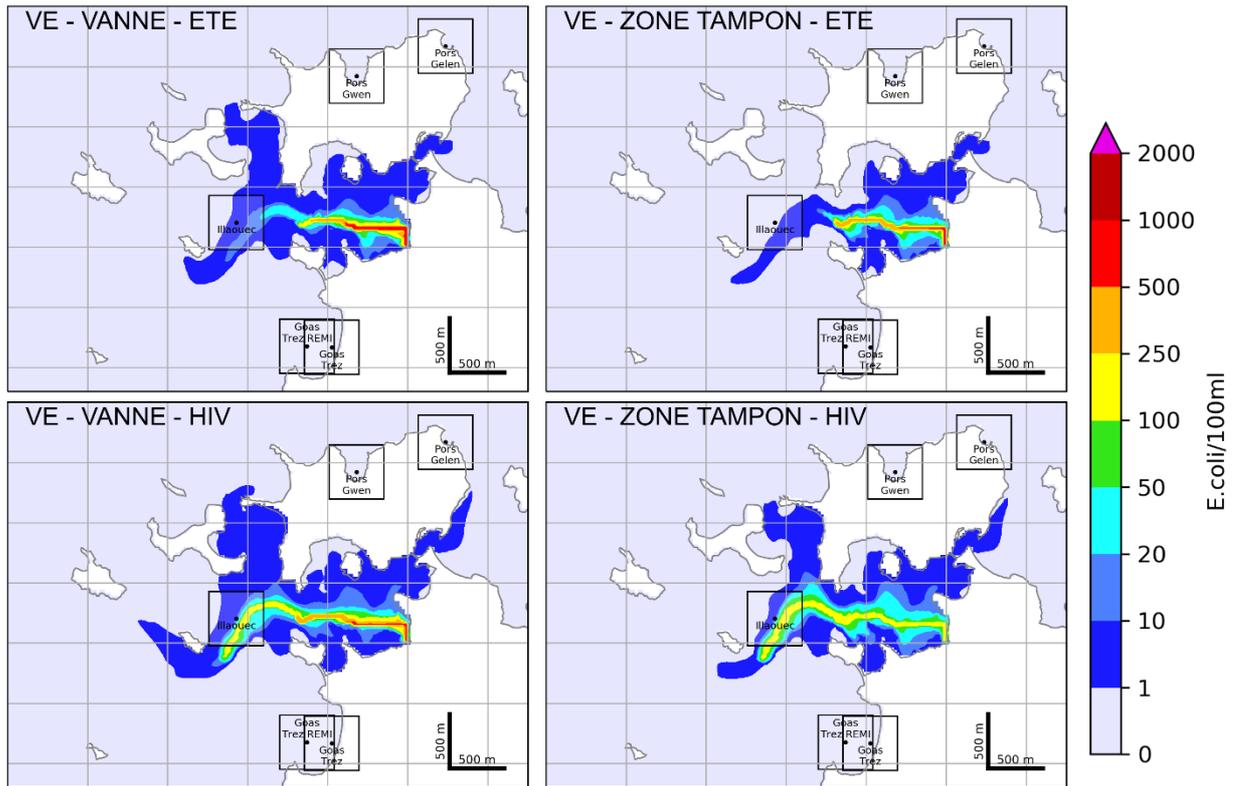


Figure 5-6: Comparaison de l'extension des panaches en vive-eau pour le cas « Vanne » et le cas « Zone tampon »

### 5.2.2 IMPACT DU TEMPS DE PLUIE

Le temps de pluie impacte significativement l'emprise du panache quelque soit l'option de rejet choisie.

En période de vive-eau, les concentrations supérieures à 1 E.Coli/100mL concernent ainsi l'ensemble du littoral Sud de l'île Grande, l'île d'Aganton, l'île Fougère et jusqu'à l'île Losquet.

La zone d'Illaouec peut être concernée par des concentrations allant jusqu'à 250 à 500 E.Coli/100mL.

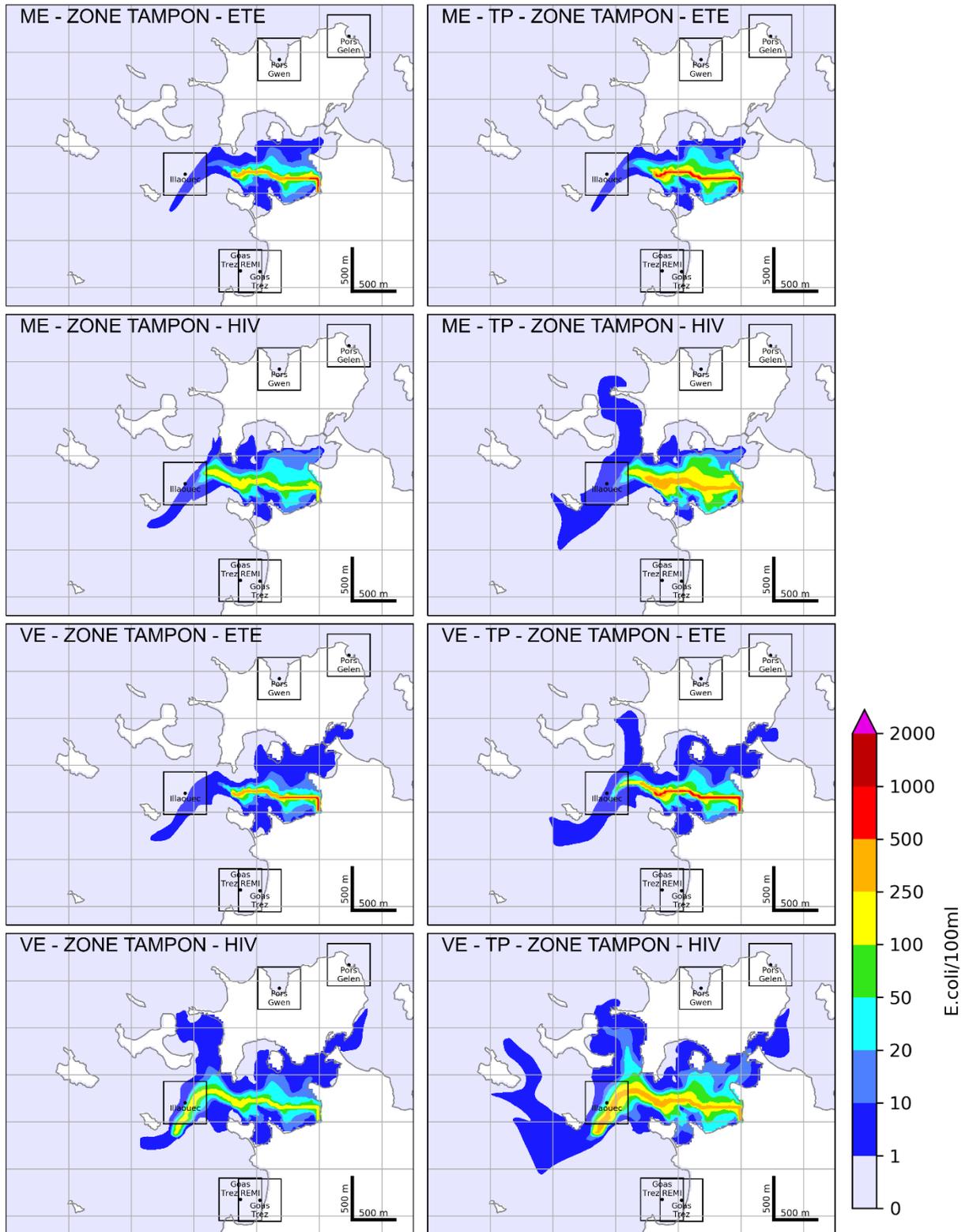


Figure 5-7: Comparaison de l'extension des panaches en temps sec et en temps de pluie (cas d'un rejet continu), temps sec à gauche, temps de pluie à droite

### 5.2.3 IMPACT DU REJET DE 450 M<sup>3</sup> EN UNE HEURE

L'occurrence d'un pic horaire à PM impacte beaucoup moins l'estran qu'un pic horaire à BM.

Le rejet à pleine mer permet d'obtenir rapidement une dilution importante à l'aide du niveau élevé de la mer. En revanche à marée basse, l'estran est directement concerné par des concentrations équivalentes à celles du rejet, la dilution intervenant loin de l'exutoire.

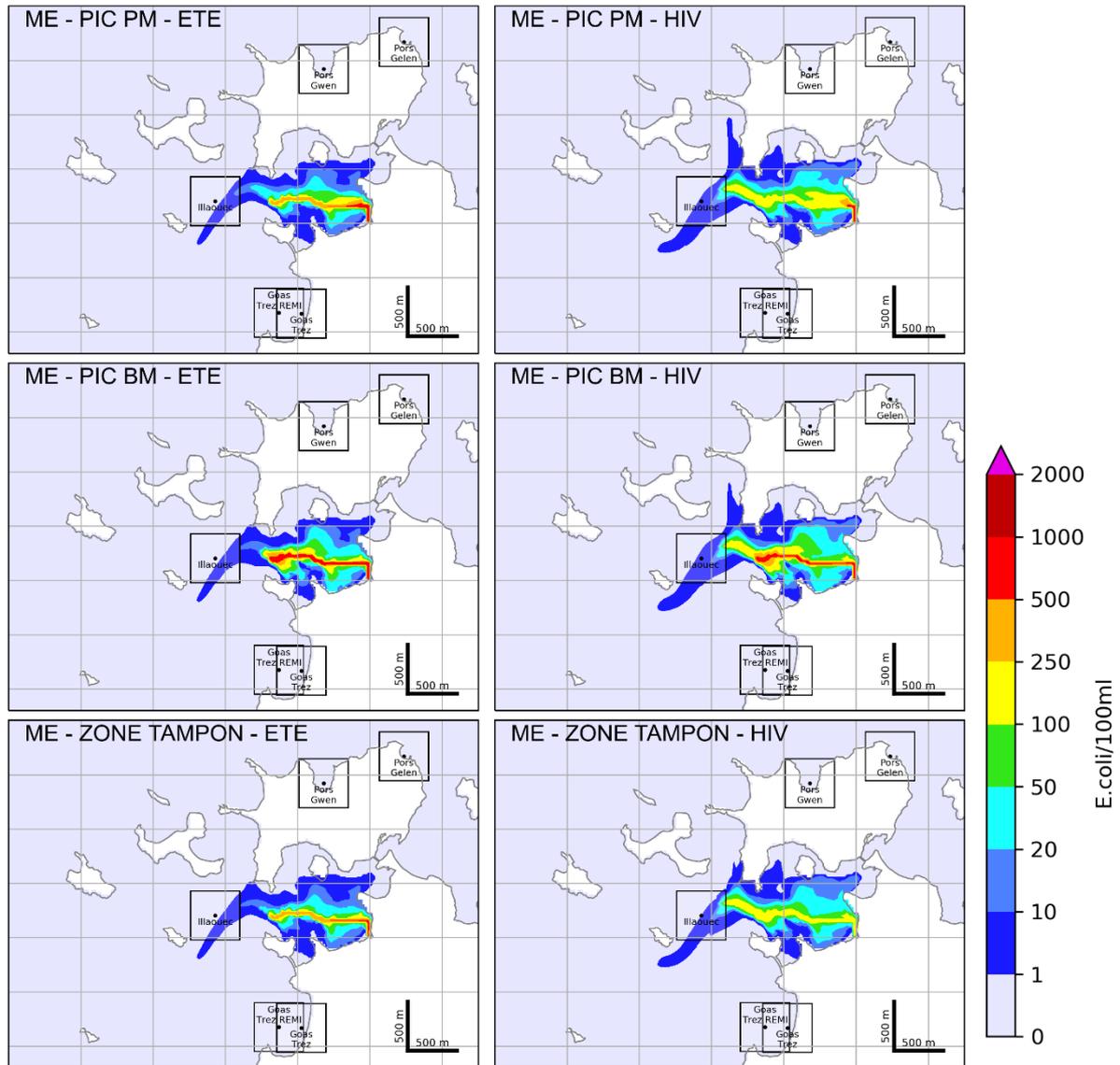


Figure 5-8: Comparaison de l'extension des panaches en morte-eau pour un pic horaire à PM et un pic horaire à BM par rapport à une situation de référence (temps sec en rejet continu).

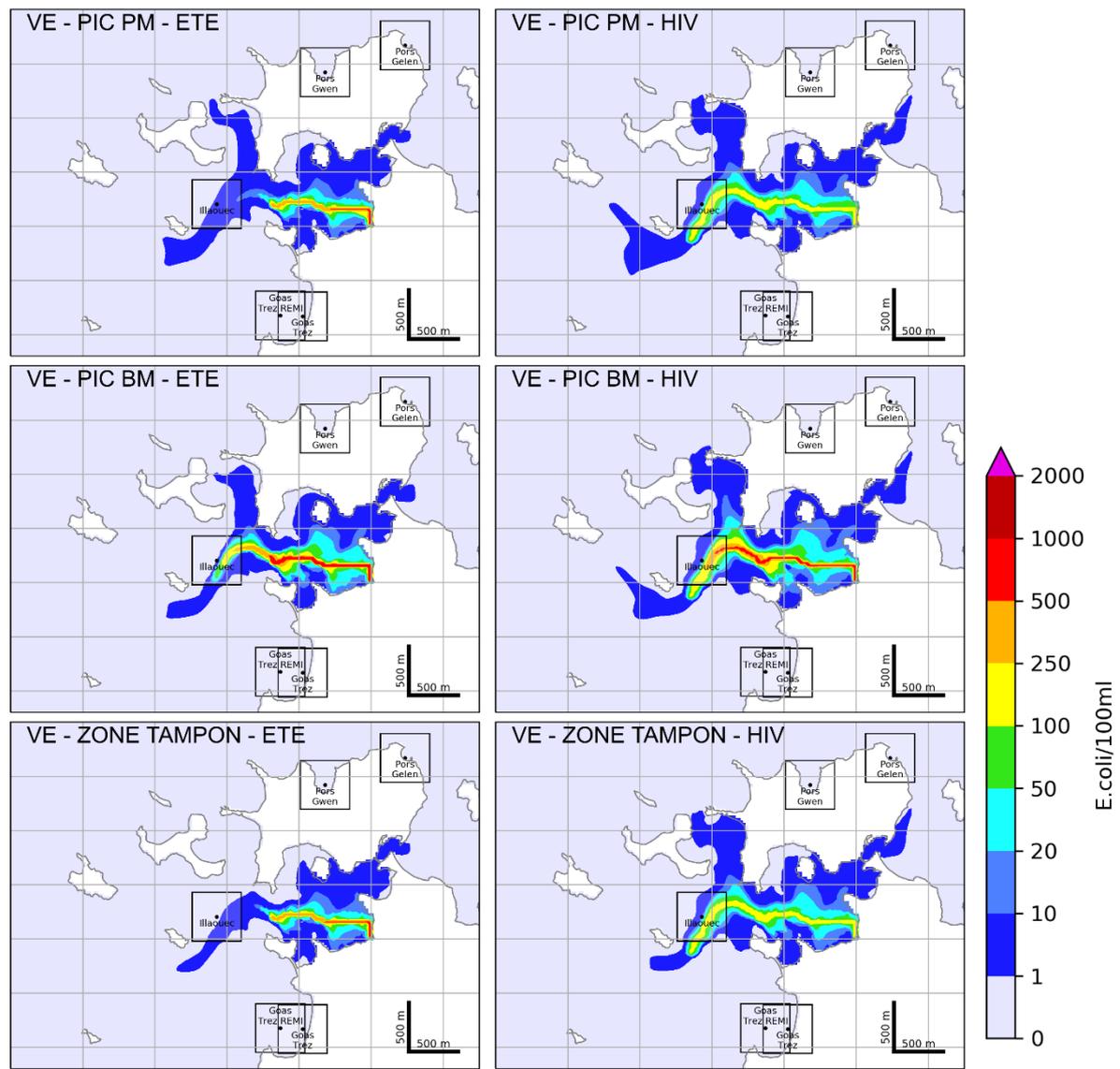


Figure 5-9: Comparaison de l'extension des panaches en vive-eau pour un pic horaire à PM et un pic horaire à BM par rapport à une situation de référence (temps sec en rejet continu).

### 5.3 EVOLUTION DANS LES ZONES SENSIBLES

Pour représenter au mieux l'évolution de la concentration au niveau des plages ou zones de conchylicultures, des zones de suivi ont été définies autour des points listés au Tableau 5-1. Elles sont positionnées autour du point de suivi sur 20 mailles de large (500 m).

Pour chaque scénario, la **valeur maximale** de la concentration à chaque instant à l'intérieur de chaque zone de suivi, est calculée.

Seule la zone de suivi Illaouec est présentée puisque les autres zones ne sont pas concernées par le panache.

Les figures en annexe montrent pour chaque scénario la répartition entre le rejet de la STEP et le rejet du ruisseau du Goas Meur.

Les figures présentées ci-dessous montrent la concentration totale induite par le rejet de la STEP et le ruisseau.

#### 5.3.1 COMPARAISON DES OPTIONS « VANNE » ET « ZONE TAMPON »

En temps sec :

- En situation estivale, l'option « Vanne » implique des concentrations au niveau de la zone d'Illaouec plus élevées que pour l'option « Zone tampon ».
- En situation hivernale, les concentrations sont plus élevées pour l'option « Zone tampon » lorsque le coefficient de marée devient supérieur à ~60.

En temps de pluie :

- En morte-eau, l'option « Vanne » implique des concentrations au niveau de la zone d'Illaouec plus élevées que pour l'option « Zone tampon ».
- En vive-eau, les concentrations sont plus élevées pour l'option « Zone tampon ».

Evolution de la concentration en E.Coli  
(maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

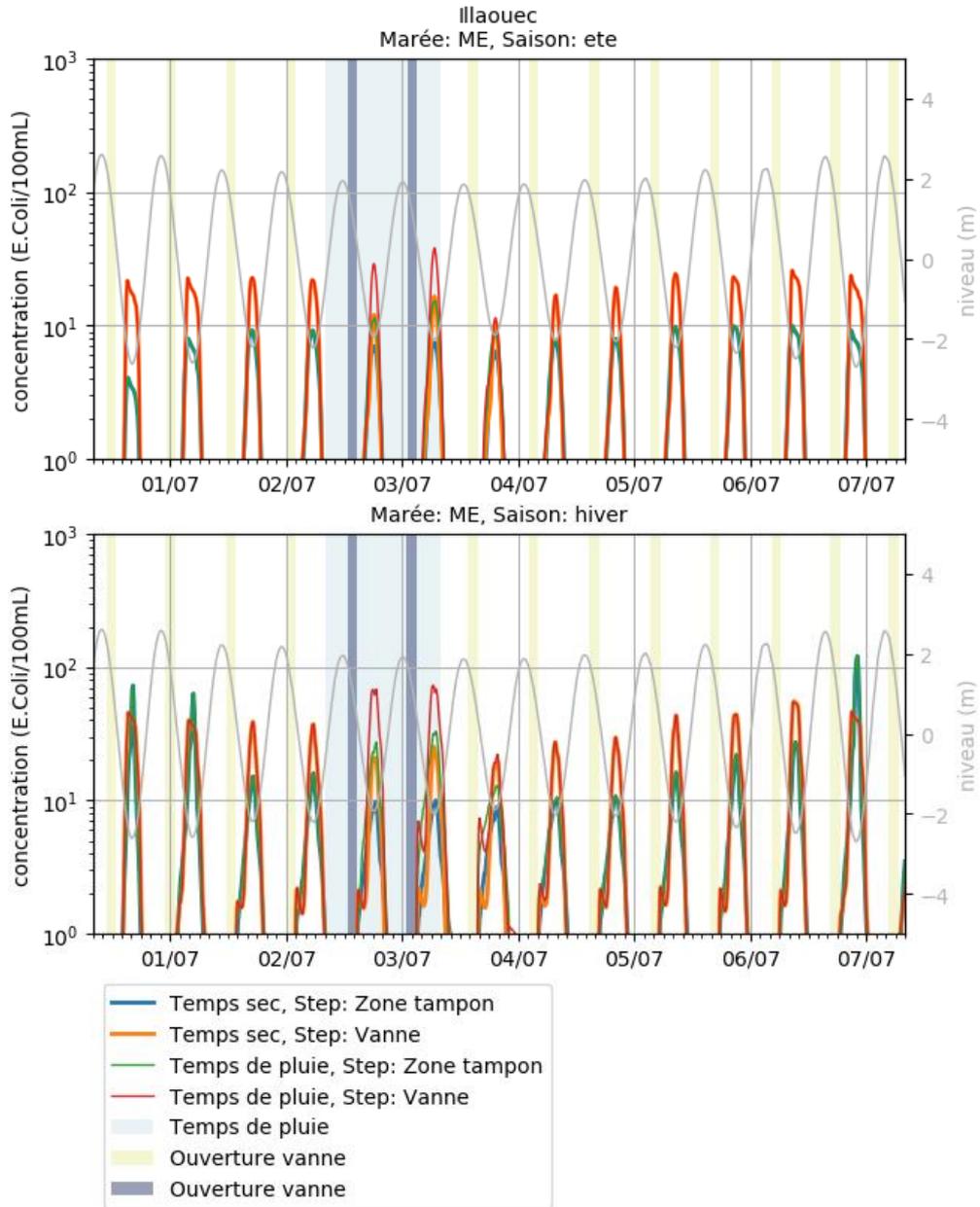


Figure 5-10: Evolution de la concentration dans la zone de suivi Illaouec en morte-eau pour les deux options de rejet (été en haut, hiver en bas)

Evolution de la concentration en E.Coli  
(maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

