



Lannion-Trégor Communauté

**Mise à jour de l'étude de  
courantologie et de dispersion  
dans la baie dans le cadre du  
projet de réhabilitation du  
système d'assainissement de  
Perros-Guirec**

**Rapport intermédiaire :**

**Présentation du milieu,  
proposition de scénarios et  
résultats des 14 premiers  
scénarios**

Siège social

36, quai de la Douane – 29200 Brest – France  
Tel : +33 298 44 24 51 – Fax : +33 298 46 91 04  
Email : [info@actimar.fr](mailto:info@actimar.fr) – Web : [www.actimar.fr](http://www.actimar.fr)

ACTIMAR  
Au service de la mer



## Approbation

Rédaction	Validation	Approbation
Christelle HERRY	Marc Pavec	
18/05/2018	18/05/2018	

## Liste de diffusion

Destinataire	Organisme

## Suivi des modifications

<b>Version</b>	<b>Modifications</b>	<b>Rédacteurs</b>	<b>Date</b>
V.1.0	Création : description du milieu et proposition de scénarios	Christelle HERRY	23/03/2018
V2.0	Résultats des premiers scénarios	Christelle HERRY	17/04/2018
V3.0	Ajout des résultats des scénarios 9 à 14	Christelle HERRY	18/05/2018

## Sommaire

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>10</b>
<b>2. CONDITIONS METEO-OCEANIQUES .....</b>	<b>11</b>
2.1 CONDITIONS DE VENT .....	11
2.2 CONDITIONS OCEANIQUES .....	13
2.2.1 Marée .....	13
2.2.2 Courant .....	13
<b>3. PRESENTATION DU MODELE HYDRODYNAMIQUE .....</b>	<b>15</b>
3.1 LE LOGICIEL SEAMER .....	15
3.1.1 Emprise et bathymétrie du modèle d'étude.....	16
3.1.2 Conditions aux limites .....	16
3.2 CALIBRATION DU MODELE D'ETUDE .....	17
3.2.1 Validation des niveaux .....	17
3.2.2 Analyse qualitative des courants .....	19
<b>4. CONDITIONS DE SIMULATION .....</b>	<b>22</b>
4.1.1 conditions météo océaniques .....	22
4.1.2 Caractérisation des rejets .....	23
4.1.3 Conditions de mortalité des bactéries.....	27
4.1.4 Synthèse : Scénarios proposés .....	28
<b>5. RESULTATS .....</b>	<b>30</b>
5.1 CONCENTRATIONS INSTANTANÉES .....	31
5.2 CONCENTRATIONS MAXIMALES.....	34
5.2.1 Concentration totale .....	34

5.2.2	Influence de la station d'épuration .....	39
5.3	EVOLUTION DE LA CONCENTRATION AU NIVEAU DES ZONES DE BAINNADES.....	42
5.3.1	Mode de suivi .....	42
5.3.2	Résultats en fonctionnement normal de la station ( $10^3$ E.Coli/100ml).....	43
5.3.3	Influence de la station d'épuration .....	49

## Liste des illustrations

Figure 2-1. Distributions de la vitesse et de la direction du vent au large de Perros-Guirec (CFSR) .....	11
Figure 2-2. Statistiques sur la vitesse du vent au large de Perros-Guirec (CFSR) .....	12
Figure 2-3. Niveaux de référence à Perros Guirec (source : SHOM - RAM 2017) .....	13
Figure 2-4 : Vitesse maximale des courants de vive-eau moyenne (Source : SHOM ; data.shom.fr) .....	14
Figure 3-1 : Emprise du modèle d'étude .....	16
Figure 3-2. Imbrication des modèles dans le processus gigogne .....	17
Figure 3-3 : Evolution des niveaux d'eau calculés par le modèle SEAMER et prédits par le SHOM à Perros-Guirec au mois de Juillet 2017 .....	18
Figure 3-4 : Comparaison des niveaux d'eau calculés par le modèle SEAMER et prédits par le SHOM à Perros-Guirec au mois de Juillet 2017 .....	19
Figure 3-5 : Cartes du courant modélisé au flot (haut) et à pleine mer (bas), évolution du niveau d'eau au large de Perros-Guirec. ....	20
Figure 3-6 : Cartes du courant modélisé au jusant (haut) et à basse mer (bas), évolution du niveau d'eau au large de Perros-Guirec. ....	21
Figure 4-1. Position des points de rejets.....	23
Figure 4-2 : Relations entre la profondeur, la turbidité, l'intensité lumineuse et les T90	28
Figure 5-1 : Panache à pleine mer en période de morte-eau (gauche) et de vive-eau (droite) (Scénarios 1 et 2) .....	32
Figure 5-2 : Panache à marée descendante en période de morte-eau (gauche) et de vive-eau (droite) (Scénarios 1 et 2) .....	32
Figure 5-3 : Panache à basse mer en période de morte-eau (gauche) et de vive-eau (droite) (Scénarios 1 et 2) .....	33
Figure 5-4 : Panache à marée montante en période de morte-eau (gauche) et de vive-eau (droite) (Scénarios 1 et 2) .....	33
Figure 5-5 : Cartes de concentrations maximales pour les 4 scénarios de référence de morte-eau (scénarios 1, 3, 5 et 7) .....	36
Figure 5-6 : Cartes de concentrations maximales pour les 2 scénarios de conditions de rejet de la station dégradées de morte-eau (scénarios 9 et 11) .....	36