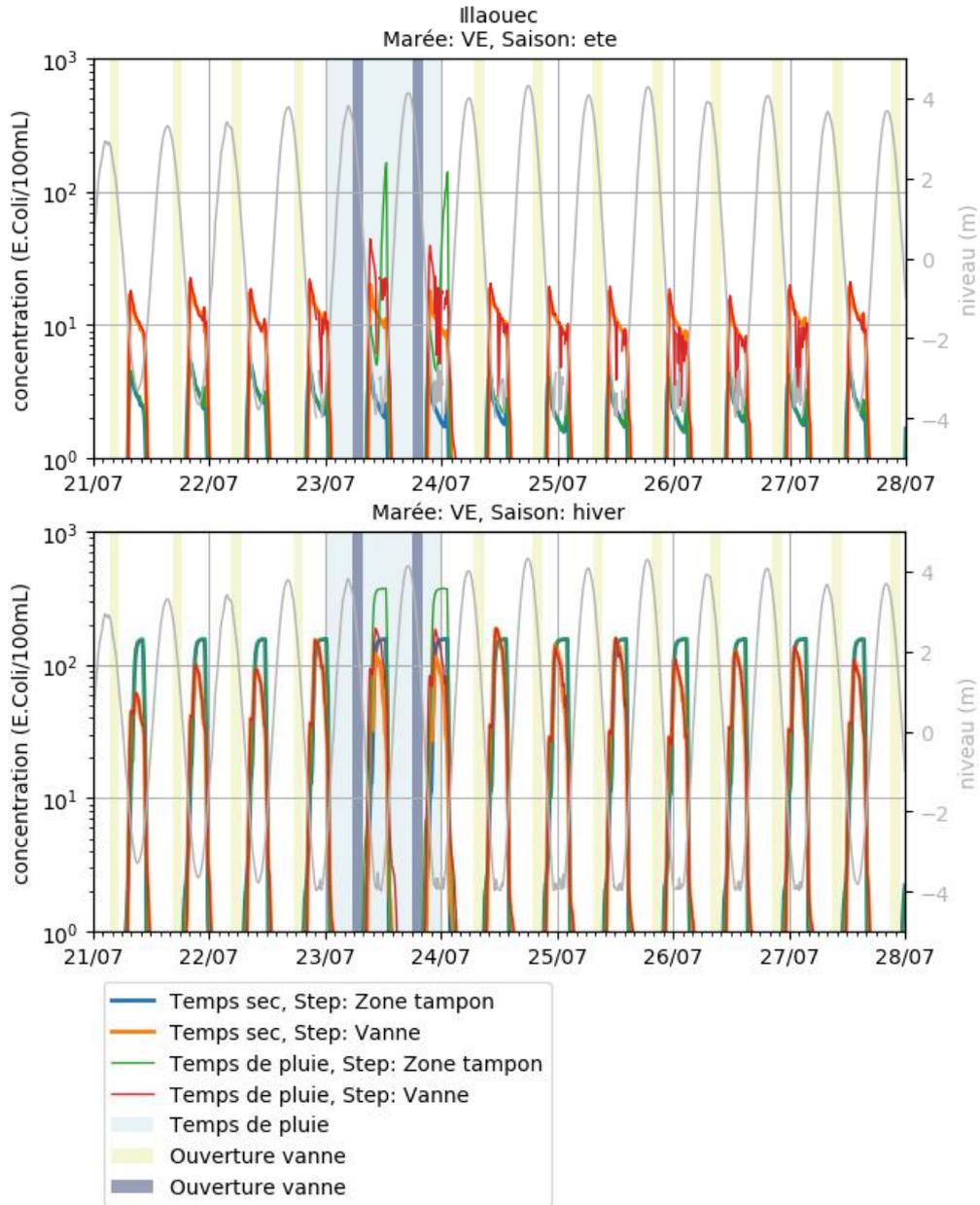


Figure 5-11: Evolution de la concentration dans la zone de suivi Illaouec en vive-eau pour les deux options de rejet (été en haut, hiver en bas)

5.3.2 IMPACT DU REJET DE 450 M<sup>3</sup> EN UNE HEURE

En morte-eau, les impacts des pics sont visibles sur la basse mer suivante par une légère augmentation de la concentration.

En morte-eau, le niveau d'eau sur la zone d'Illaouec reste suffisant pour assurer un minimum de dilution ce qui permet de limiter l'impact des pics ponctuels.

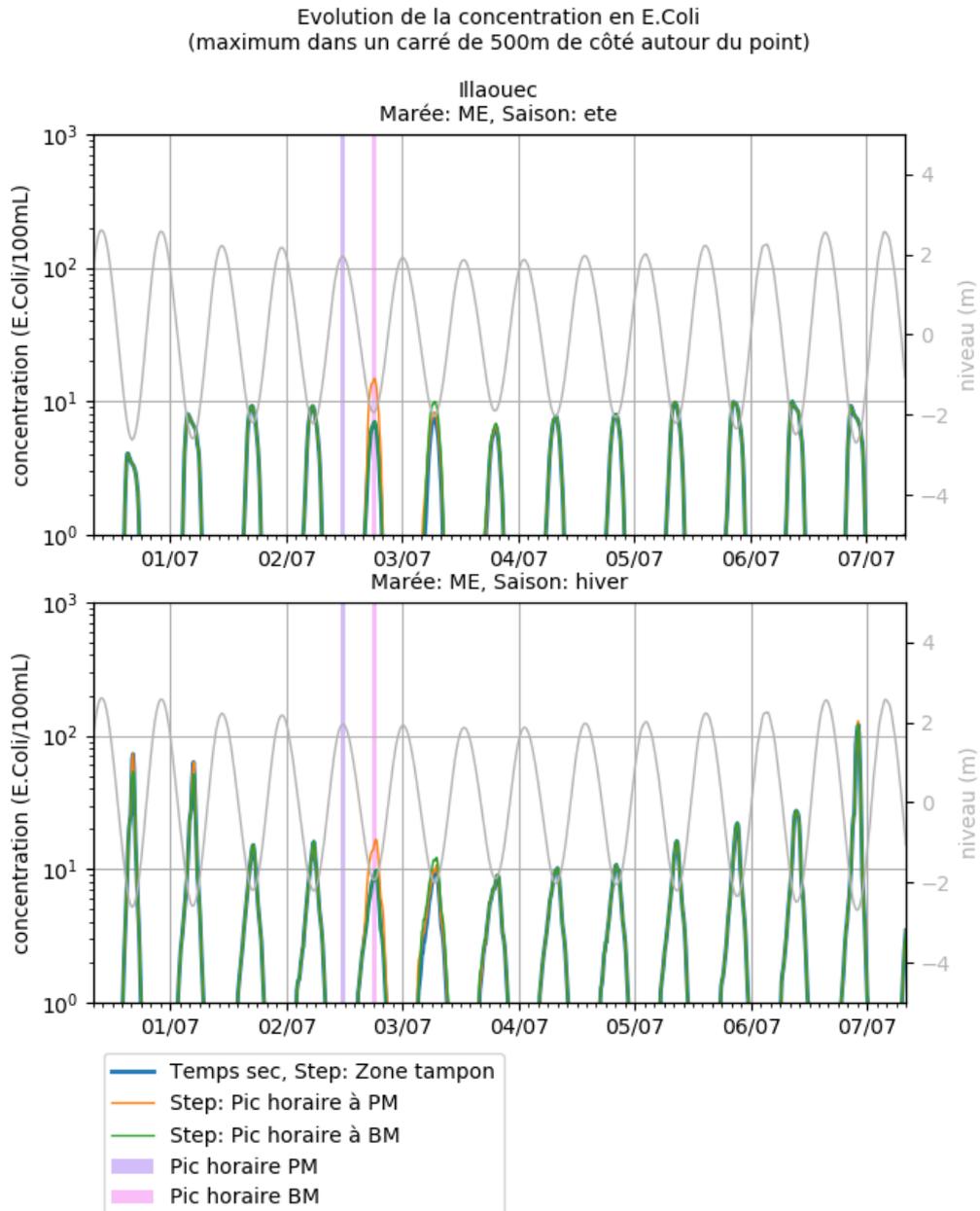


Figure 5-12: Evolution de la concentration dans la zone de suivi Illaouec en morte-eau pour les cas de rejet ponctuellement plus élevés à PM ou BM (été en haut, hiver en bas)

En vive-eau en revanche, la zone d'Illaouec découvre, c'est pourquoi le pic à BM a beaucoup plus d'impact que le pic à PM.

Les eaux rejetées lors du pic de BM atteignent la zone avec quasiment uniquement la dilution générée par les eaux du ruisseau, la concentration peut alors atteindre à marée basse 500 E.Coli/100mL dans le lit du ruisseau sur l'estran. Ces concentrations élevées sont très éphémères (localisées à la basse mer) et ne concerne que le lit du ruisseau, les autres parties de la zone étant hors d'eau.

Les eaux rejetées lors du pic à PM sont diluées dans un grand volume disponible du fait du niveau d'eau élevé, elles atteignent la zone d'Illaouec avec des concentrations de l'ordre des concentrations de temps sec.

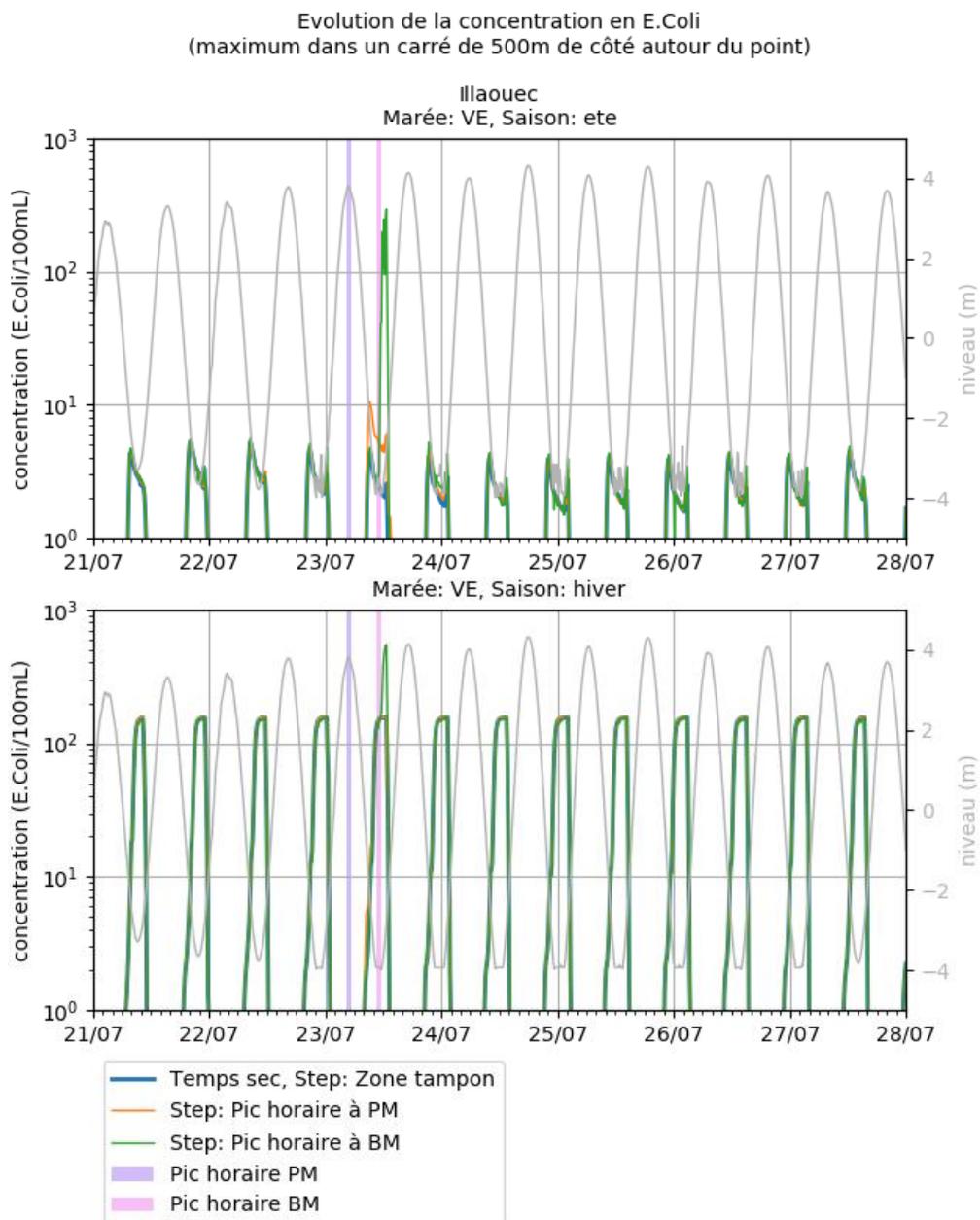


Figure 5-13: Evolution de la concentration dans la zone de suivi Illaouec en vive-eau pour les cas de rejet ponctuellement plus élevés à PM ou BM (été en haut, hiver en bas)

### 5.3.3 MATRICE DES CONCENTRATIONS MAXIMALES SUR LA ZONE ILLAOUEC

Le tableau suivant montre les concentrations maximales dans la zone de suivi autour du point Illaouec pour toutes les mailles et pour les mailles où le niveau d'eau est supérieur à 0.5 m.

Ce tableau permet de mettre en évidence que les concentrations les plus élevées ont lieu à marée basse lorsqu'il y a très peu d'eau sur la zone.

Tableau 5-2: Concentrations maximales dans la zone de suivi Illaouec pour chaque simulation

N°	Scénario	Marée	Saison	Zone Illaouec (500m de côté), concentrations maximales			Zone Illaouec (500m de côté), concentrations maximales lorsqu'il y a plus de 50 cm d'eau		
				Total	STEP	Ruisseau	Total	STEP	Ruisseau
1	Step: Pic horaire à PM	ME	ete	15	15	0	15	15	0
2	Step: Pic horaire à PM	ME	hiver	128	117	12	17	16	2
3	Step: Pic horaire à BM	ME	ete	10	10	0	10	10	0
4	Step: Pic horaire à BM	ME	hiver	121	110	11	17	15	2
5	Temps sec, Step: Vanne	ME	ete	26	26	0	25	24	0
6	Temps sec, Step: Vanne	ME	hiver	56	54	10	44	43	1
7	Temps de pluie, Step: Vanne	ME	ete	38	38	0	38	38	0
8	Temps de pluie, Step: Vanne	ME	hiver	73	72	9	73	72	1
9	Temps sec, Step: Zone tampon	ME	ete	10	10	0	10	10	0
10	Temps sec, Step: Zone tampon	ME	hiver	121	110	11	17	15	2
11	Temps de pluie, Step: Zone tampon	ME	ete	15	15	0	15	15	0
12	Temps de pluie, Step: Zone tampon	ME	hiver	123	112	11	33	32	2
13	Step: Pic horaire à PM	VE	ete	11	11	0	11	11	0
14	Step: Pic horaire à PM	VE	hiver	157	143	14	12	11	1
15	Step: Pic horaire à BM	VE	ete	293	289	4	6	6	0
16	Step: Pic horaire à BM	VE	hiver	546	538	15	10	9	1
17	Temps sec, Step: Vanne	VE	ete	21	21	0	21	21	0
18	Temps sec, Step: Vanne	VE	hiver	186	181	17	35	34	1
19	Temps de pluie, Step: Vanne	VE	ete	44	44	0	43	43	0
20	Temps de pluie, Step: Vanne	VE	hiver	188	182	17	88	87	1
21	Temps sec, Step: Zone tampon	VE	ete	5	5	0	5	5	0
22	Temps sec, Step: Zone tampon	VE	hiver	156	142	14	10	9	1
23	Temps de pluie, Step: Zone tampon	VE	ete	164	163	1	10	10	0
24	Temps de pluie, Step: Zone tampon	VE	hiver	372	362	14	25	25	1

## 6. SYNTHÈSE

---

Un modèle numérique de dispersion des rejets a été mis en place sur la zone de l'île Grande. Il s'agit d'un modèle SEAMER 2DH de résolution 25 m qui permet de simuler la dispersion des rejets bactériologiques issus du ruisseau du Goas Meur.

Le modèle a été confronté aux prévisions de marée à Trébeurden et les résultats ont confirmés sa capacité à représenter la propagation de la marée sur la zone d'étude. En l'absence de mesures de courant, une analyse des courants simulés a simplement permis de vérifier que les champs de courant modélisés sont qualitativement réalistes.

La prise en compte du rejet de la STEP a permis d'évaluer l'impact de deux options de rejet (« Vanne » ou « Zone tampon ») et l'impact de temps de pluie nécessitant un rejet ponctuellement plus important (débit plus important pendant une heure à pleine mer et pendant une heure à basse mer).

Les résultats montrent que le rejet, situé au fond d'une anse, entraîne des concentrations de l'ordre de celle du rejet (moyennant la dilution dans le ruisseau) dans le périmètre de l'anse où il y a très peu de dilution sur l'estran. Les concentrations sont nettement plus faibles lorsque le panache atteint la limite de basse mer et se dilue dans une hauteur d'eau plus importante.

La seule zone sensible touchée par le panache est Illaouec située à la limite de l'estran de l'anse dans laquelle s'effectue le rejet. Illaouec est particulièrement vulnérable à marée basse lorsque la dilution par l'eau de mer est quasi inexistante, ce constat est accentué en période de vive-eau lorsque la zone découvre.

L'utilisation d'un phasage du rejet (option « Vanne ») de PM+1h à PM+3h permet de limiter la durée d'exposition de l'estran à des concentrations élevées. En revanche, l'extension du panache obtenu reste similaire et l'impact sur la zone Illaouec est du même ordre de grandeur que pour le cas d'un rejet continu : il est plus fort avec un rejet phasé en morte-eau et en été et plus faible en vive-eau et en hiver.

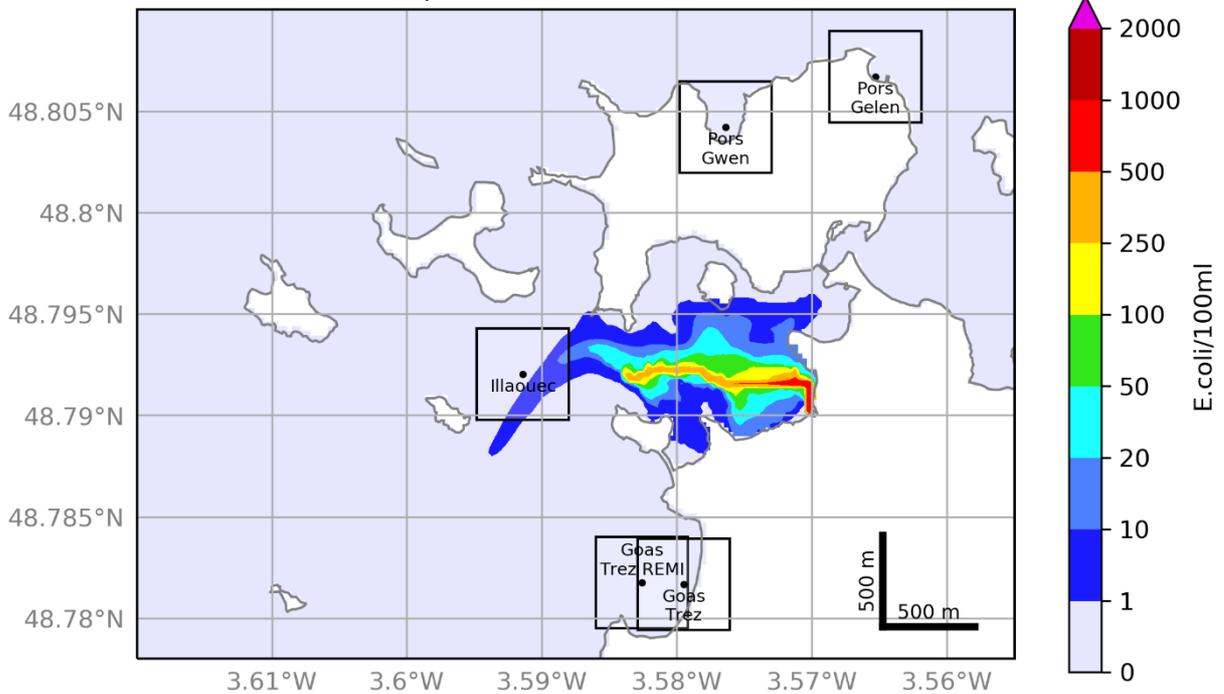
Le choix du phasage à marée descendante implique des concentrations élevées sur l'estran sur cette période. Un phasage en fin de marée montante (PM-2h à PM) permettrait de profiter du maximum de dilution disponible par le niveau d'eau et devrait donc limiter encore davantage l'exposition de l'estran aux concentrations élevées.

## 7. ANNEXE

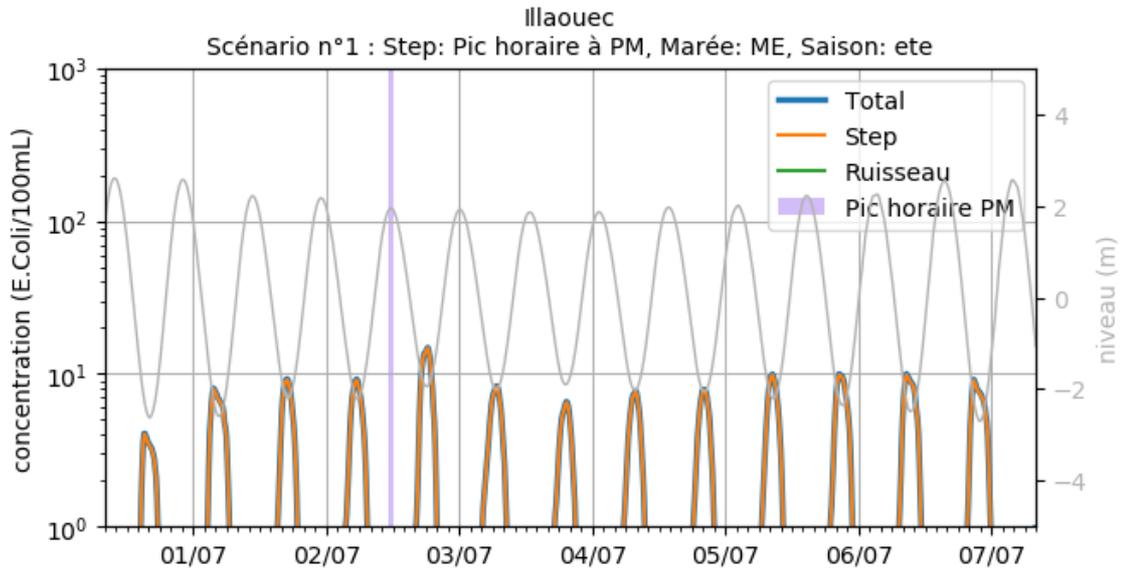
---

7.1 SCENARIO 1

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°1 : Step: Pic horaire à PM, Marée: ME, Saison: ete

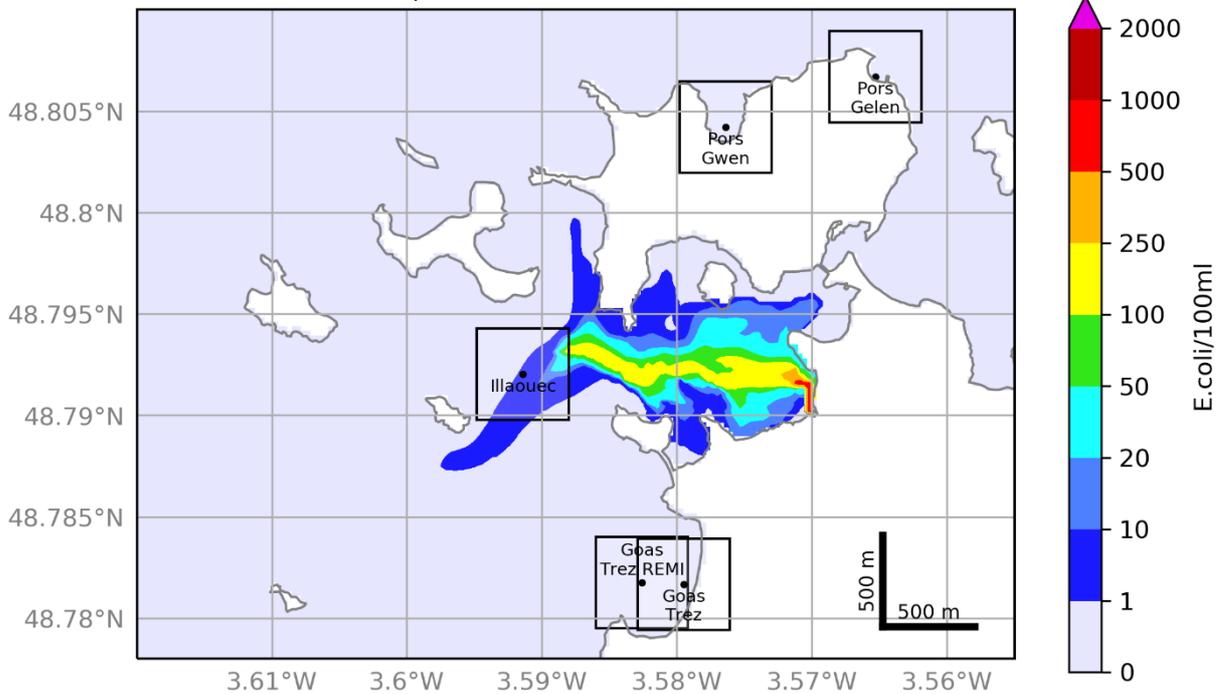


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

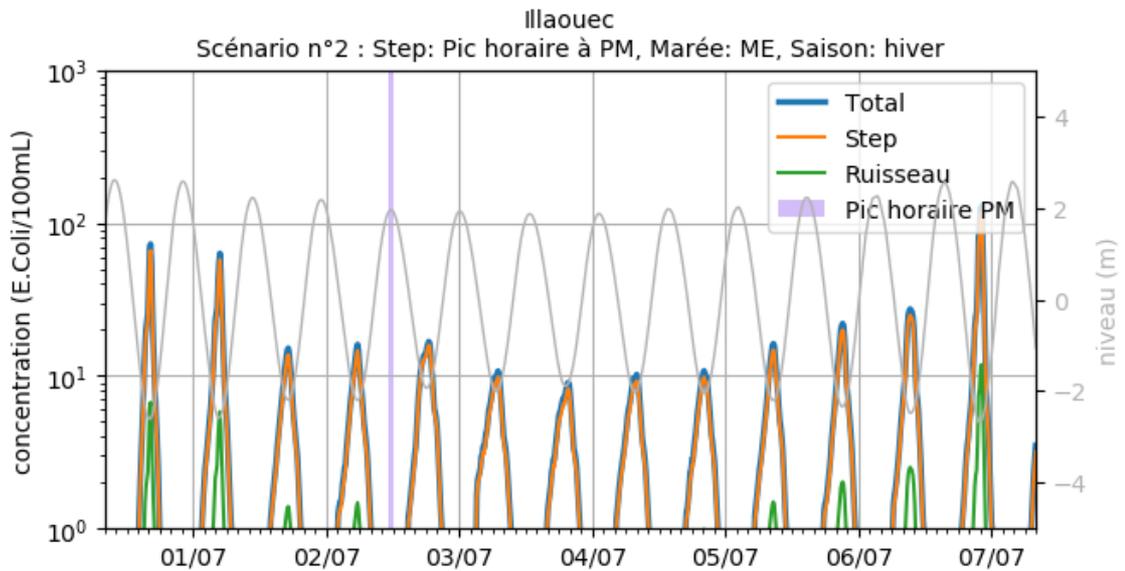


7.2 SCENARIO 2

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°2 : Step: Pic horaire à PM, Marée: ME, Saison: hiver

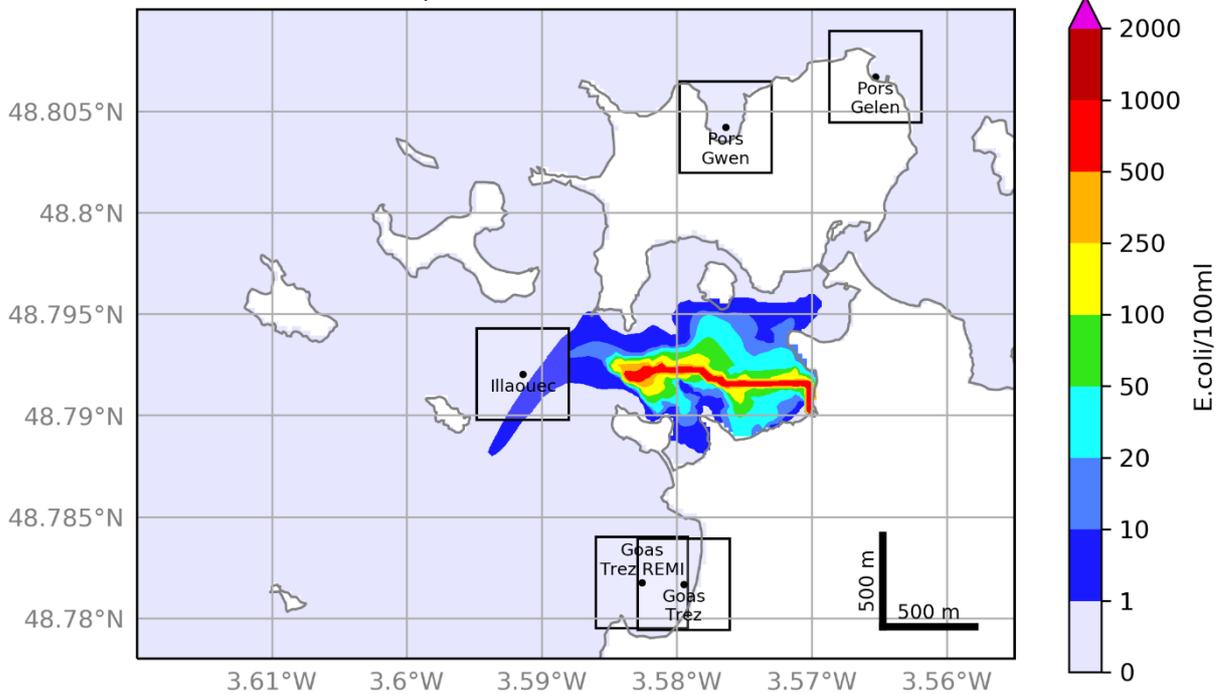


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

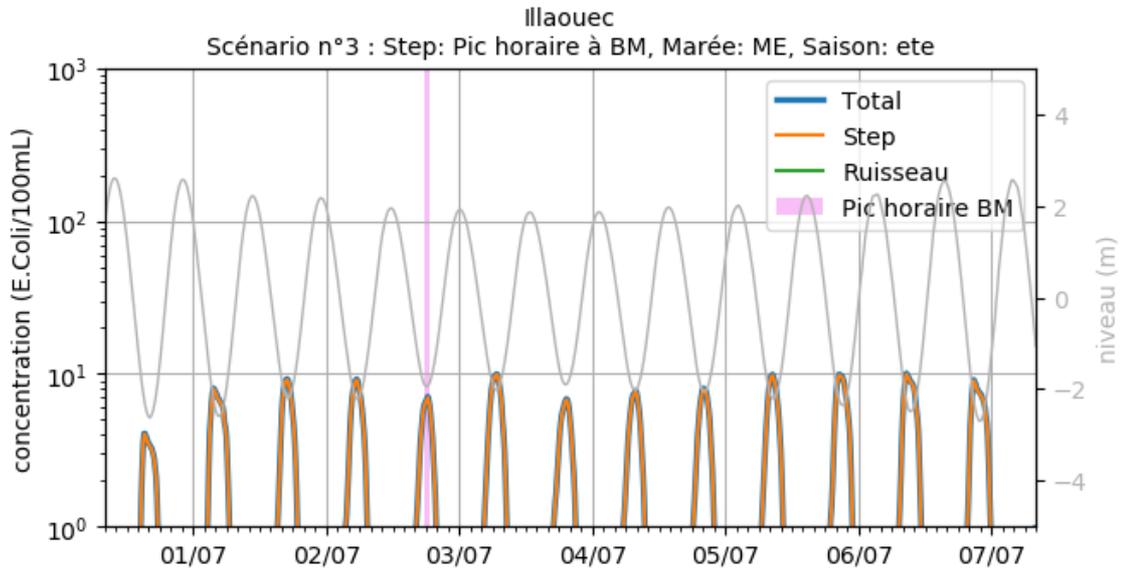


### 7.3 SCENARIO 3

Concentrations maximales au cours de la simulation  
Scénario n°3 : Step: Pic horaire à BM, Marée: ME, Saison: ete

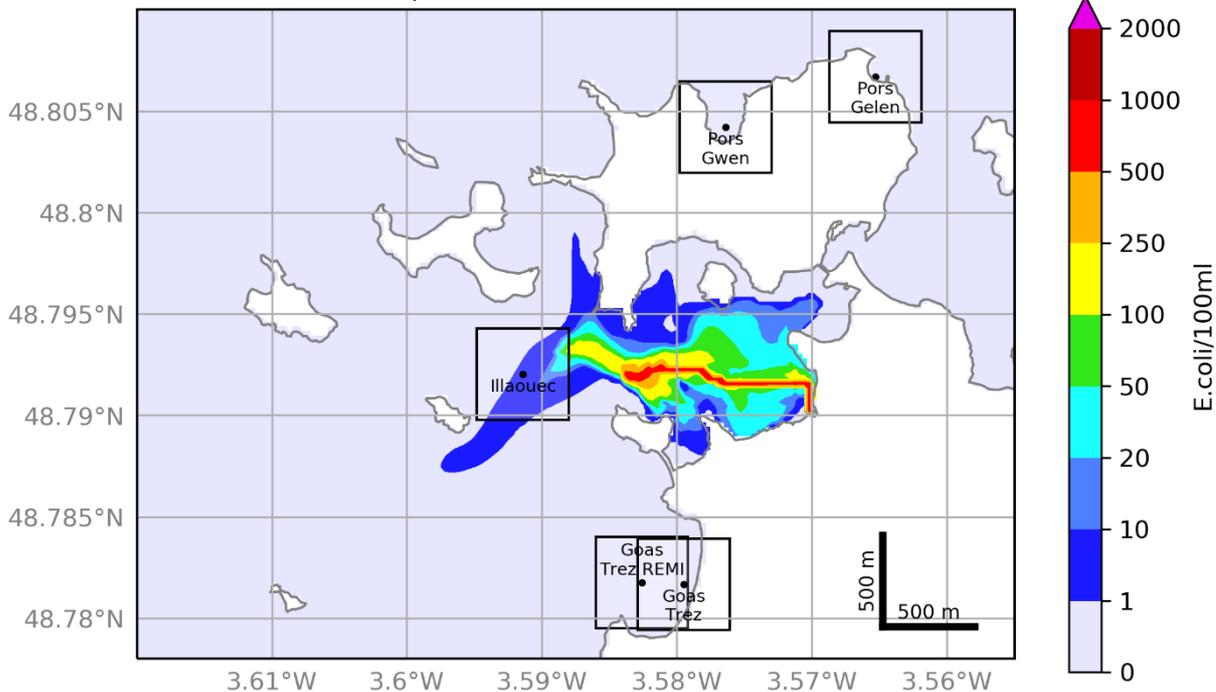


Evolution de la concentration en E.Coli  
(maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

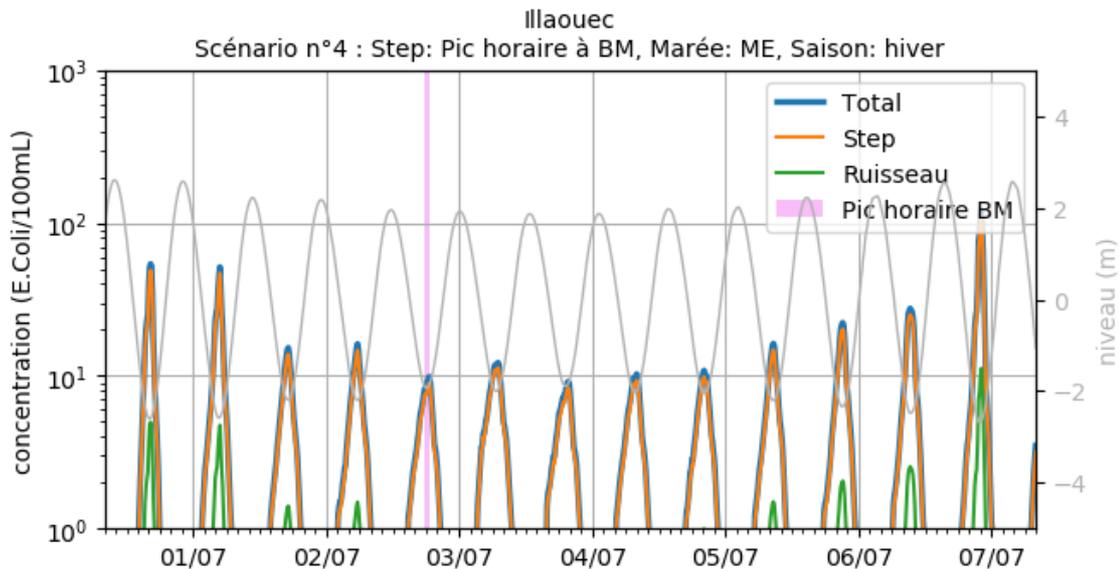


7.4 SCENARIO 4

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°4 : Step: Pic horaire à BM, Marée: ME, Saison: hiver

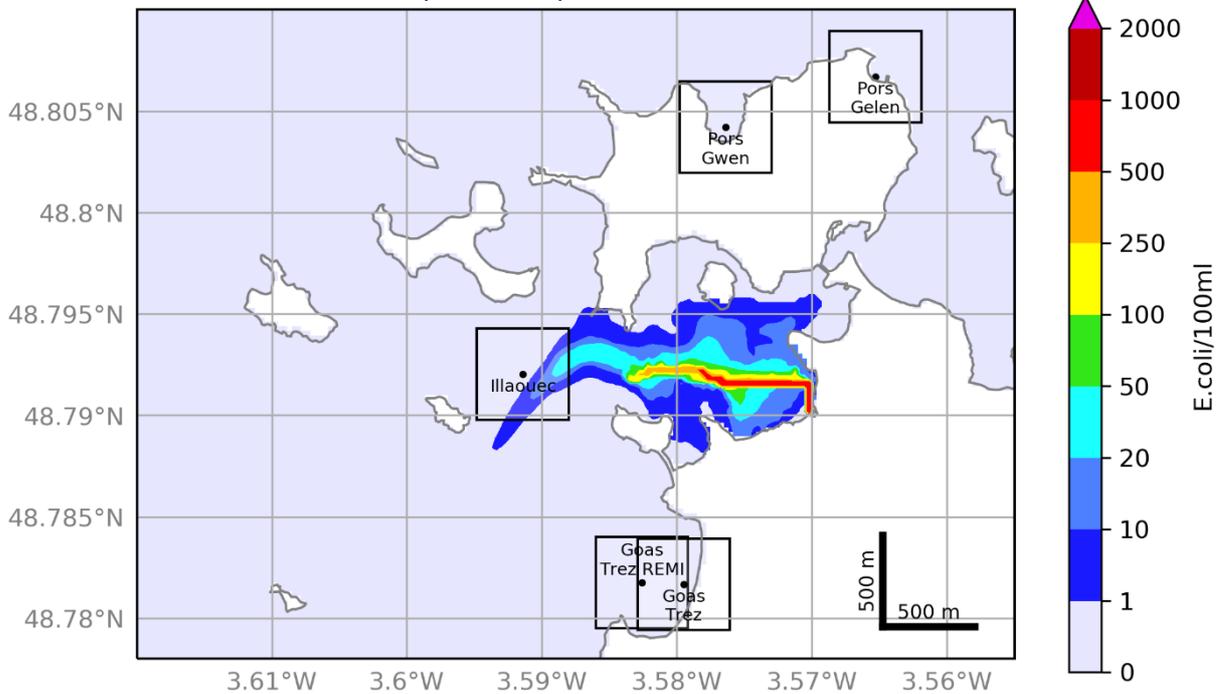


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

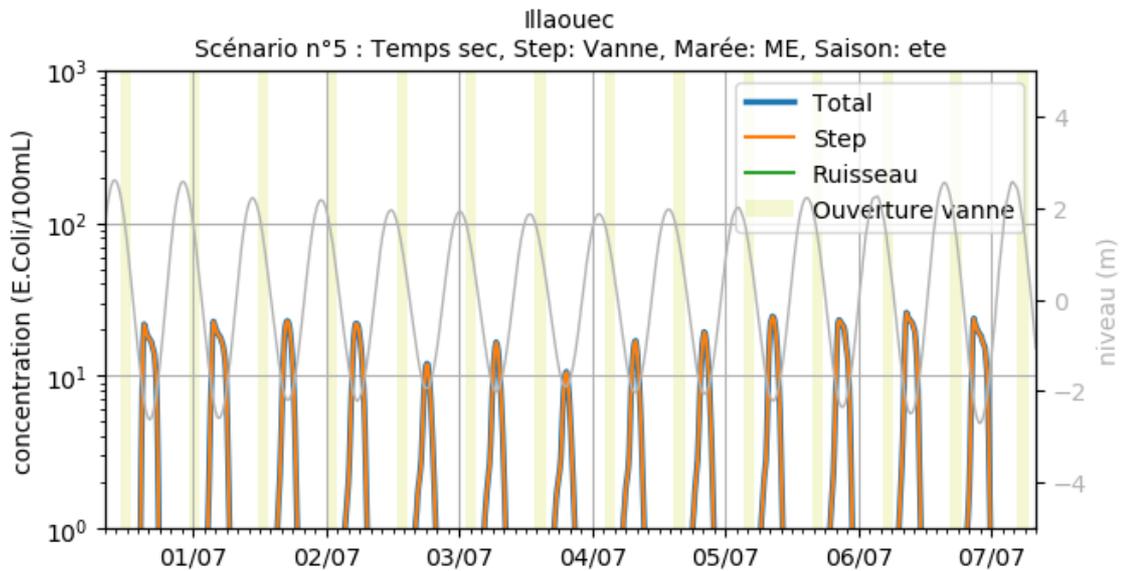


### 7.5 SCENARIO 5

Concentrations maximales au cours de la simulation  
Scénario n°5 : Temps sec, Step: Vanne, Marée: ME, Saison: ete

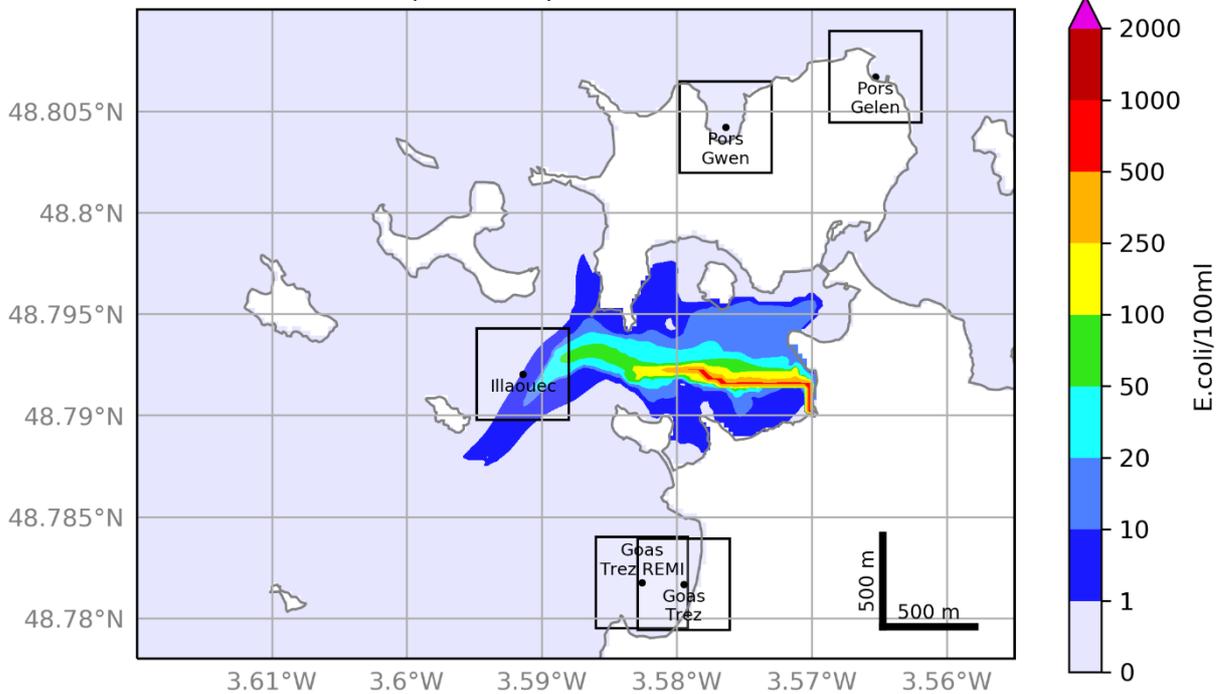


Evolution de la concentration en E.Coli  
(maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