Figure 5-7 : Carte de concentrations maximales pour le scénario de vent de ENE conditions de morte-eau (scénario 13) .....	37
Figure 5-8 : Cartes de concentrations maximales pour les scénarios de vive-eau (scénarios 2, 4, 6 et 8) .....	37
Figure 5-9 : Cartes de concentrations maximales pour les 2 scénarios de conditions de rejet de la station dégradées de vive-eau (scénarios 10 et 12) .....	38
Figure 5-10 : Carte de concentrations maximales pour le scénario de vent de ENE conditions de vive-eau (scénario 14).....	38
Figure 5-11 : Cartes de concentrations maximales dues UNIQUEMENT à la station d'épuration pour les scénarios de morte-eau (scénarios 1 et 5) .....	40
Figure 5-12 : Cartes de concentrations maximales dues UNIQUEMENT à la station d'épuration pour les 2 scénarios de conditions de rejet de la station dégradées de morte-eau (scénarios 9 et 11) .....	40
Figure 5-13 : Carte de concentrations maximales dues UNIQUEMENT à la station d'épuration pour le scénario de vent de ENE conditions de morte-eau (scénarios 13).....	40
Figure 5-14 : Cartes de concentrations maximales dues UNIQUEMENT à la station d'épuration pour les scénarios vive-eau (scénarios 2 et 6) .....	41
Figure 5-15 : Cartes de concentrations maximales dues UNIQUEMENT à la station d'épuration pour les 2 scénarios de conditions de rejet de la station dégradées de vive-eau (scénarios 10 et 12) .....	41
Figure 5-16 : Carte de concentrations maximales dues UNIQUEMENT à la station d'épuration pour le scénario de vent de ENE conditions de vive-eau (scénarios 14) .....	41
Figure 5-17 : Points ARS (rouge) et zones de suivi des concentrations .....	42
Figure 5-18 : Evolution des concentrations au niveau de la plage de Trestraou.....	44
Figure 5-19 : Evolution des concentrations au niveau de la plage de Trestignel .....	45
Figure 5-20 : Evolution des concentrations au niveau du bassin du Lenn .....	46
Figure 5-21 : Evolution des concentrations au niveau de la plage de Renan.....	47
Figure 5-22 : Evolution des concentrations au niveau de la plage de Nanthouar .....	48
Figure 5-23 : Evolution des concentrations (totales et dues à la station d'épuration uniquement) au niveau du bassin du Lenn.....	50
Figure 5-24 : Evolution des concentrations (totales et dues à la station d'épuration uniquement) au niveau de la plage de Renan .....	51
Figure 5-24 : Evolution des concentrations (totales et dues à la station d'épuration uniquement) au niveau de la plage de Trestraou .....	53

**Figure 5-24 : Evolution des concentrations (totales et dues à la station d'épuration uniquement) au niveau de la plage de Trestignel .....54**

**Figure 5-24 : Evolution des concentrations (totales et dues à la station d'épuration uniquement) au niveau du bassin du Lenn.....55**

**Figure 5-24 : Evolution des concentrations (totales et dues à la station d'épuration uniquement) au niveau de la plage de Renan .....56**

**Figure 5-24 : Evolution des concentrations (totales et dues à la station d'épuration uniquement) au niveau de la plage de Nanthouar .....57**

## Liste des tableaux

Tableau 4-1 : Position des émissaires en mer des rejets pluviaux.....	23
Tableau 4-2 : Rejets mesurés par temps sec .....	24
Tableau 4-3 : Rejets mesurés par temps de pluie.....	25
Tableau 4-4 : Rejets mesurés sur le Dourbian en amont de la station d'épuration ...	25
Tableau 4-5 : Bilan des rejets pris en compte dans le modèle .....	26
Tableau 4-6 : Scénarios proposés .....	29

# 1. INTRODUCTION

---

Dans le cadre de la mise aux normes et de la réhabilitation du système d'assainissement de Perros-Guirec un nouveau dossier d'autorisation va devoir être déposé par LTC en 2018.

Il apparaît nécessaire d'intégrer dans cette démarche la question de l'impact des effluents rejetés en mer sur la qualité des eaux littorales. C'est pourquoi, Lannion-Trégor Communauté a sollicité ACTIMAR pour réaliser une mise à jour de l'étude de courantologie et de dispersion dans la baie réalisée en 2004 par le bureau d'études Seamer.