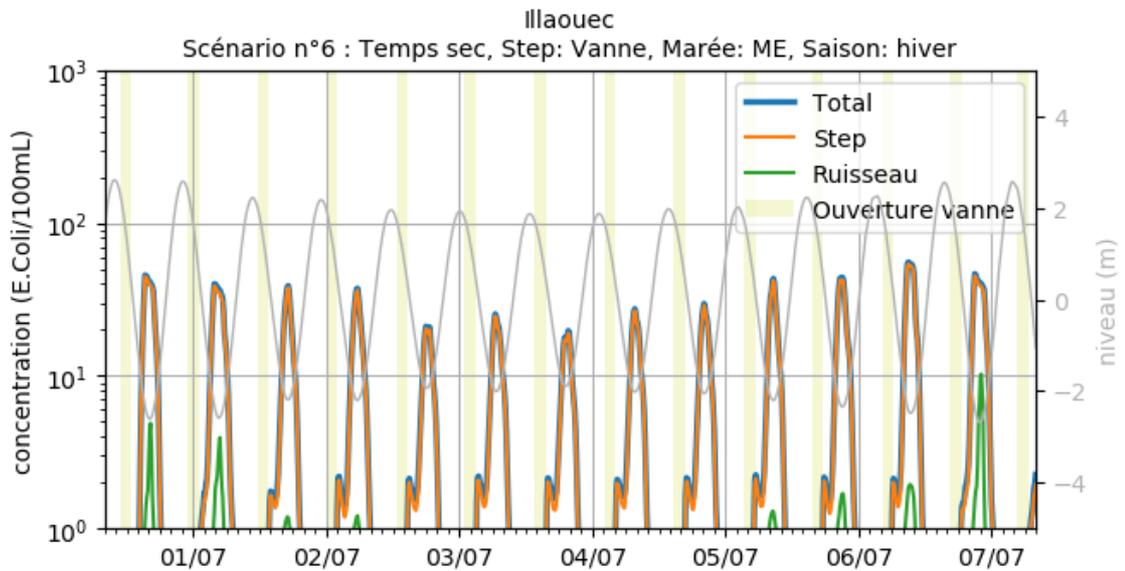


7.6 SCENARIO 6

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°6 : Temps sec, Step: Vanne, Marée: ME, Saison: hiver

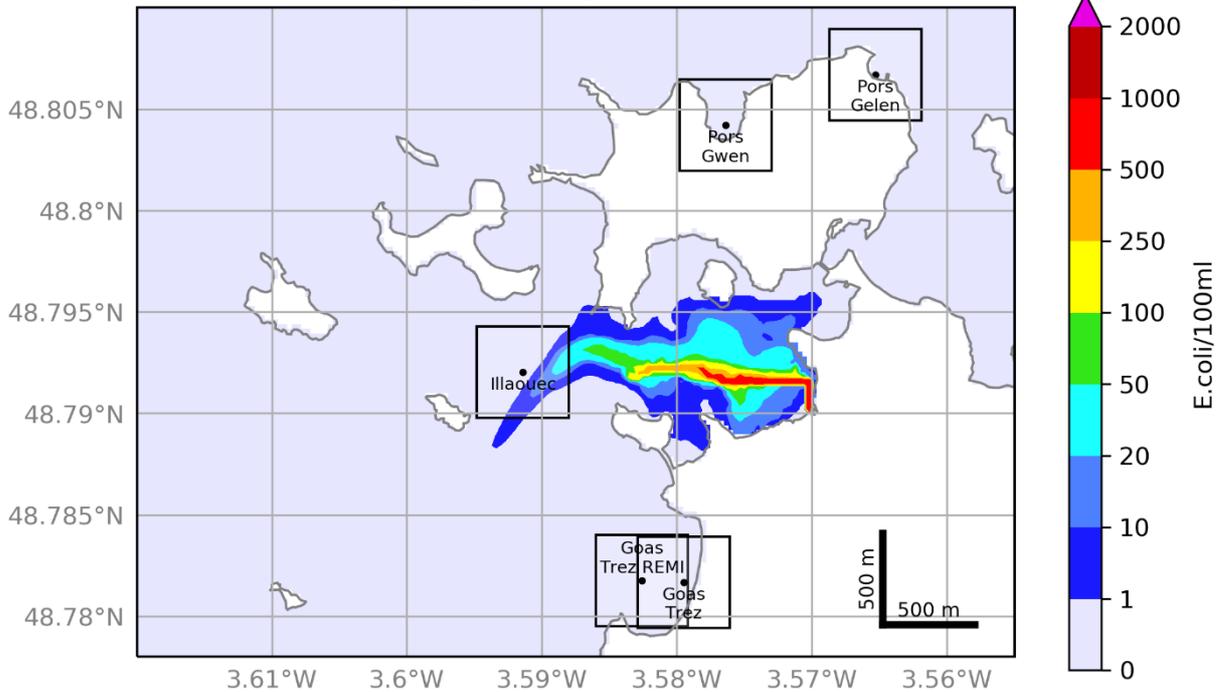


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

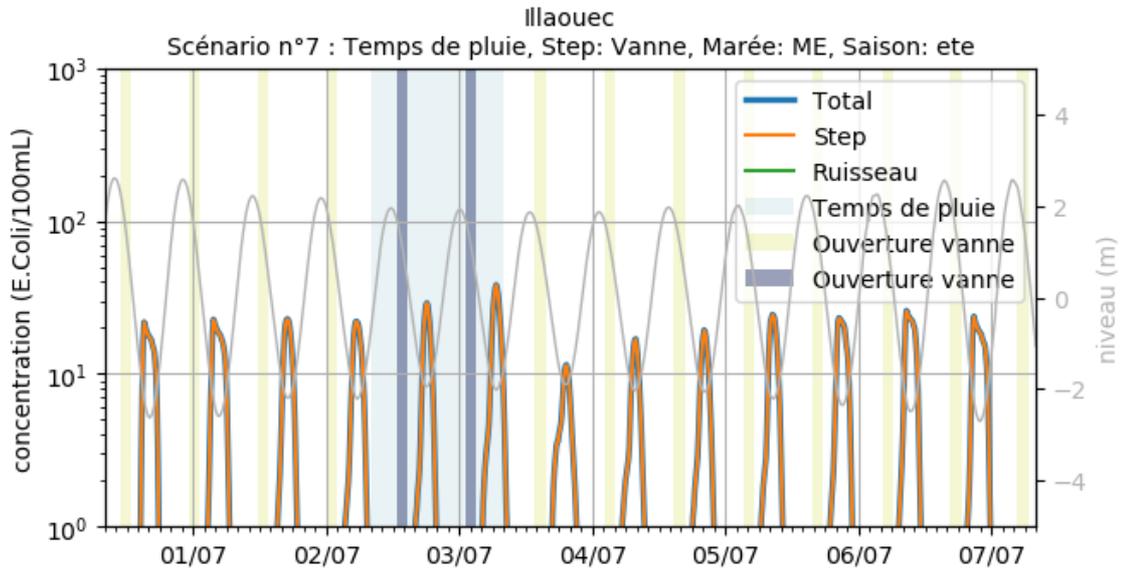


7.7 SCENARIO 7

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°7 : Temps de pluie, Step: Vanne, Marée: ME, Saison: ete

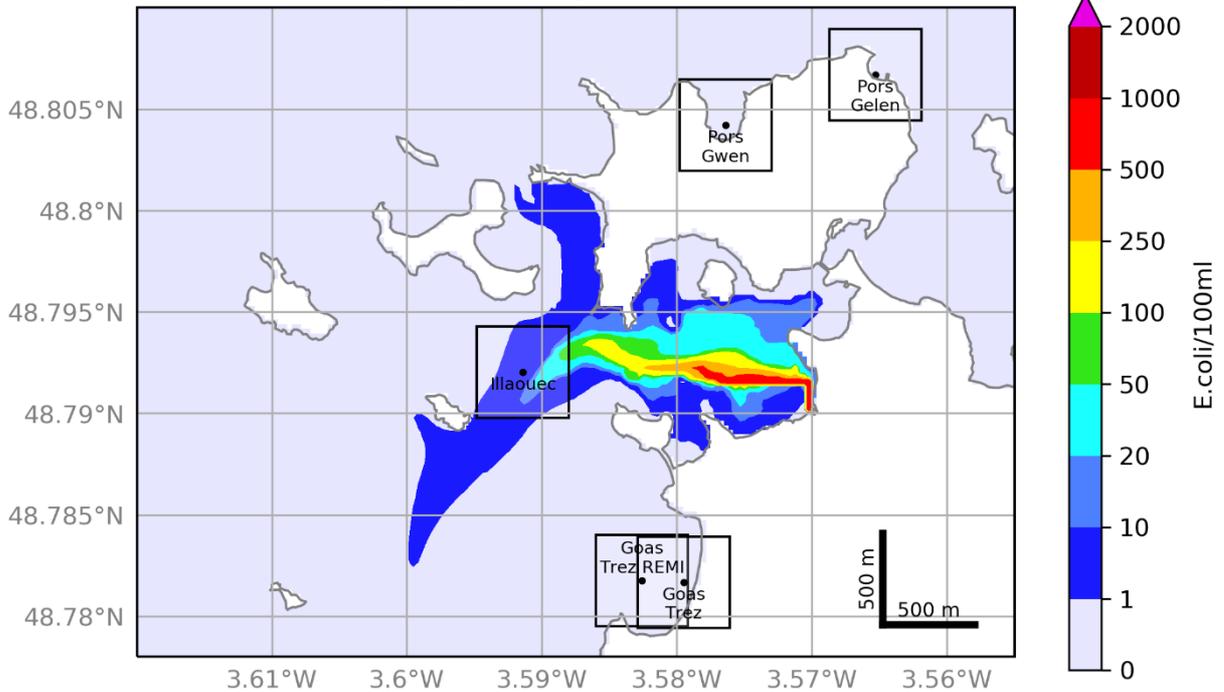


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

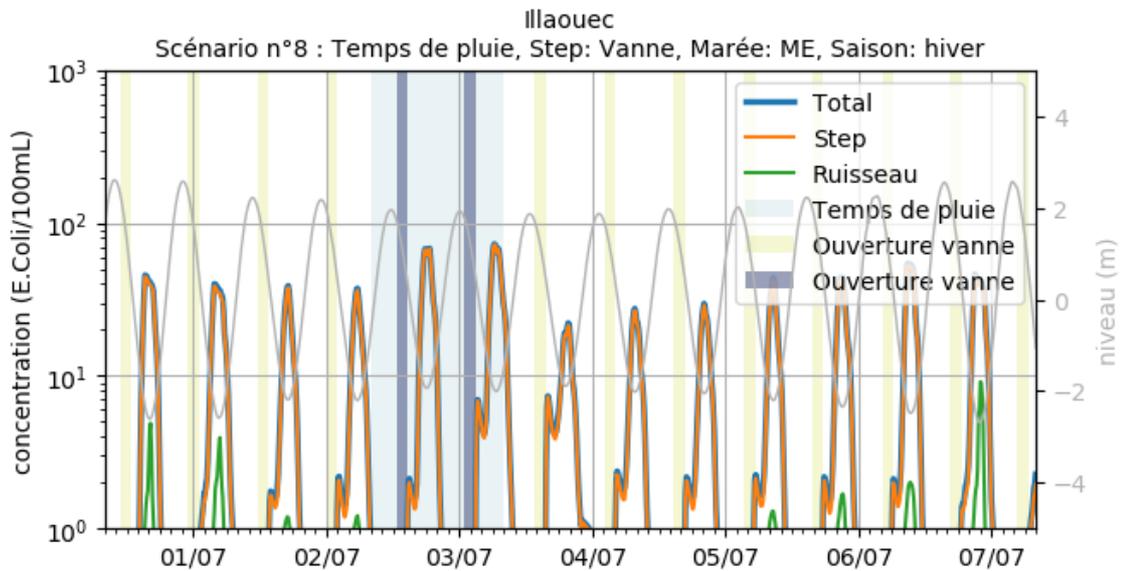


7.8 SCENARIO 8

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°8 : Temps de pluie, Step: Vanne, Marée: ME, Saison: hiver

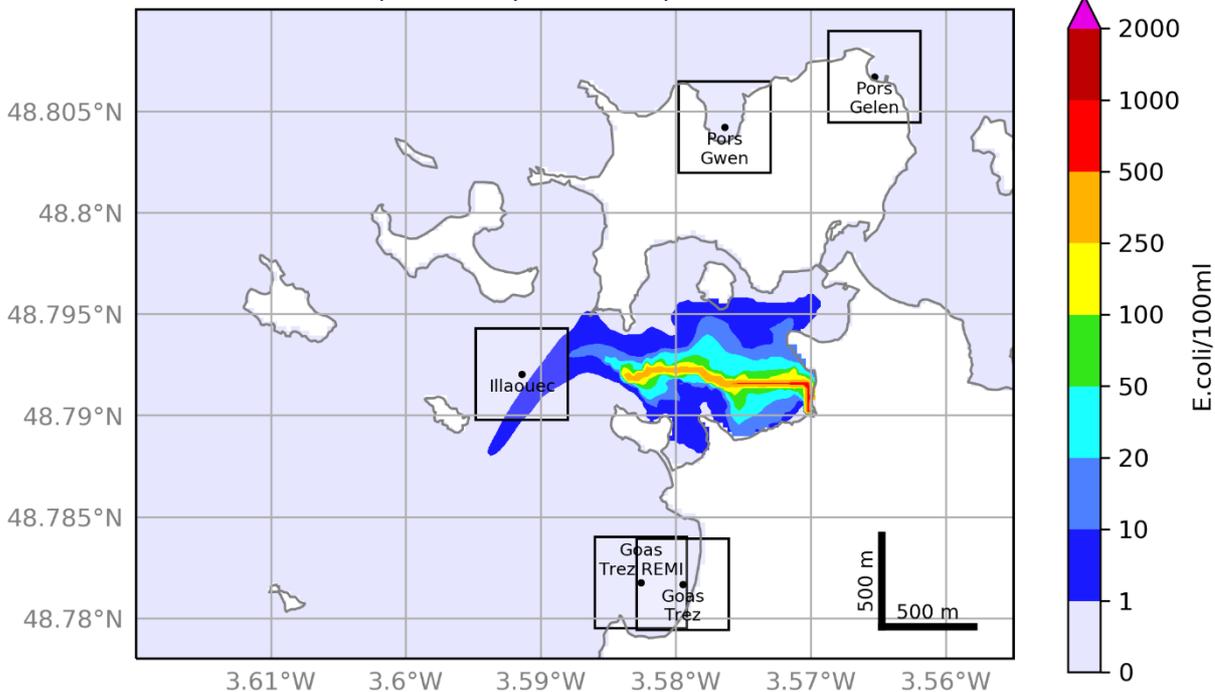


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

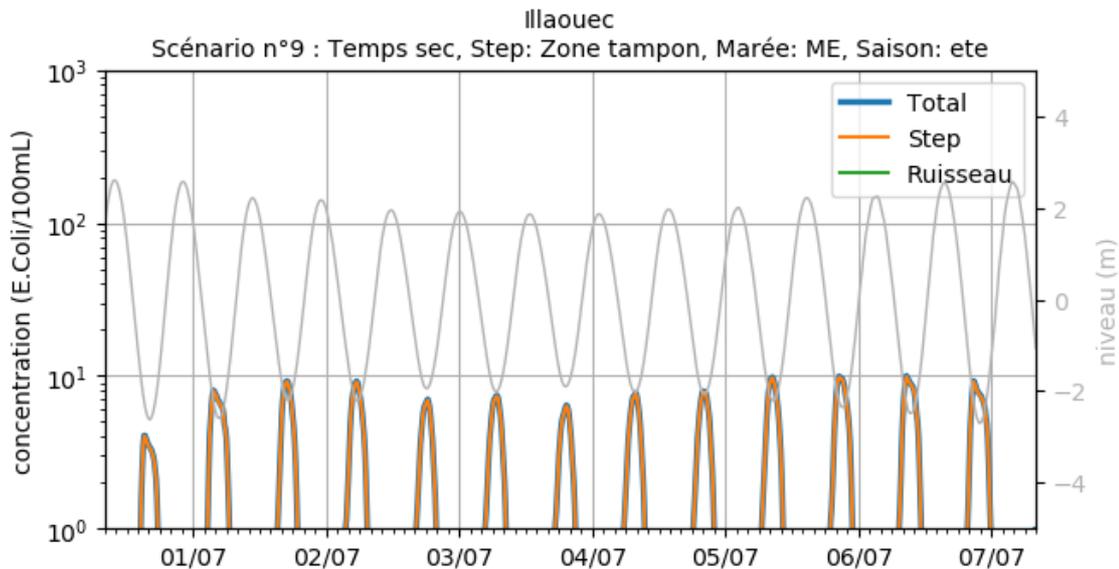


7.9 SCENARIO 9

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°9 : Temps sec, Step: Zone tampon, Marée: ME, Saison: ete

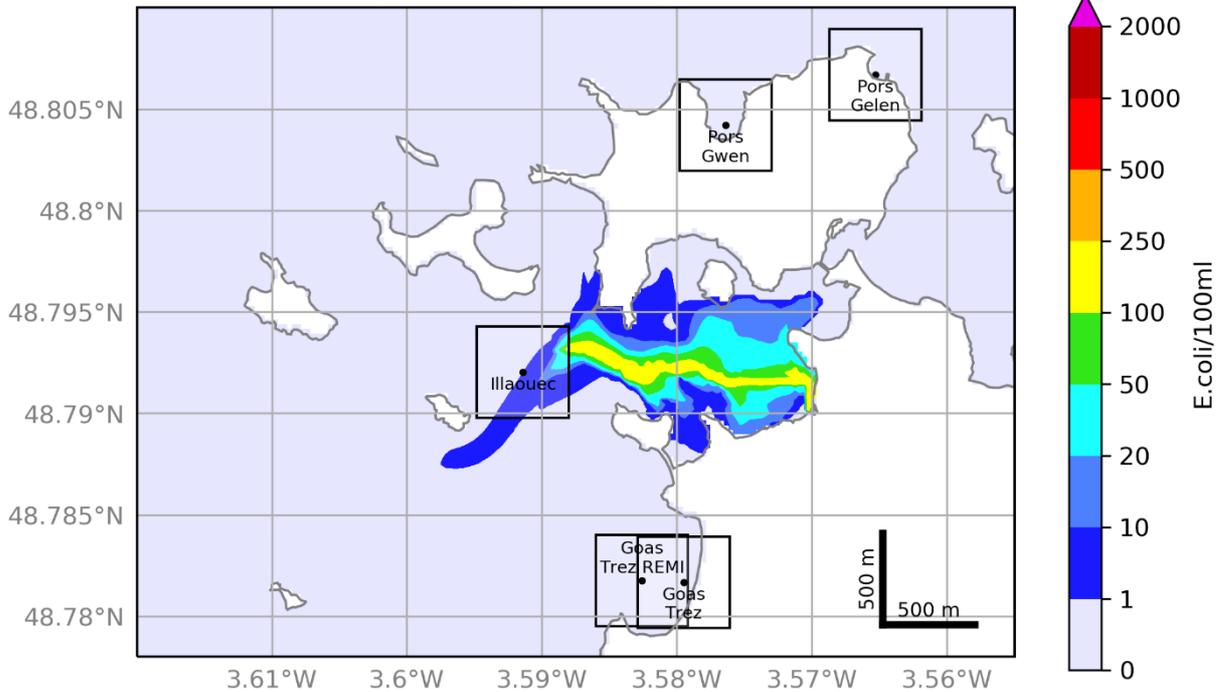


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

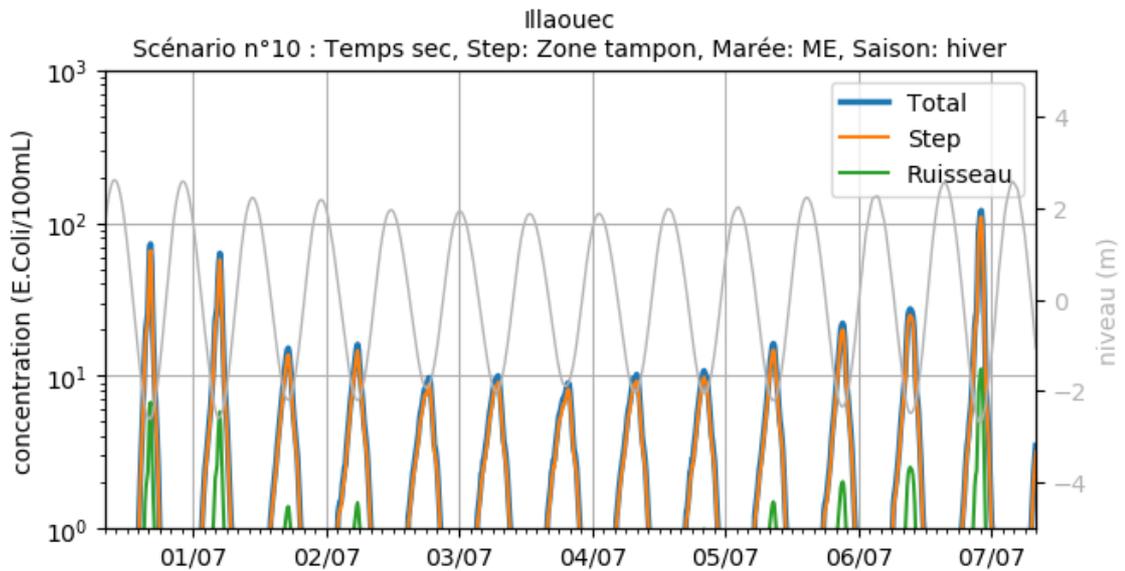


7.10 SCENARIO 10

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°10 : Temps sec, Step: Zone tampon, Marée: ME, Saison: hiver

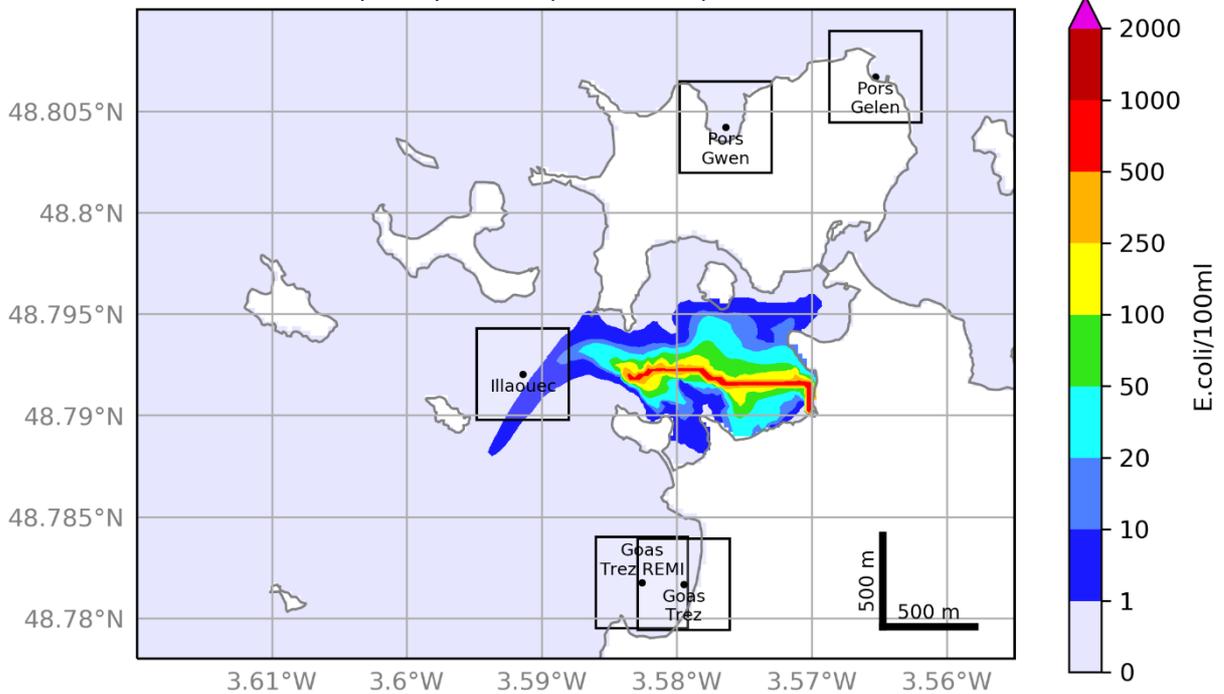


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

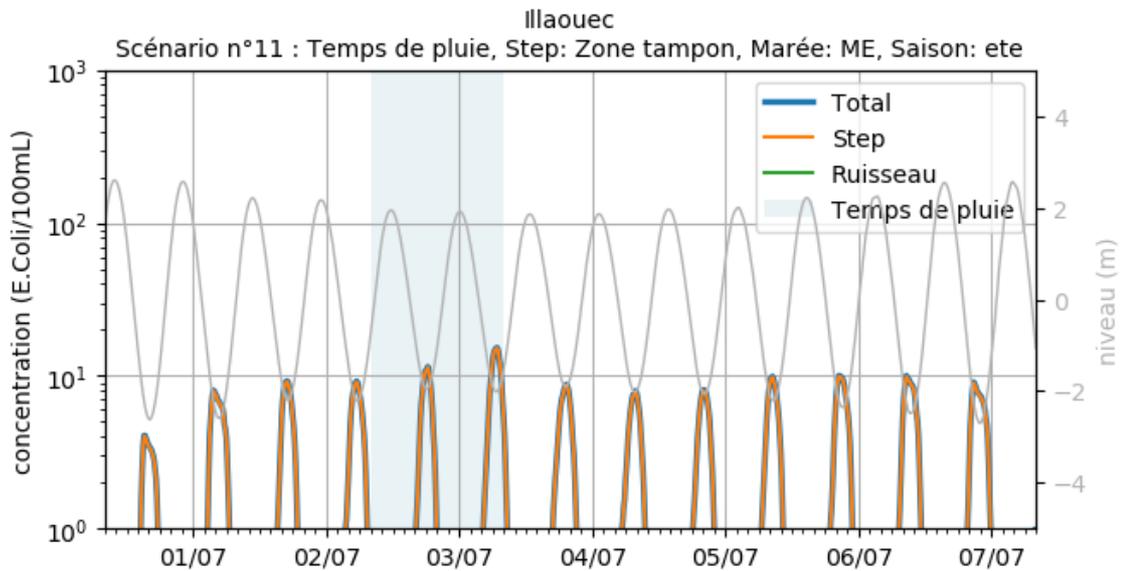


7.11 SCENARIO 11

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°11 : Temps de pluie, Step: Zone tampon, Marée: ME, Saison: ete

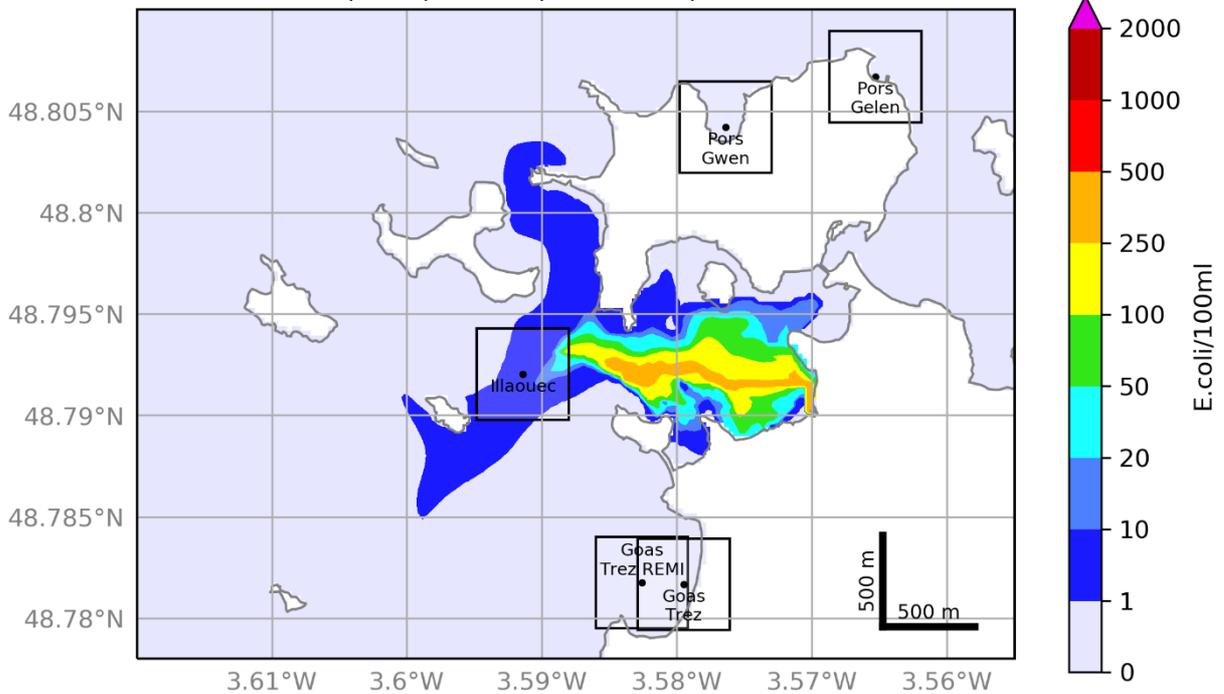


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

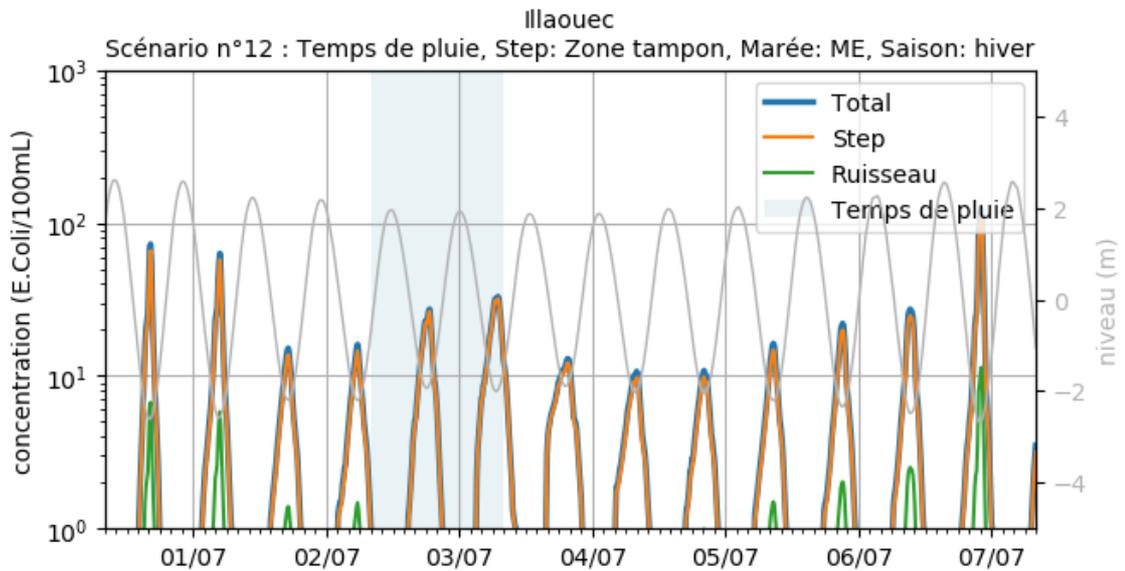


7.12 SCENARIO 12

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°12 : Temps de pluie, Step: Zone tampon, Marée: ME, Saison: hiver

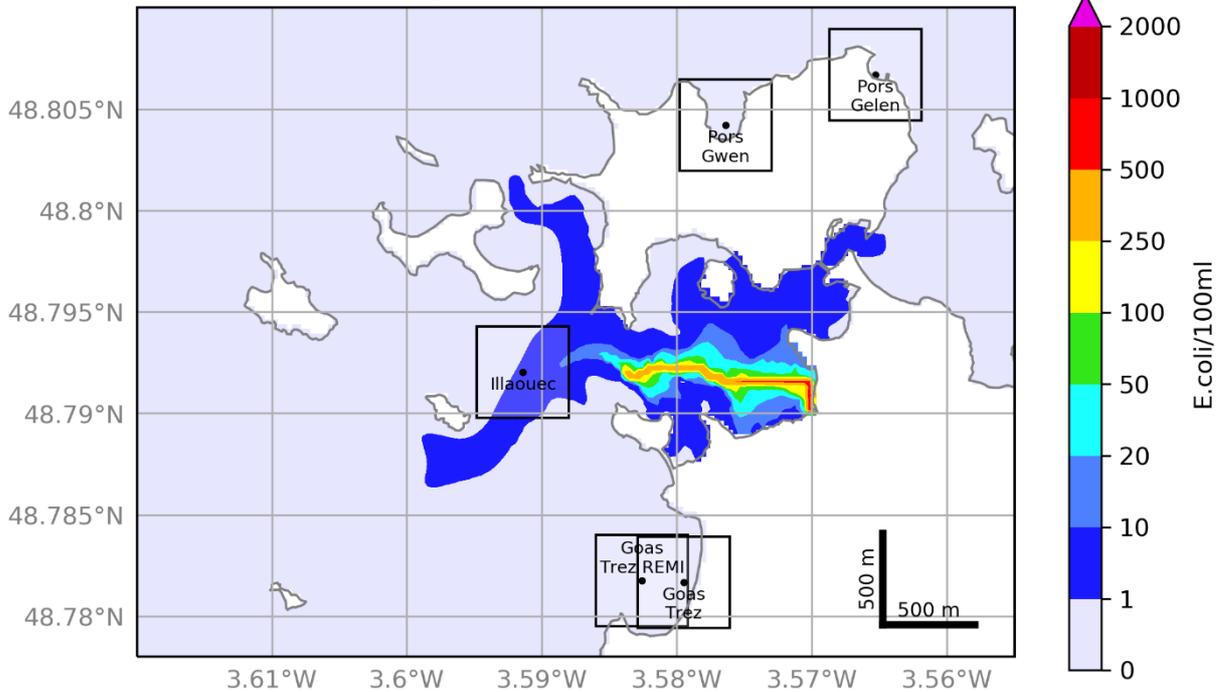


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

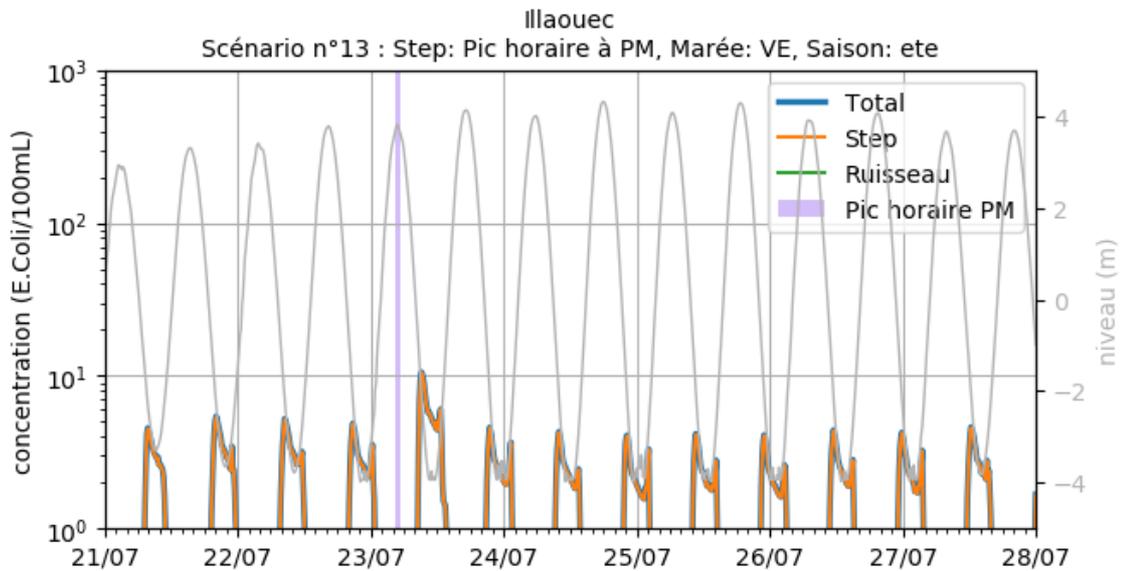


7.13 SCENARIO 13

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°13 : Step: Pic horaire à PM, Marée: VE, Saison: ete

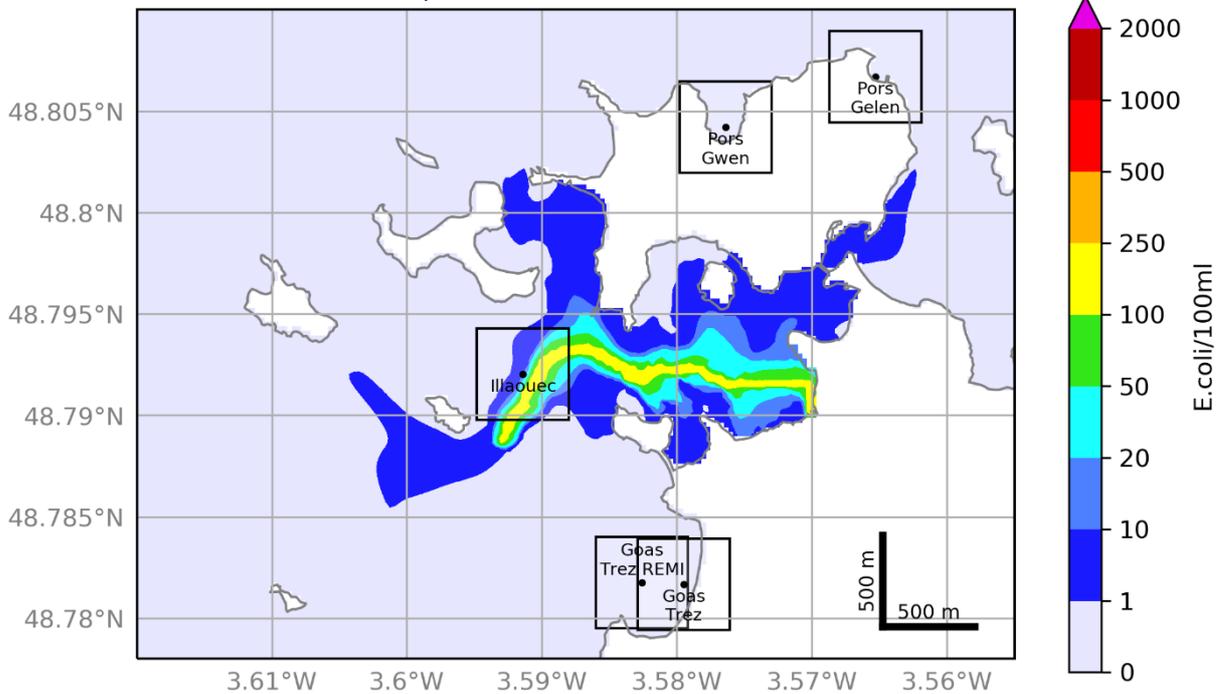


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

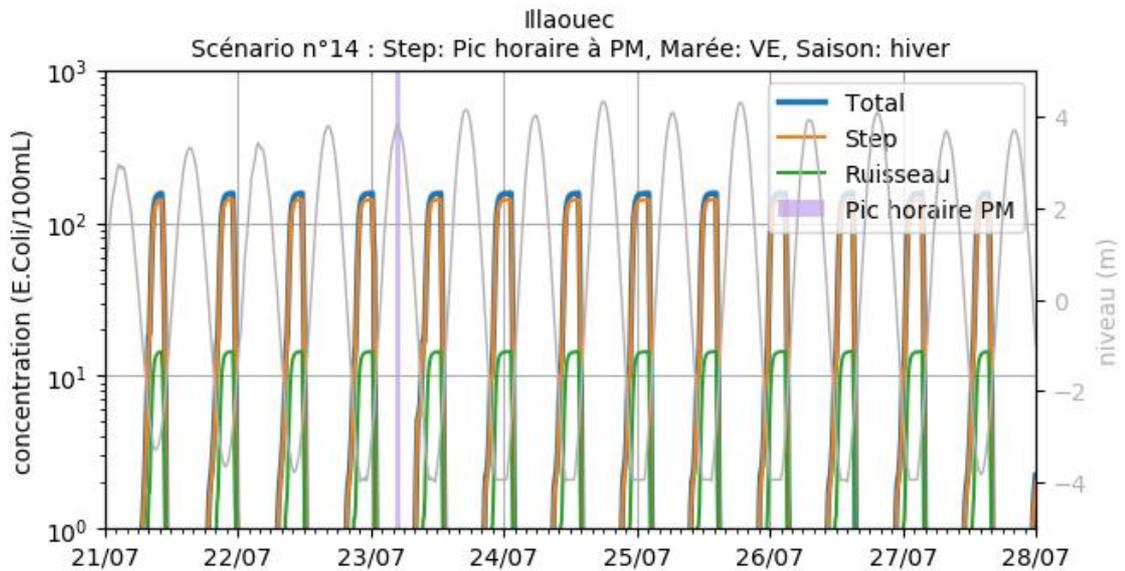


7.14 SCENARIO 14

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°14 : Step: Pic horaire à PM, Marée: VE, Saison: hiver

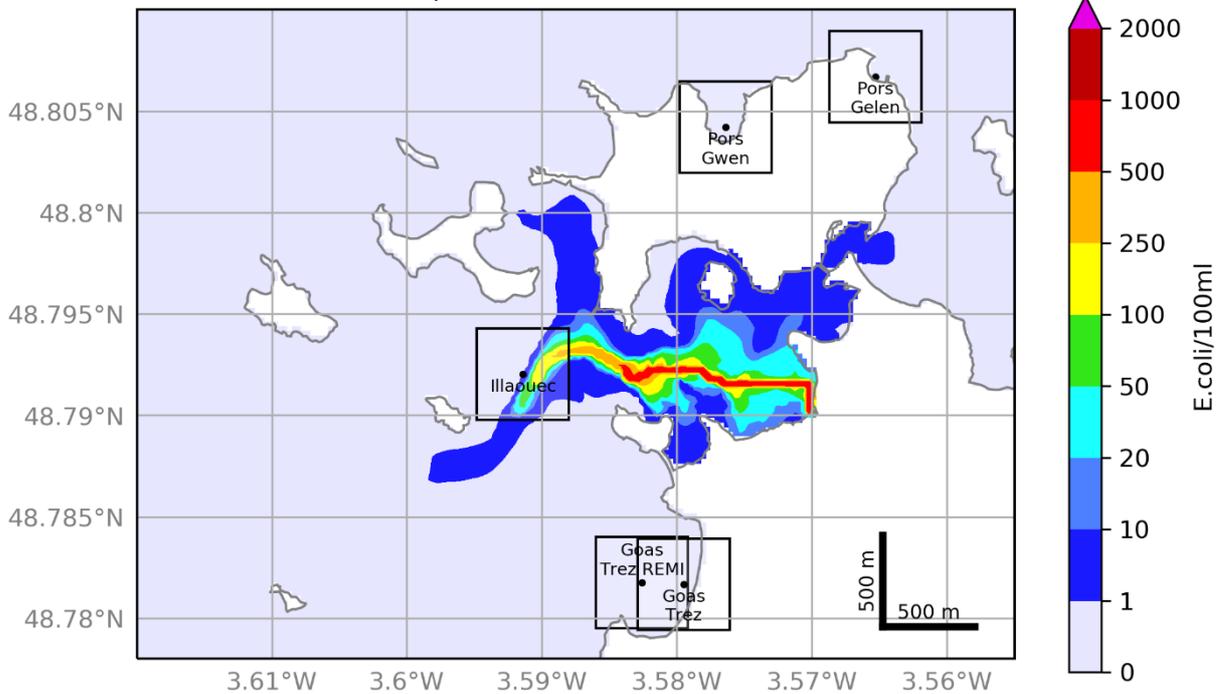


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

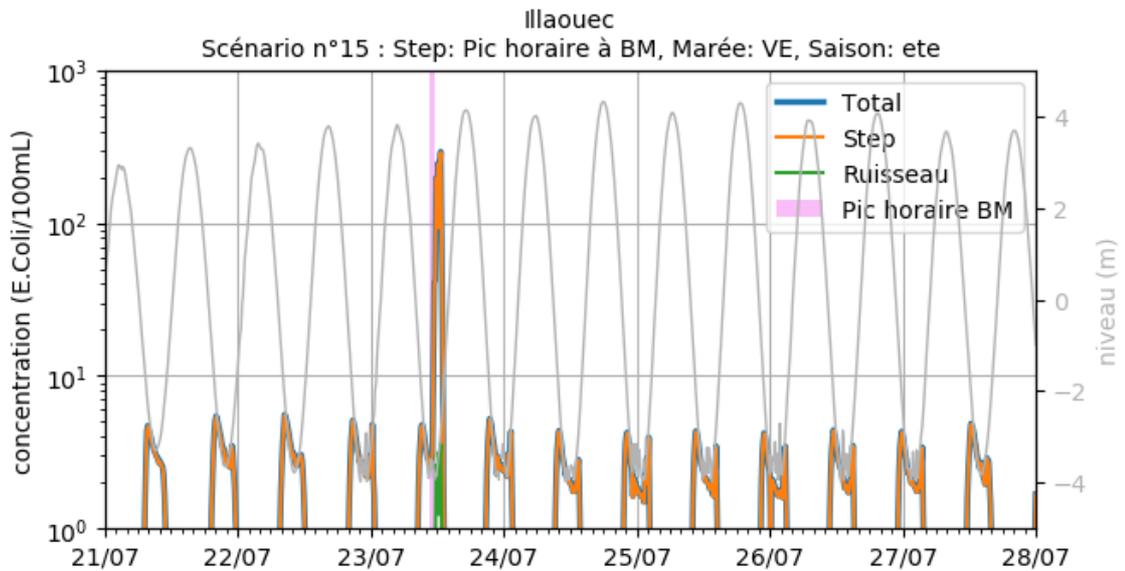


7.15 SCENARIO 15

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°15 : Step: Pic horaire à BM, Marée: VE, Saison: ete