La présente étude a donc pour objectif d'évaluer la dispersion du rejet de la STEP dans différentes conditions météo-océaniques, et pour différentes positions de rejet envisagées. Les rejets des exutoires pluviaux des communes de Perros-Guirec et de Louannec, par temps sec ou par temps de pluie, sont également pris en compte.

La modélisation s'appuie sur un modèle mis en place à l'aide du code Seamer. Les caractéristiques de ce modèle sont données au paragraphe 3.

En se basant sur l'étude des conditions météo-océaniques (paragraphe 2) et des rejets dans la zone, cette note d'avancement établit une proposition de scénarios à modéliser (paragraphe 4).

# 2. CONDITIONS METEO-OCEANIQUES

## 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 Perros-Guirec. La Figure 2-2 fournit les statistiques mensuelles de vitesse.

Les vents au large proviennent principalement des secteurs Sud-Ouest à Ouest d'une part et Est-Nord-Est d'autre part. Les vents d'ENE sont surtout dominants au printemps. La vitesse moyenne mensuelle du vent évolue entre 6 m/s en été et 10 m/s en hiver.

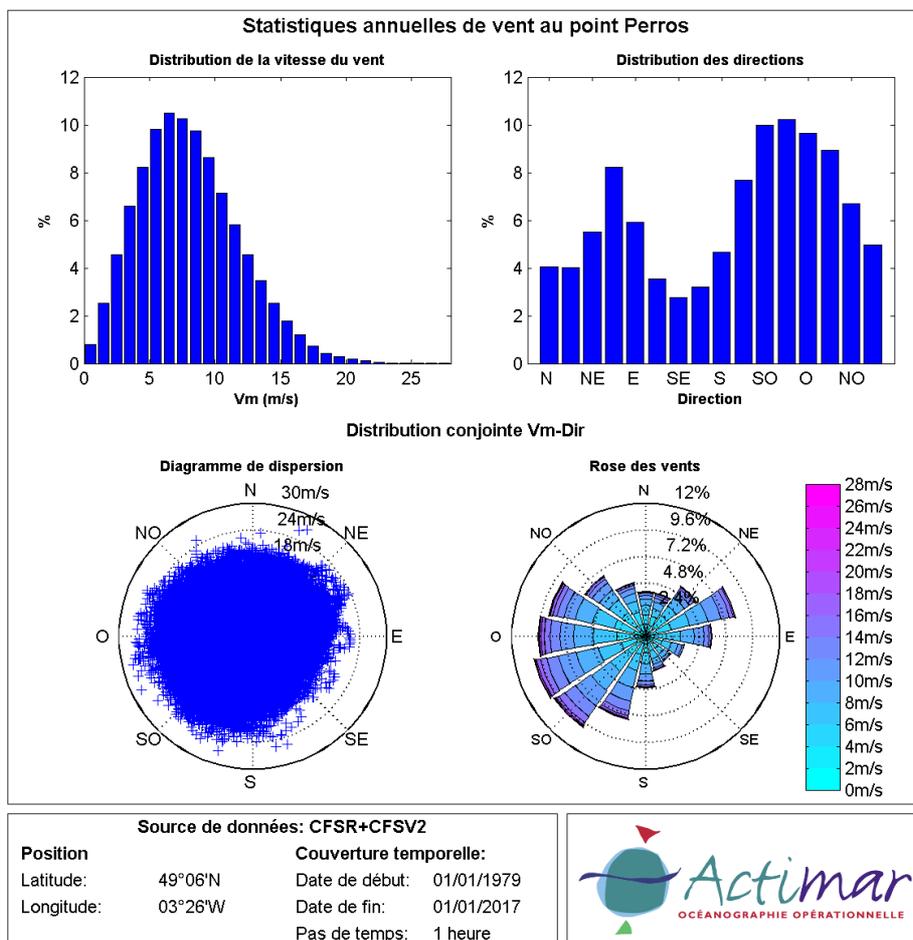
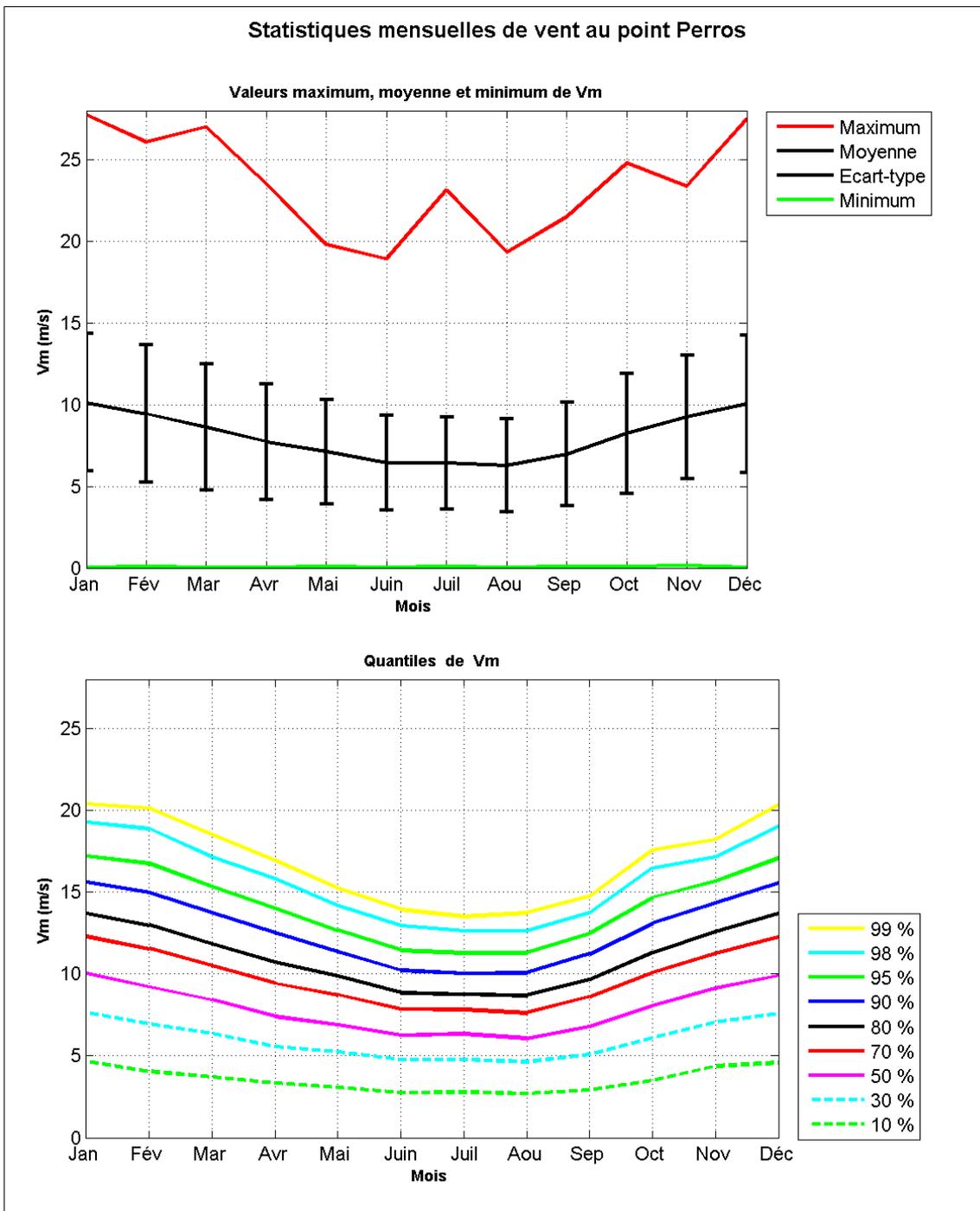