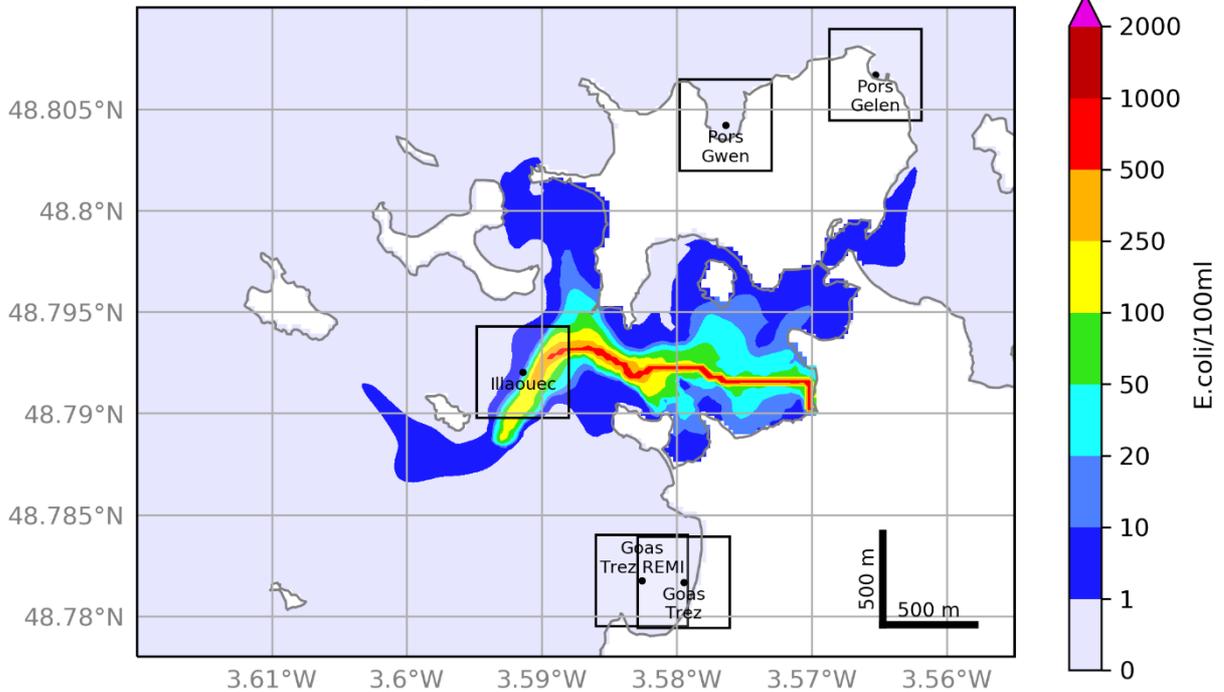


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

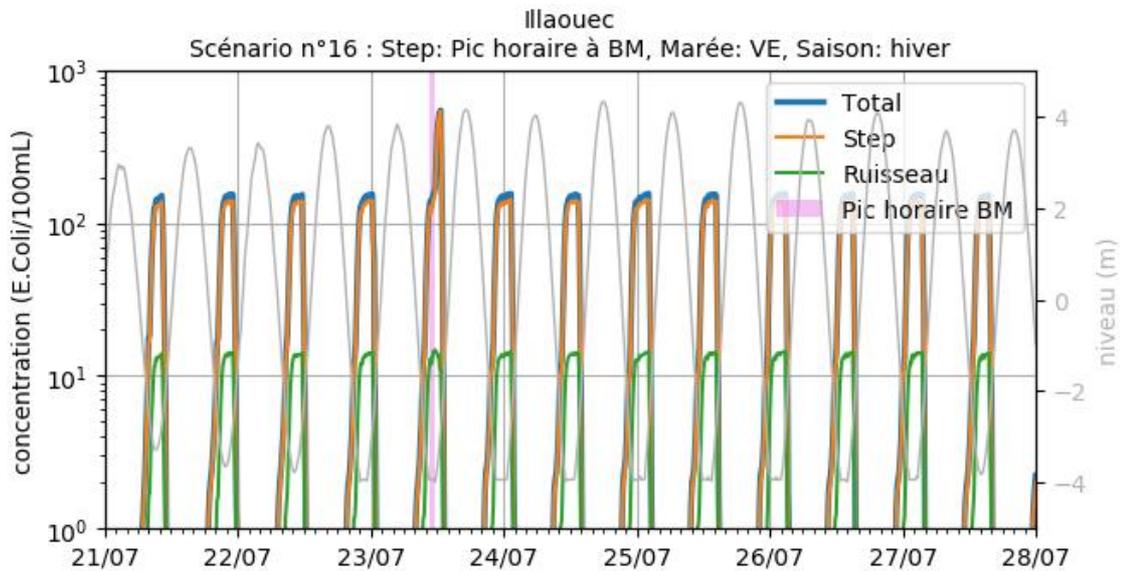


7.16 SCENARIO 16

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°16 : Step: Pic horaire à BM, Marée: VE, Saison: hiver

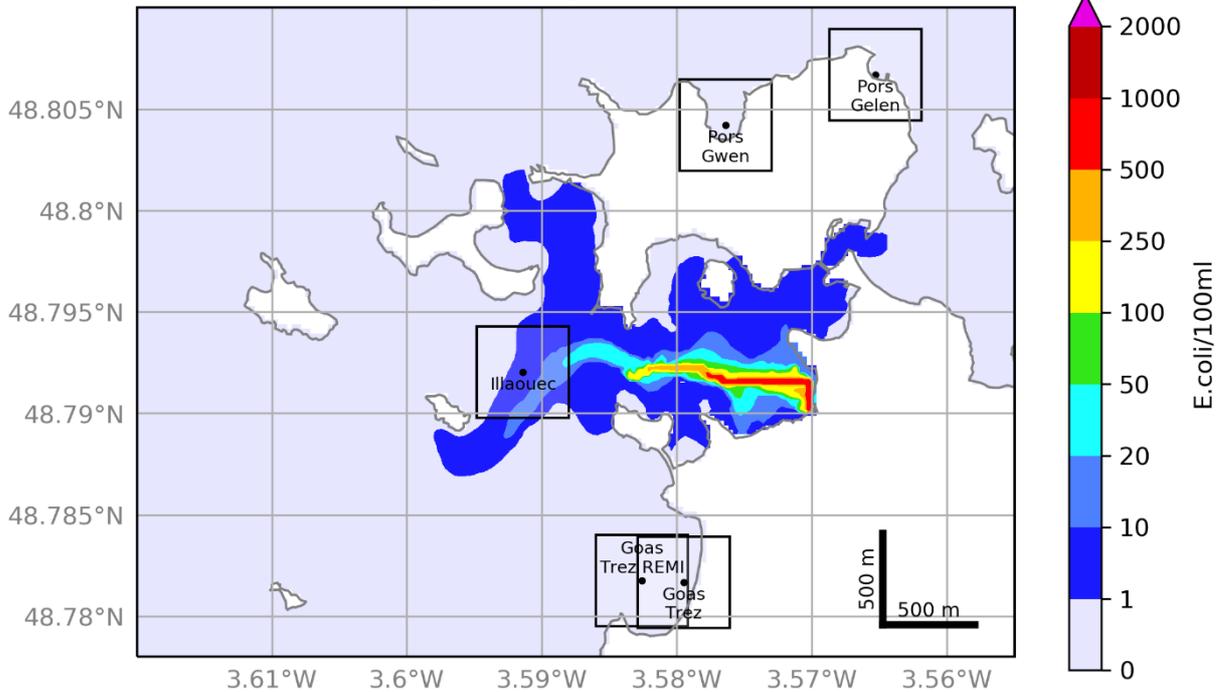


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

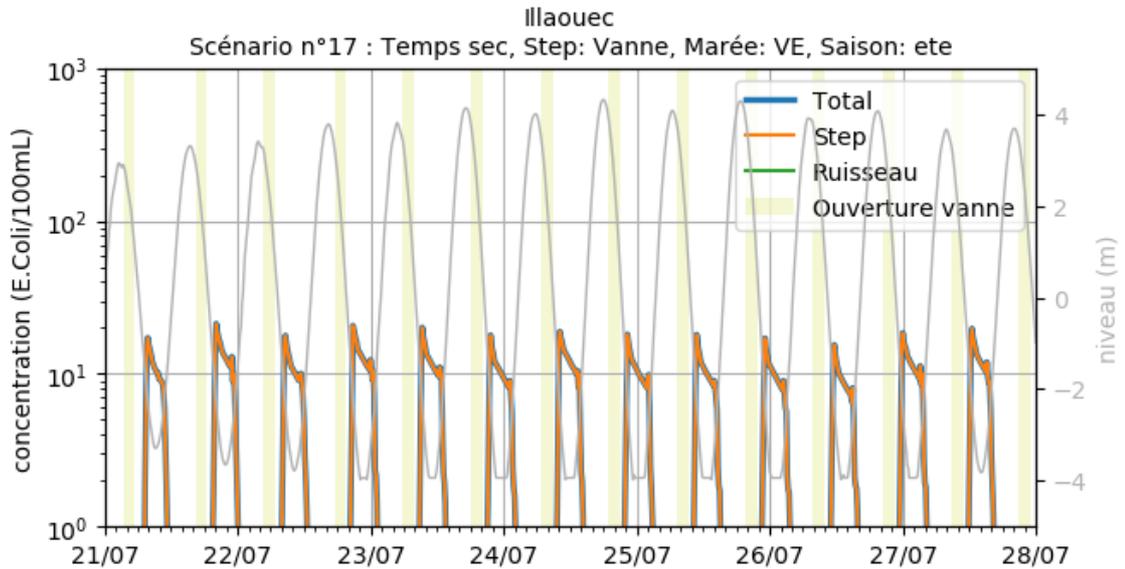


7.17 SCENARIO 17

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°17 : Temps sec, Step: Vanne, Marée: VE, Saison: ete

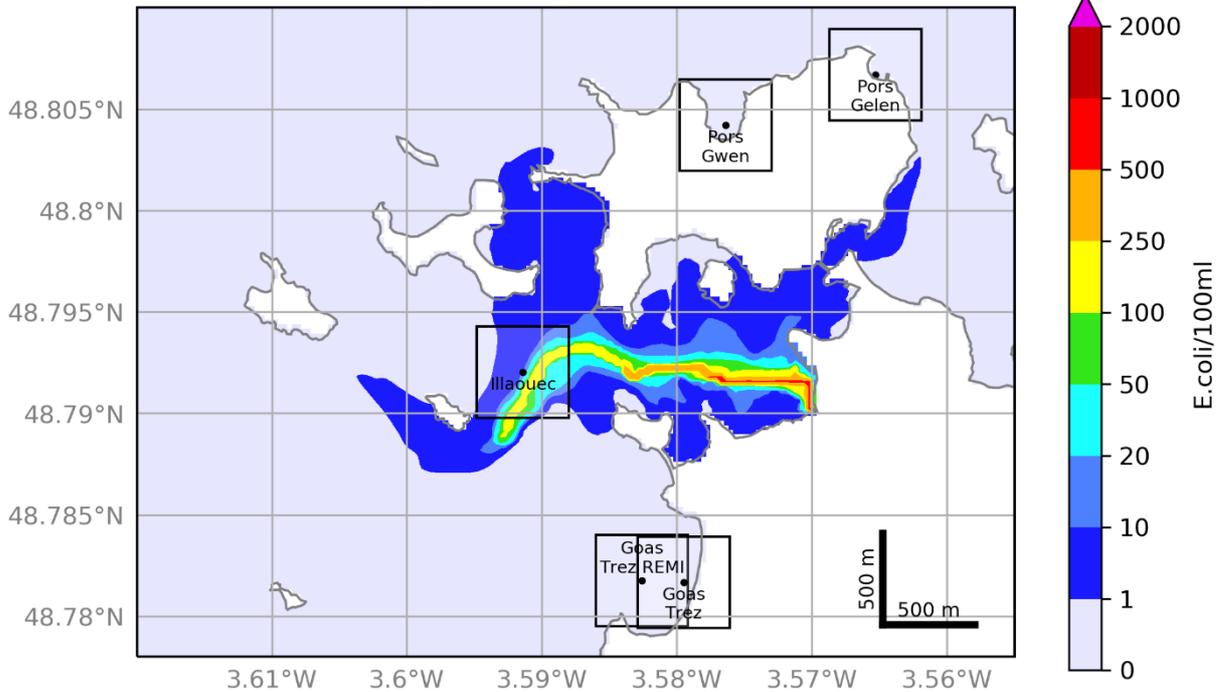


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

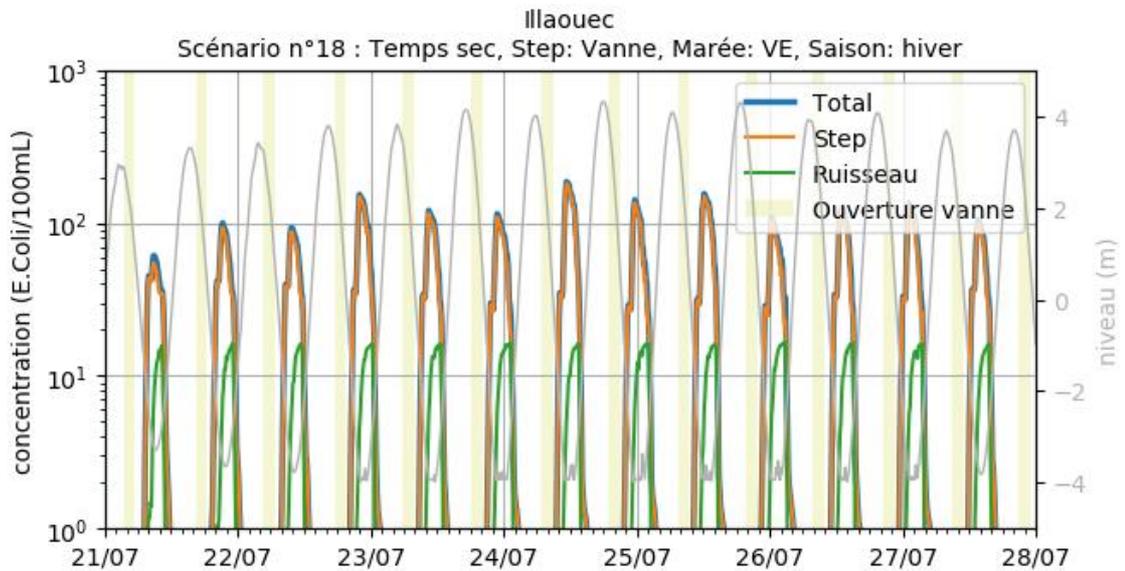


7.18 SCENARIO 18

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°18 : Temps sec, Step: Vanne, Marée: VE, Saison: hiver

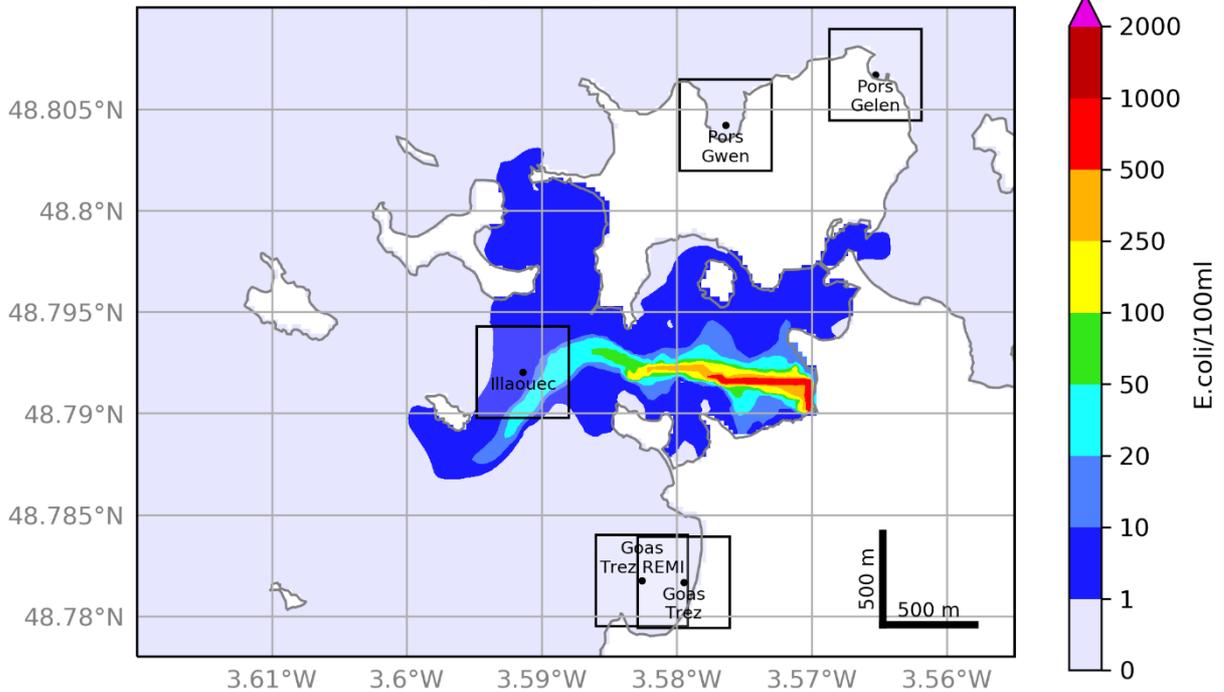


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

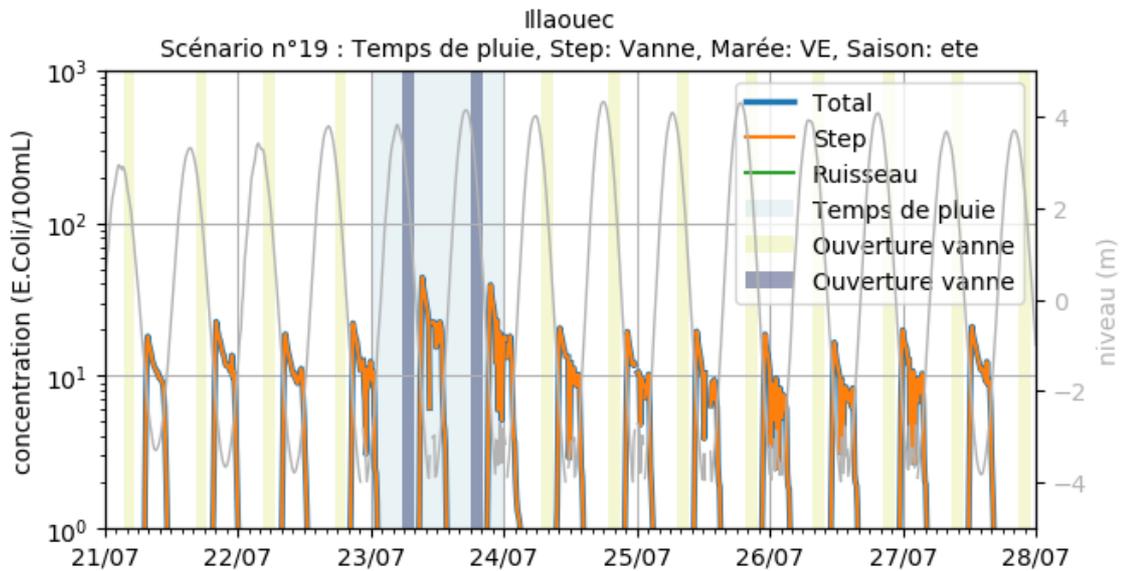


7.19 SCENARIO 19

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°19 : Temps de pluie, Step: Vanne, Marée: VE, Saison: ete

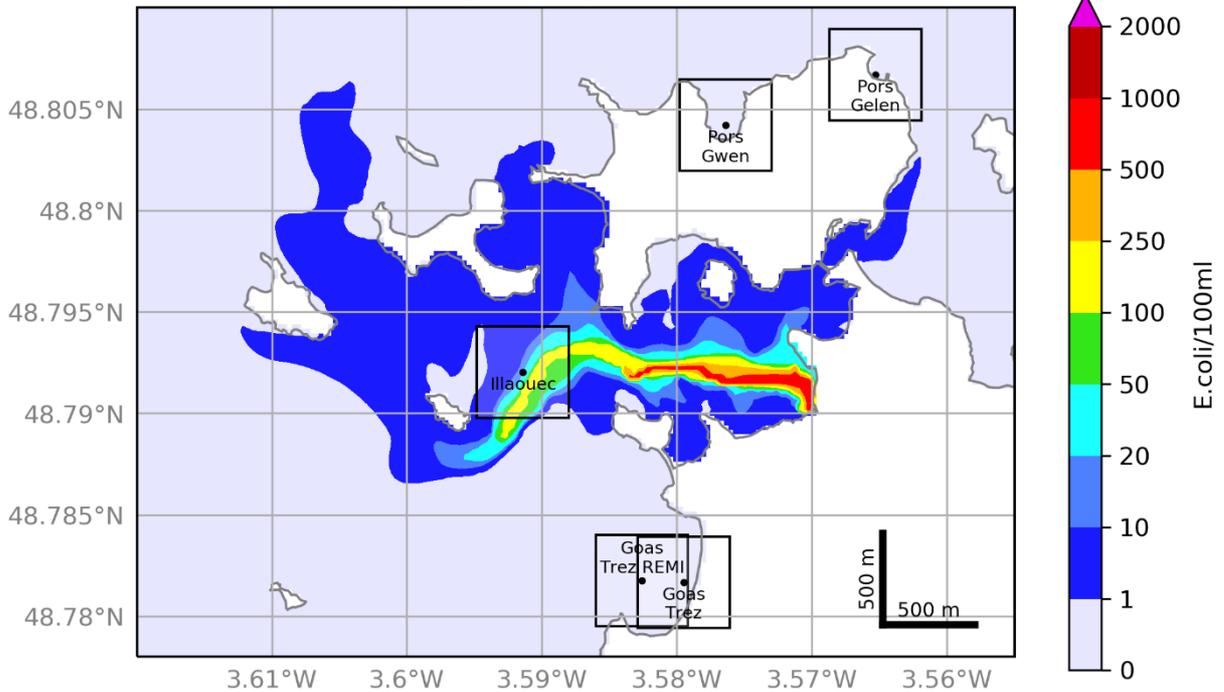


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

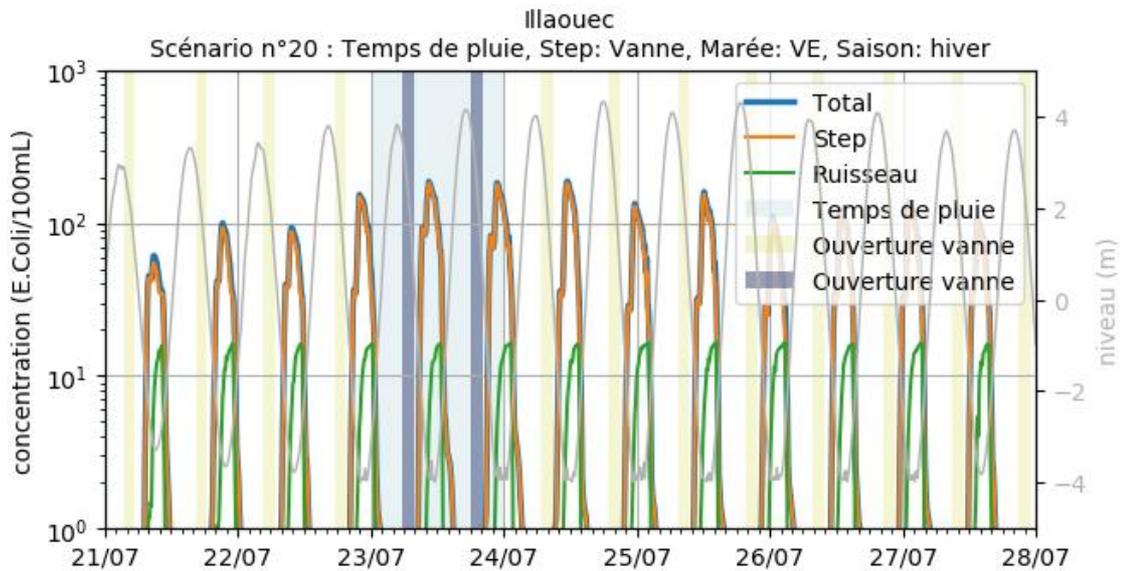


7.20 SCENARIO 20

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°20 : Temps de pluie, Step: Vanne, Marée: VE, Saison: hiver

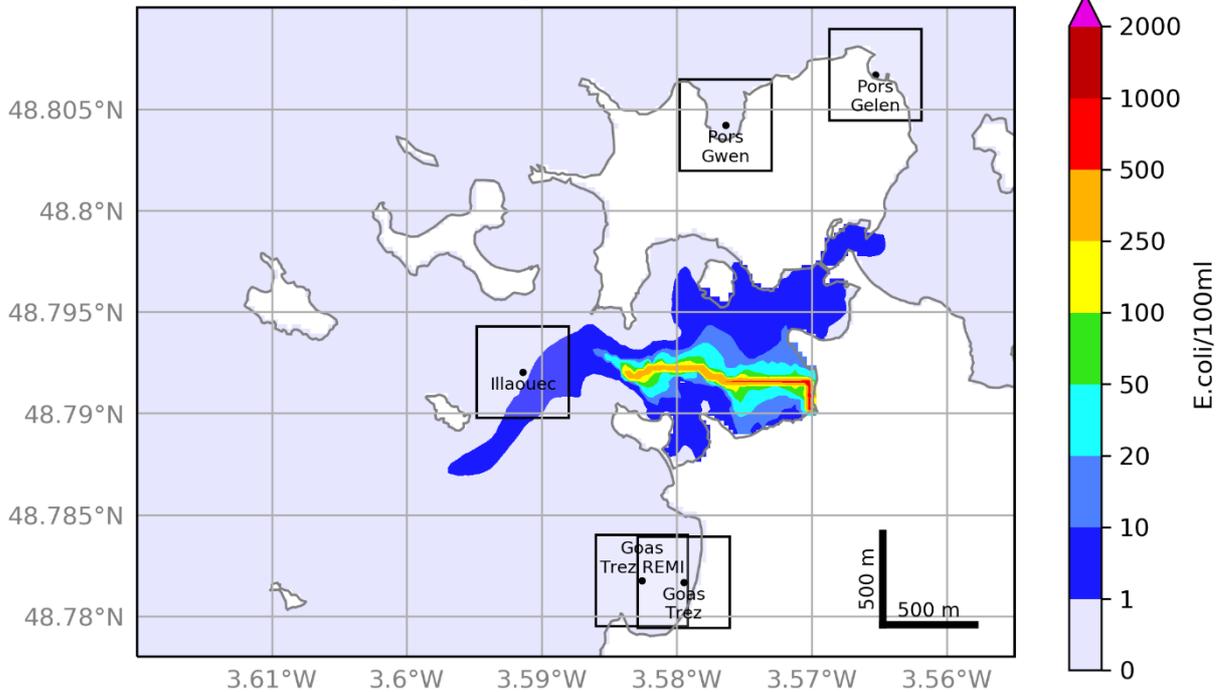


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

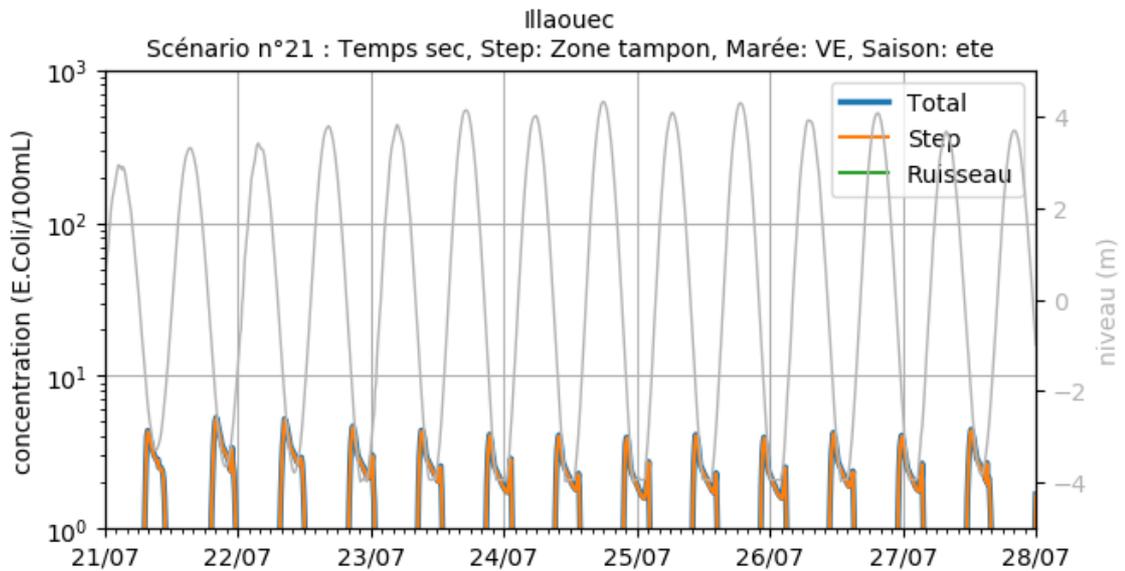


7.21 SCENARIO 21

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°21 : Temps sec, Step: Zone tampon, Marée: VE, Saison: ete

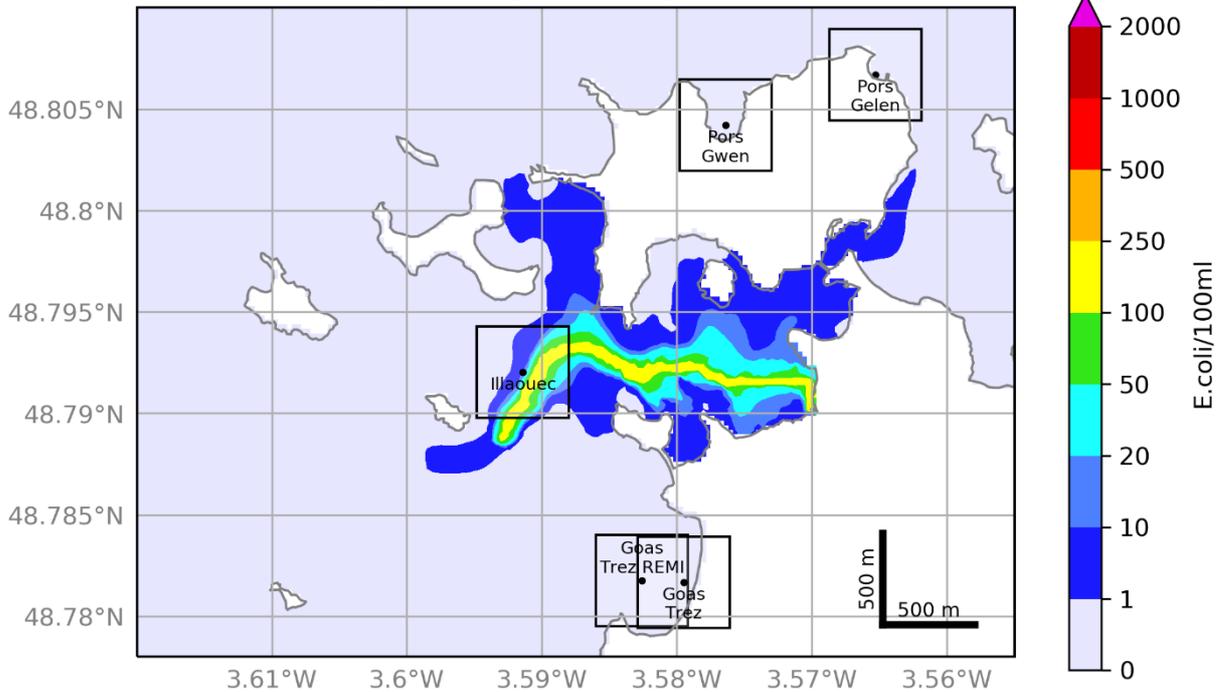


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

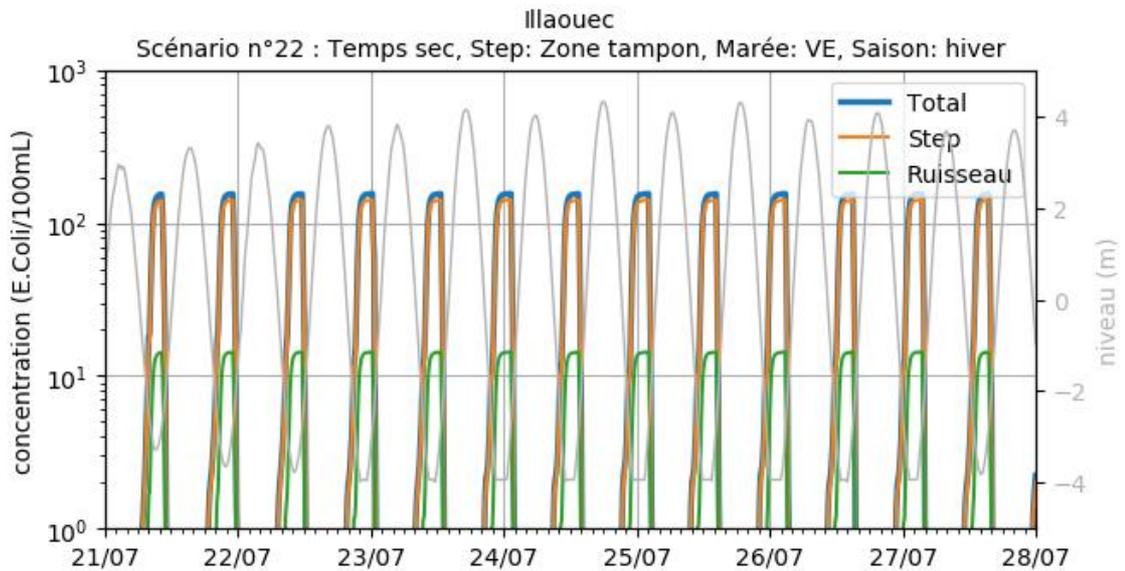


7.22 SCENARIO 22

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°22 : Temps sec, Step: Zone tampon, Marée: VE, Saison: hiver

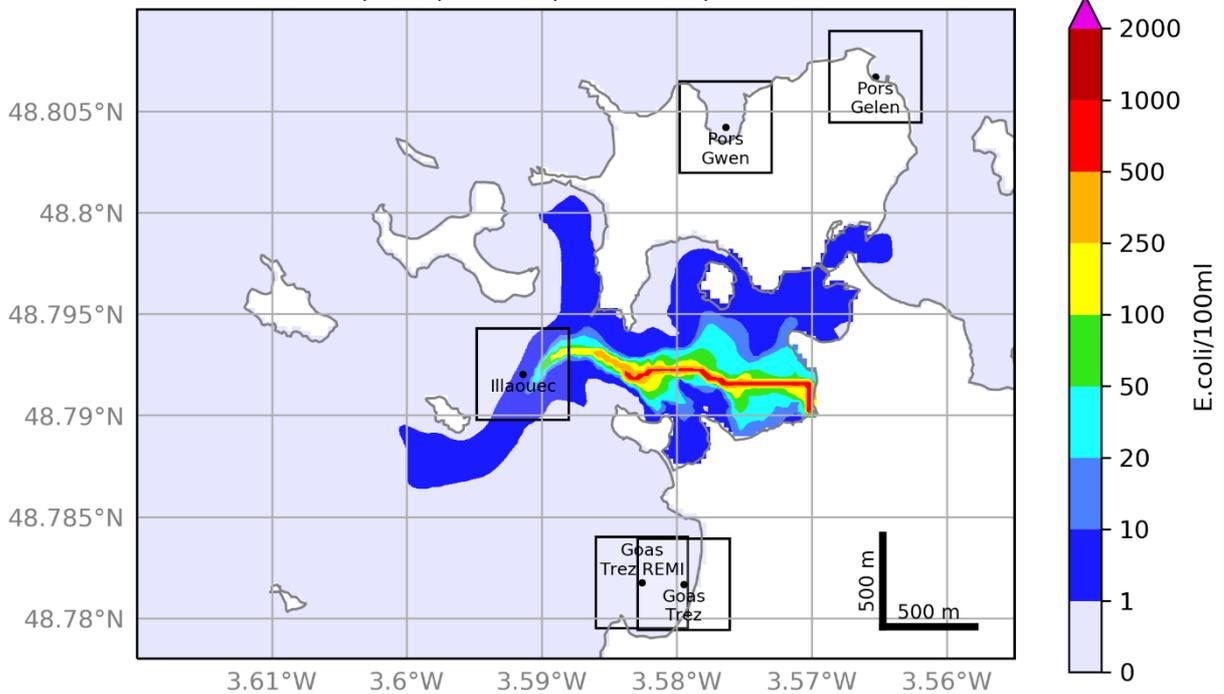


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

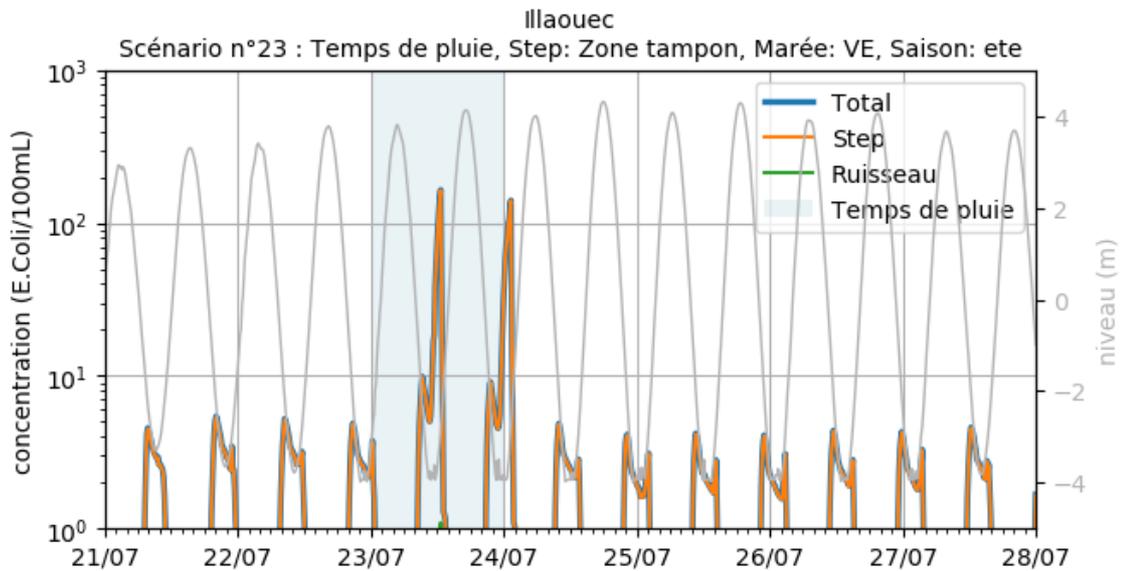


7.23 SCENARIO 23

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°23 : Temps de pluie, Step: Zone tampon, Marée: VE, Saison: ete

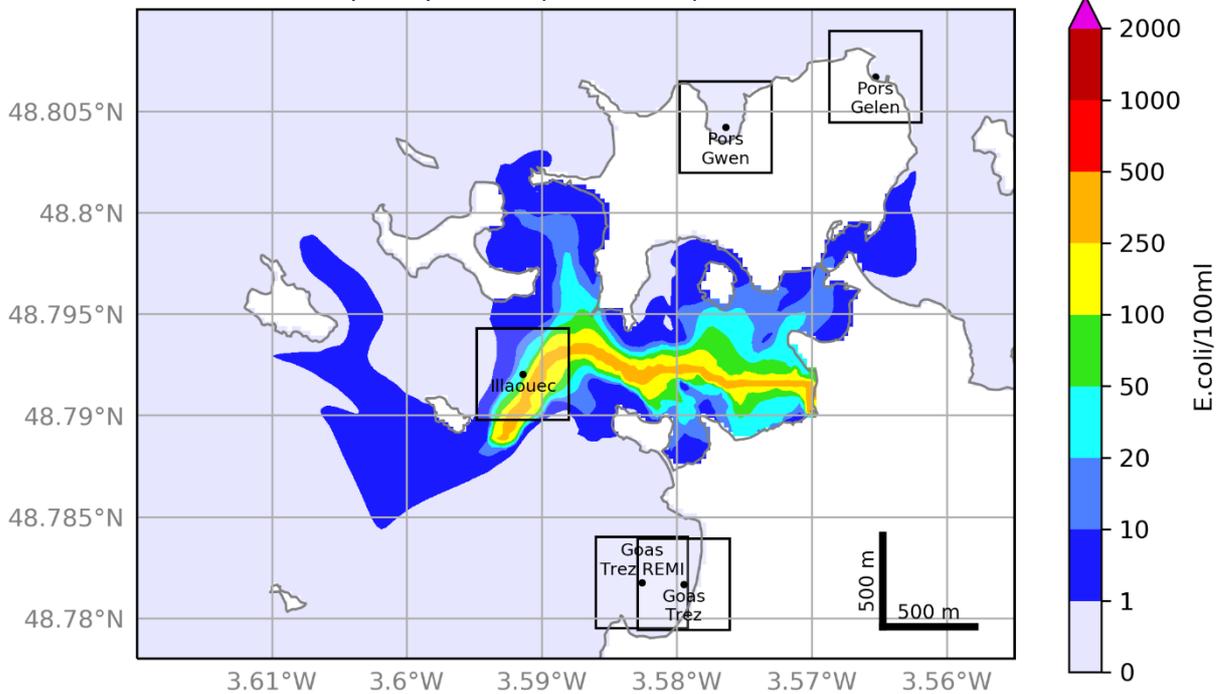


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

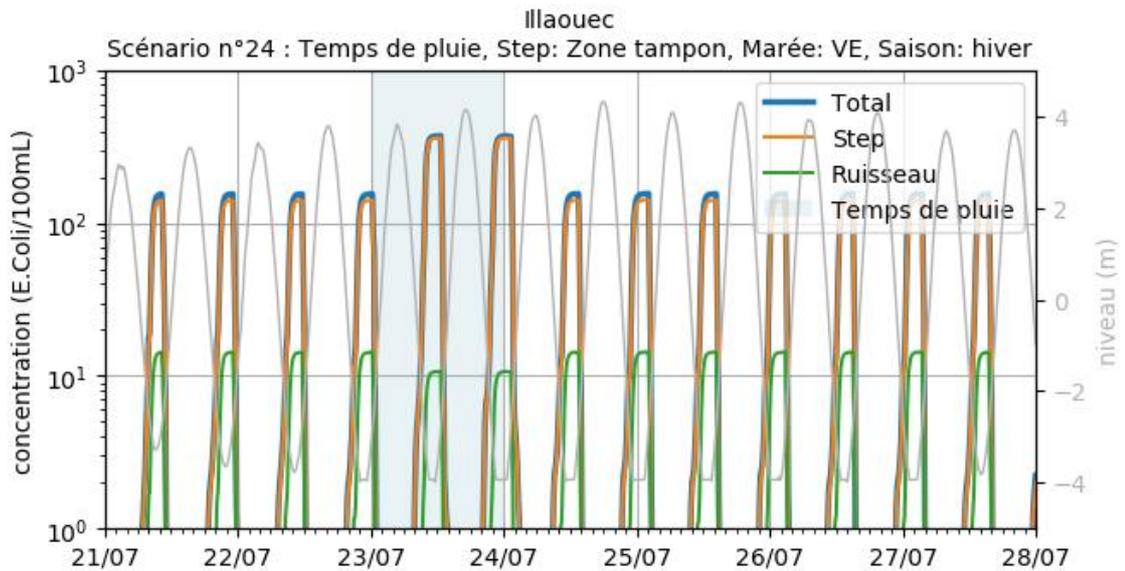


7.24 SCENARIO 24

Concentrations maximales au cours de la simulation  
 Scénario n°24 : Temps de pluie, Step: Zone tampon, Marée: VE, Saison: hiver