Figure 2-1. Distributions de la vitesse et de la direction du vent au large de Perros-Guirec (CFSR)



Source de données: CFSR+CFSV2

**Position**

Latitude: 49°06'N  
Longitude: 03°26'W

**Couverture temporelle:**

Date de début: 01/01/1979  
Date de fin: 01/01/2017  
Pas de temps: 1 heure



Figure 2-2. Statistiques sur la vitesse du vent au large de Perros-Guirec (CFSR)

## 2.2 CONDITIONS OCEANIQUES

### 2.2.1 MAREE

La marée est de type macro-tidal (forte amplitude) et semi-diurne. Le niveau moyen au port de Perros-Guirec est de 5.52 m par rapport au zéro hydrographique. Le marnage est de 8.05 m en vive-eau moyenne et de 3.85 m en morte-eau moyenne. (Données SHOM, Références Altimétriques Maritimes, 2017).

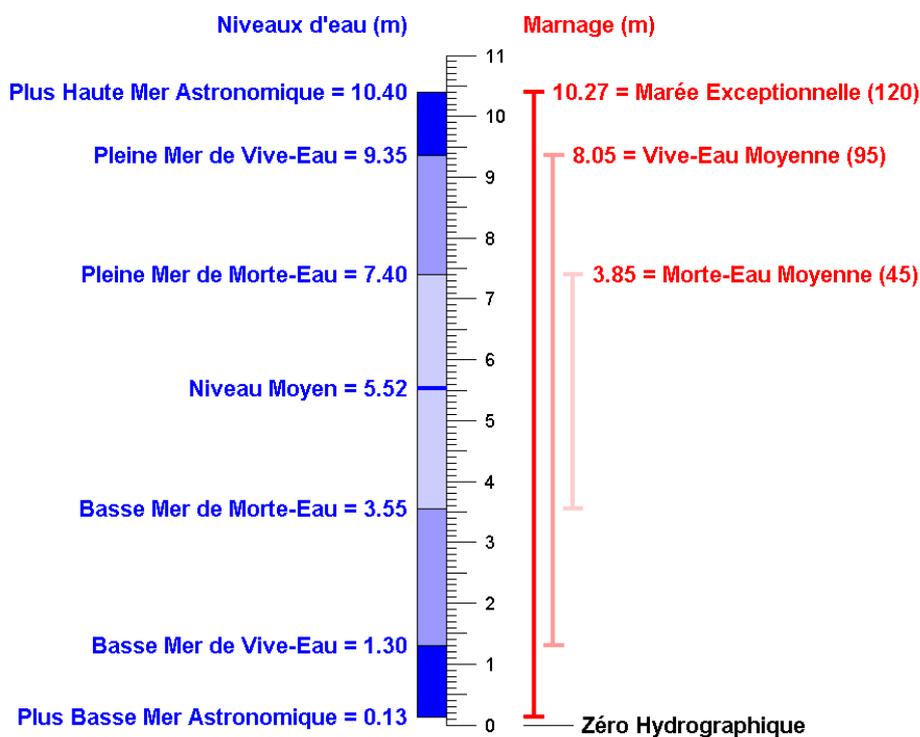


Figure 2-3. Niveaux de référence à Perros Guirec (source : SHOM - RAM 2017)

### 2.2.2 COURANT

Les courants au large sont alternatifs. Ils portent vers l'Est au flot et à l'Ouest pendant le jusant. Entre Perros-Guirec et l'île Tomé la direction des courants est fortement modifiée par la présence de la côte. La Figure 2-4 donne, à titre indicatif, les courants de marée de vive-eau moyenne estimés par le SHOM dans la zone. Les courants de vive-eau sont maximaux entre la côte et l'île Tomé. Ils dépassent 3 nœuds, localement, au niveau de la pointe Sud de l'île et 2 nœuds dans une grande partie de la passe Ouest, entre la Pointe du Château et l'île Tomé.

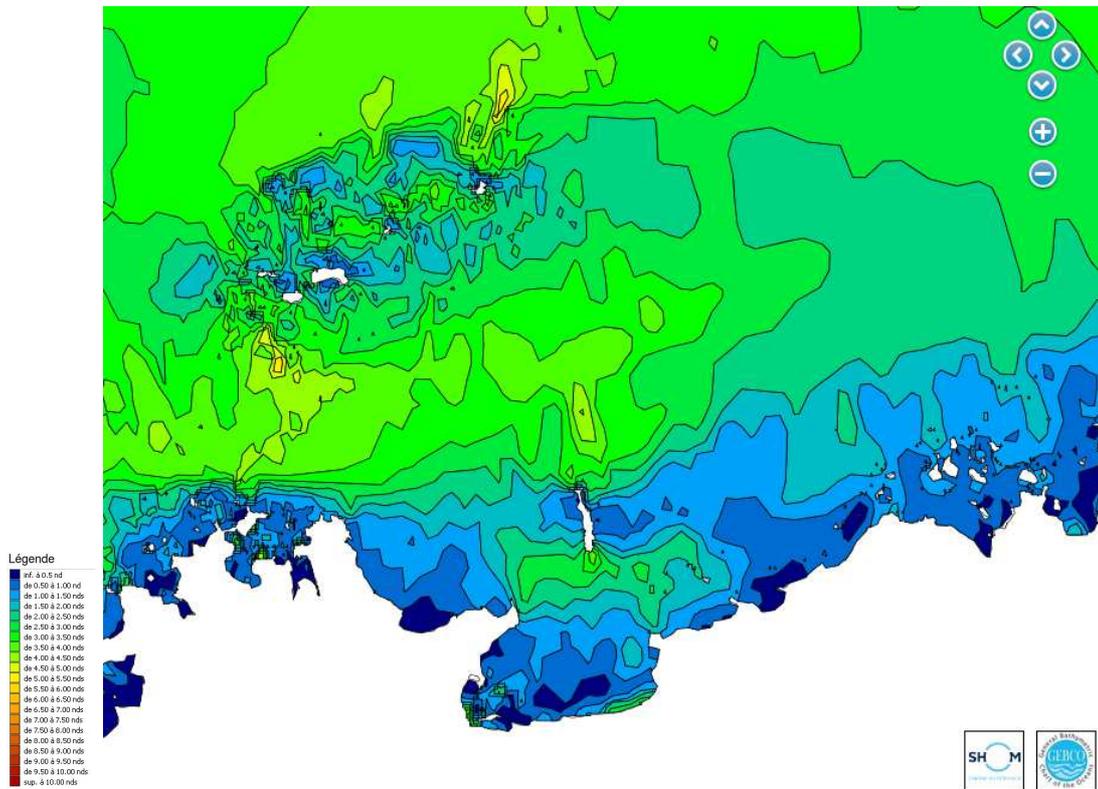


Figure 2-4 : Vitesse maximale des courants de vive-eau moyenne (Source : SHOM ; data.shom.fr)

# 3. PRESENTATION DU MODELE HYDRODYNAMIQUE

---

Le principe de cette modélisation est de reproduire (simuler) les mécanismes qui régissent les teneurs en germes bactériens (d'origine humaine) 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 particulaires, 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).

### 3.1.1 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**. L'emprise du modèle est donnée à la Figure 3-1. Il englobe largement l'ensemble du littoral de la commune. Les limites géographiques exactes du domaine de calcul sont les suivantes (en WGS84) :

- ✓ Nord : 48° 50' 58.55" N
- ✓ Sud : 48° 47' 48.34" N
- ✓ Est : 3° 22' 55.82" O
- ✓ Ouest : 3° 30' 43.33" O

La bathymétrie du modèle a été obtenue à l'aide des données du SHOM disponibles sur la zone, ainsi que des données acquises par la société Alidade en 2004.

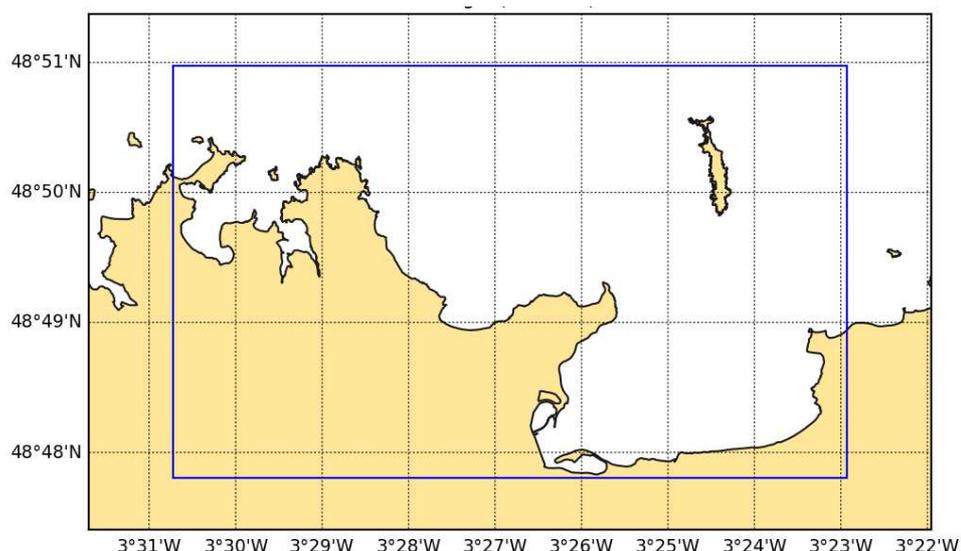


Figure 3-1 : Emprise du modèle d'étude

### 3.1.2 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 **PREVIMER**. Cet atlas a été réalisé par analyse harmonique des résultats d'un modèle MARS 2D couvrant l'Ouest de la Manche avec une résolution de 250m.