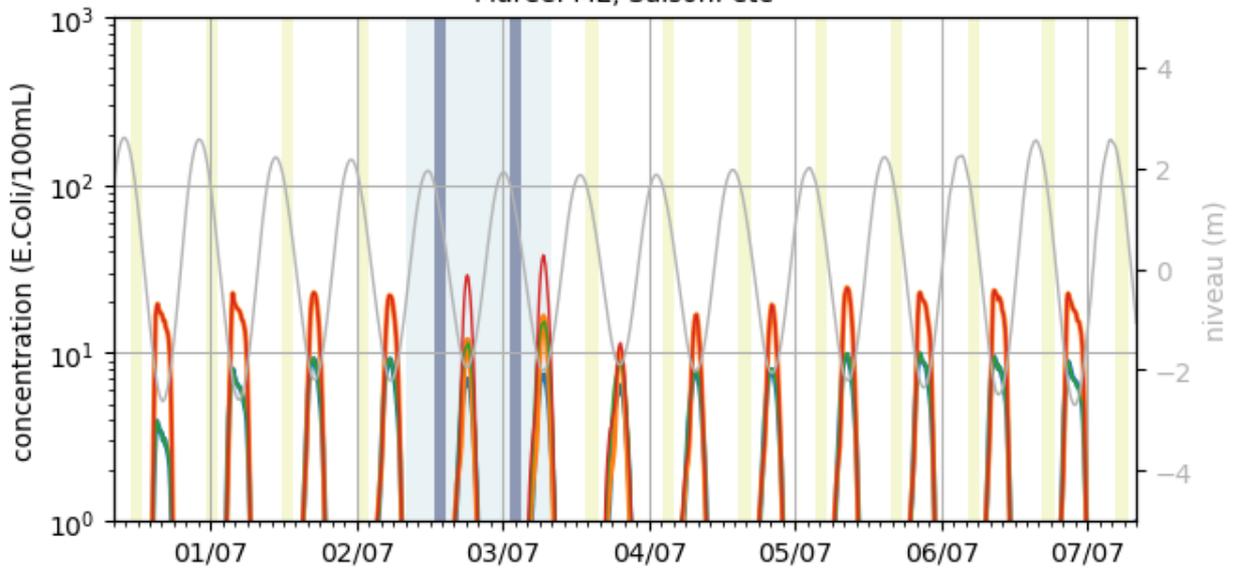


Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans un carré de 500m de côté autour du point)

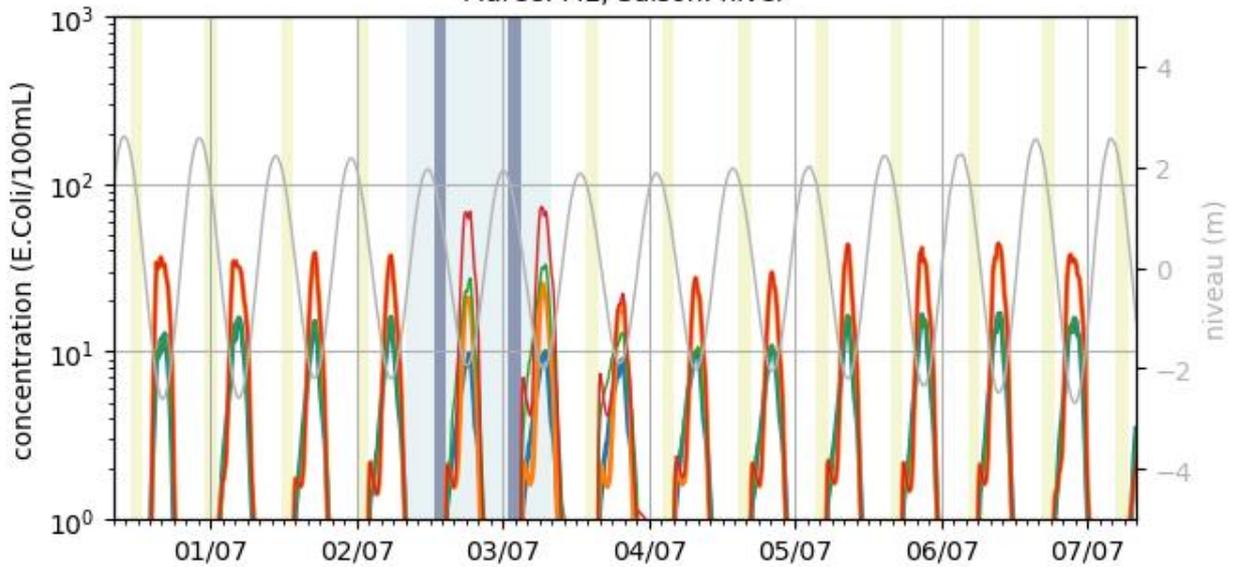


### 7.25 EVOLUTION DE LA CONCENTRATION DANS LA ZONE ILLAOUEC POUR LES MAILLES OU LE NIVEAU D'EAU DEPASSE 50 CM

Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans les mailles avec plus de 50cm d'eau  
 dans un carré de 500m de côté autour du point)  
 Illaouec  
 Marée: ME, Saison: ete



Marée: ME, Saison: hiver

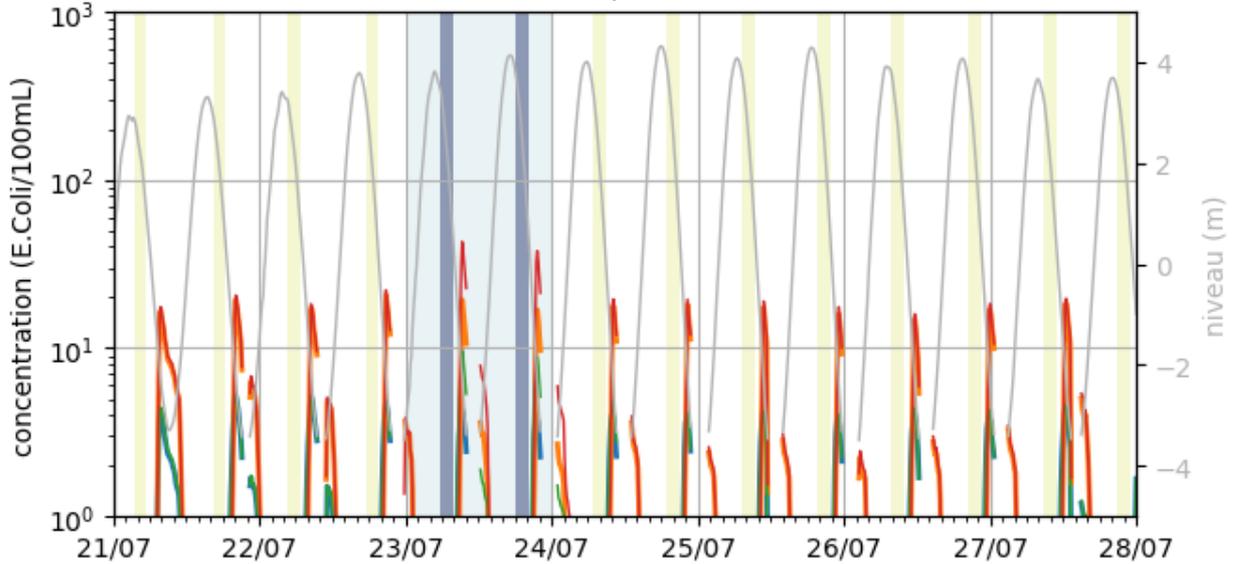


- Temps sec, Step: Zone tampon
- Temps sec, Step: Vanne
- Temps de pluie, Step: Zone tampon
- Temps de pluie, Step: Vanne
- Temps de pluie
- Ouverture vanne
- Ouverture vanne

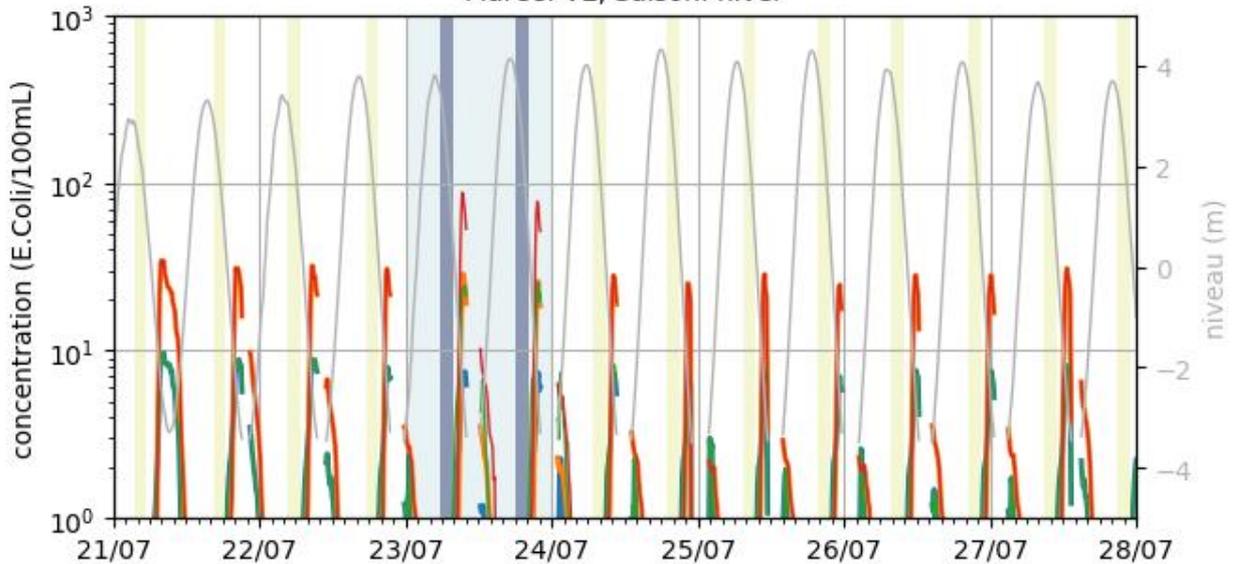
Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans les mailles avec plus de 50cm d'eau  
 dans un carré de 500m de côté autour du point)

Il-laouec

Marée: VE, Saison: ete



Marée: VE, Saison: hiver

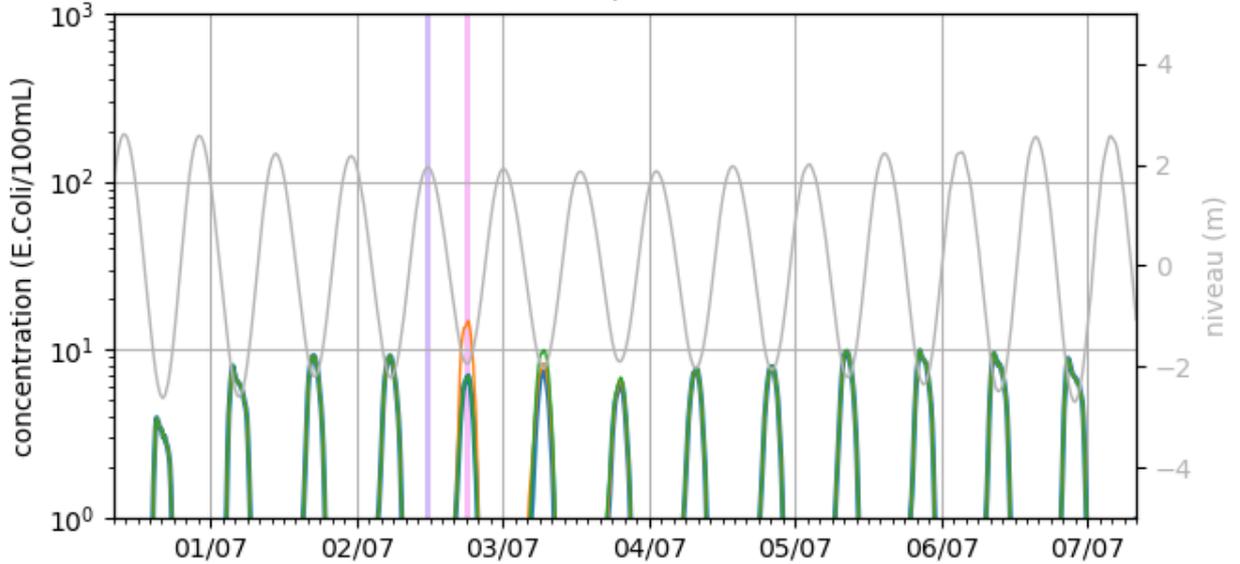


- Temps sec, Step: Zone tampon
- Temps sec, Step: Vanne
- Temps de pluie, Step: Zone tampon
- Temps de pluie, Step: Vanne
- Temps de pluie
- Ouverture vanne
- Ouverture vanne

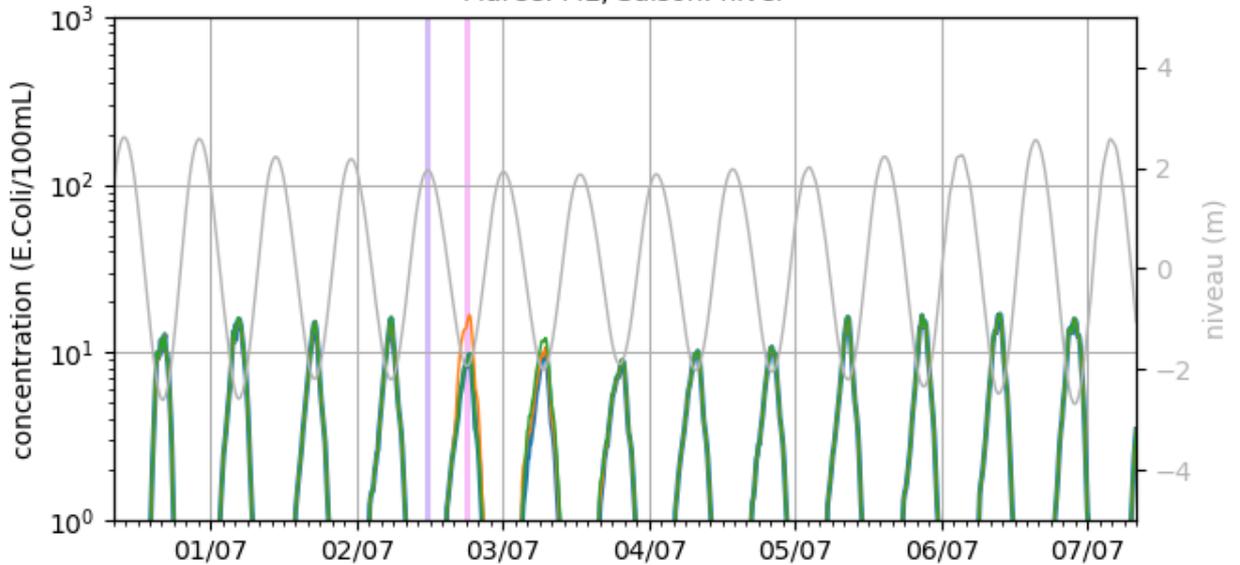
Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans les mailles avec plus de 50cm d'eau  
 dans un carré de 500m de côté autour du point)

Il-laouec

Marée: ME, Saison: ete



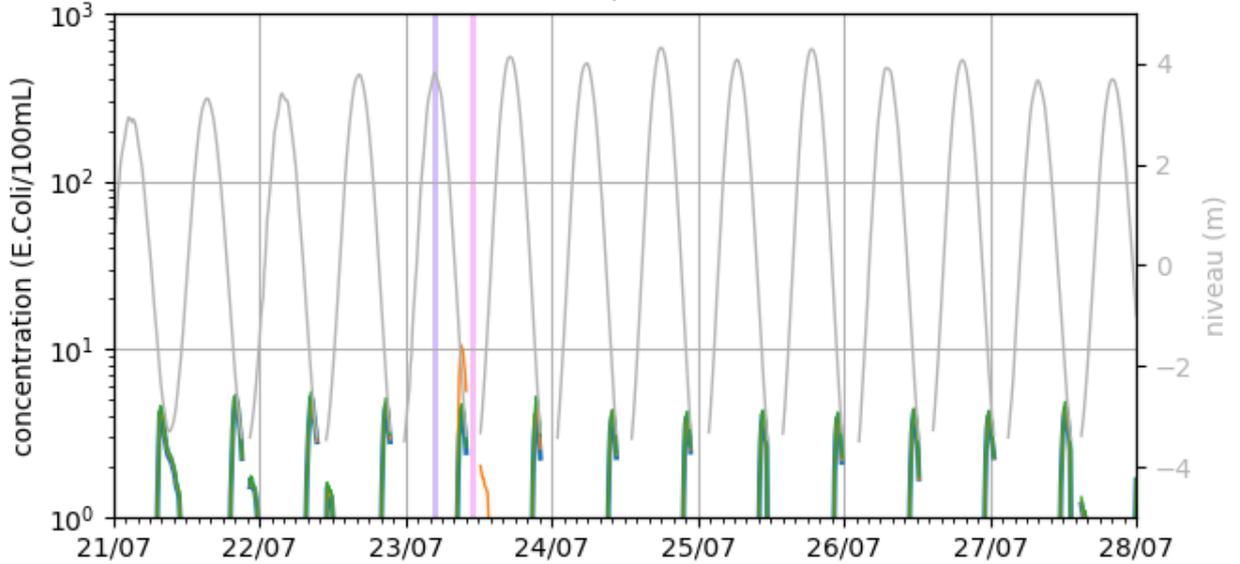
Marée: ME, Saison: hiver



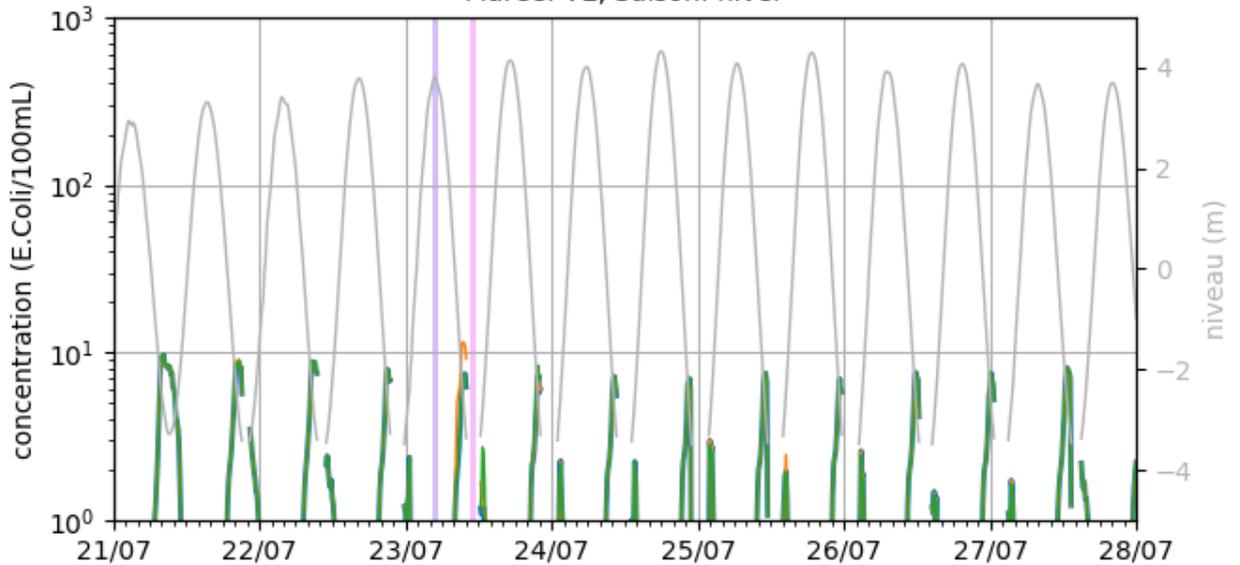
- Temps sec, Step: Zone tampon
- Step: Pic horaire à PM
- Step: Pic horaire à BM
- Pic horaire PM
- Pic horaire BM

Evolution de la concentration en E.Coli  
 (maximum dans les mailles avec plus de 50cm d'eau  
 dans un carré de 500m de côté autour du point)  
 Illaouec

Marée: VE, Saison: ete



Marée: VE, Saison: hiver



- Temps sec, Step: Zone tampon
- Step: Pic horaire à PM
- Step: Pic horaire à BM
- Pic horaire PM
- Pic horaire BM