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

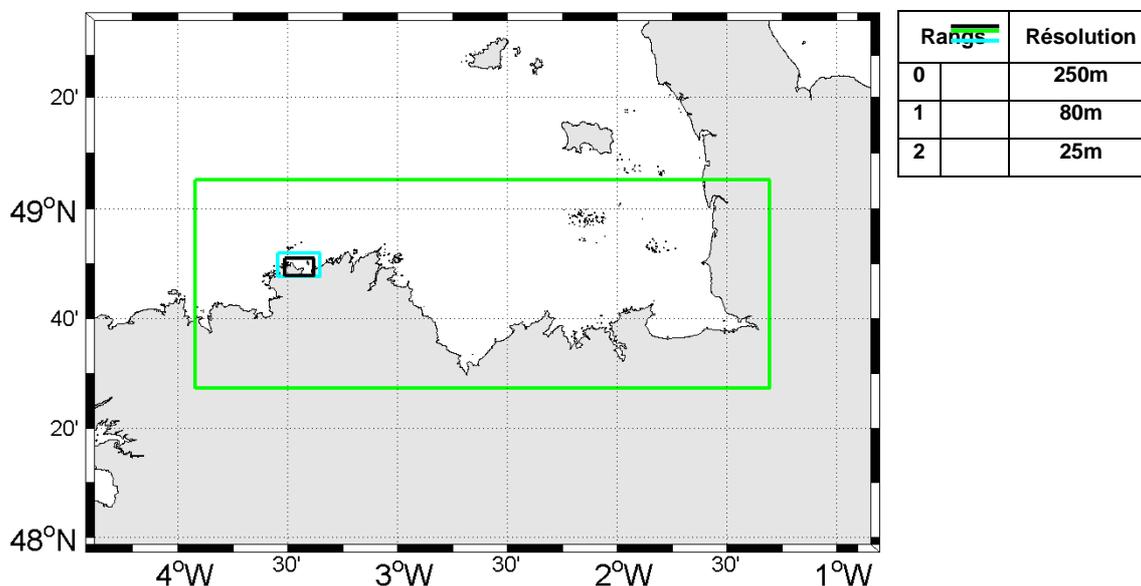


Figure 3-2. Imbrication des modèles dans le processus gigogne

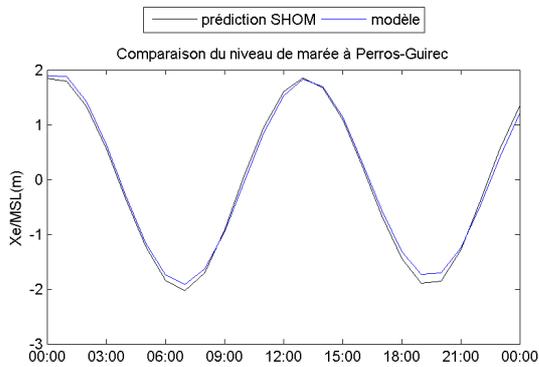
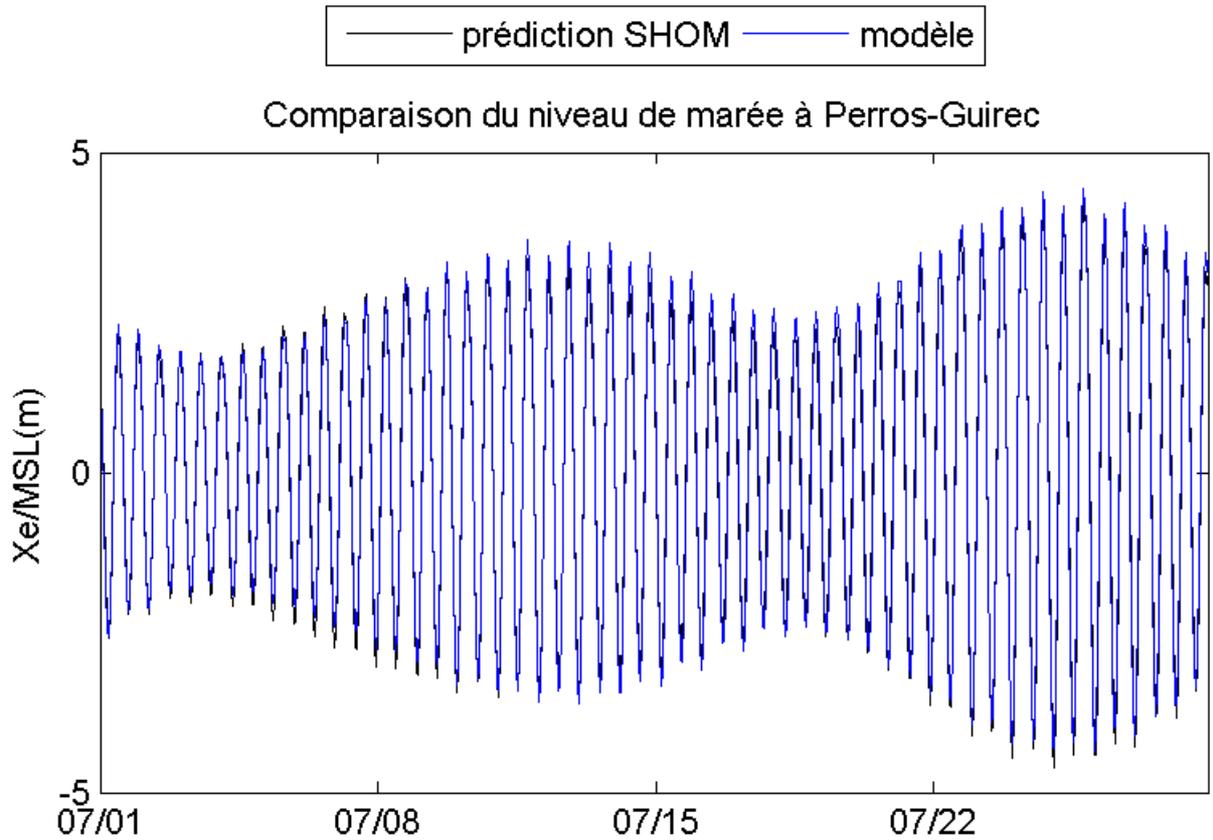
## 3.2 CALIBRATION DU MODELE D'ETUDE

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 :

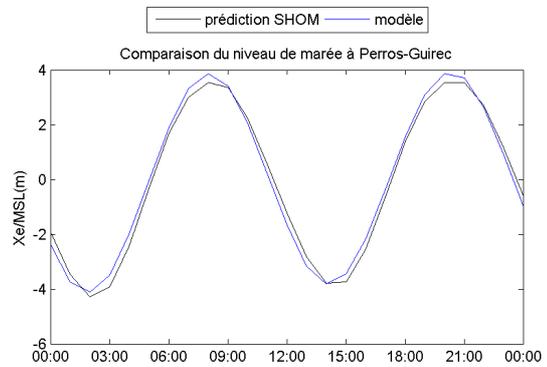
- Les hauteurs d'eau calculées par le modèle ont été comparées aux niveaux de marée prédits par le SHOM.
- En l'absence de mesures, les courants calculés par le modèle ont été analysés qualitativement.

### 3.2.1 VALIDATION DES NIVEAUX

Une simulation a été réalisée, en conditions de marée seule, sur le mois de juillet 2017 pour 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 Perros-Guirec (Source : <http://maree.shom.fr>). La Figure 3-3 présente les séries temporelles de hauteur d'eau modélisées et prédites, sur la totalité du mois (en haut) et sur un cycle de morte-eau moyenne (en bas à gauche) et de vive-eau moyenne (en bas à droite). Le modèle reproduit bien le cycle de marée. Il a une légère tendance à sous-estimer le marnage en période de morte-eau et à le surestimer en vive-eau. Le diagramme de dispersion, donné à la Figure 3-4, souligne une très bonne cohérence entre les deux estimations : le coefficient de corrélation est de 0.99, le biais de mois de 5cm et l'erreur quadratique moyenne est de l'ordre de 25cm. Le modèle reproduit donc de façon satisfaisante les niveaux.



Morte-eau moyenne



Vive-eau moyenne

Figure 3-3 : Evolution des niveaux d'eau calculés par le modèle SEAMER et prédits par le SHOM à Perros-Guirec au mois de Juillet 2017

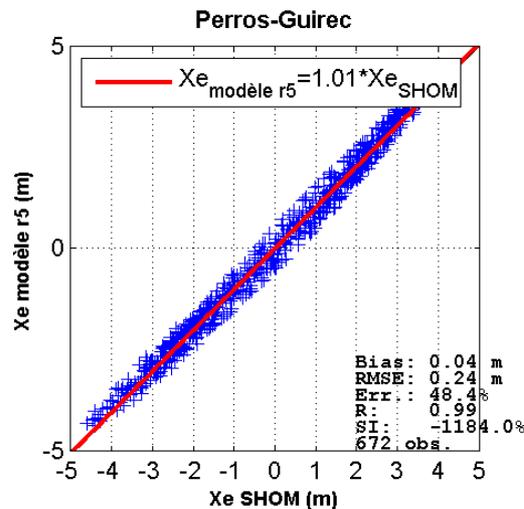


Figure 3-4 : Comparaison des niveaux d'eau calculés par le modèle SEAMER et prédits par le SHOM à Perros-Guirec au mois de Juillet 2017

### 3.2.2 ANALYSE QUALITATIVE DES COURANTS

Les figures suivantes montrent l'évolution du courant dans le modèle au cours d'un cycle de marée de vive-eau (coefficient 90):

- Au flot, le courant au large venant de l'Ouest se divise en deux aux abords de l'île Tomé :
  - Une veine de courant, orienté vers le NE, contourne l'île par le Nord.
  - Une autre veine de courant, orienté vers le SE, passe entre la Pointe du Chateau et le Sud de l'île. Cette seconde veine, où les vitesses sont importantes (supérieures à 1 m/s, voire 1.5 m/s localement au Sud de l'île), atteint ensuite l'anse de Perros et ressort entre Port l'Epine et l'île.

Dans l'anse de Perros, les courants sont faibles et orientés vers le port (Sud-Sud-Ouest).

- A Pleine mer, les courants sont faibles. Au large, ils sont toujours orientés vers l'Est. Mais, dans le fond de l'anse de Perros, ils se renversent.
- Au jusant, le courant au large vient de l'Est. Il se divise en deux à l'Est de l'île Tomé :
  - Une veine de courant contourne l'île par le Nord
  - Une autre veine de courant, s'oriente vers le SO et passe entre Port l'Epine et l'île. Puis elle ressort, en direction du NO, entre la Pointe du Château et l'île accompagnée des flux provenant de l'anse de Perros. Les vitesses sont maximales au sud de l'île Tomé où elles atteignent 1.5 m/s et, plus généralement, dans la passe Ouest où elles sont supérieures à 1m/s sur une large zone, entre la Pointe du Château et le Sud de l'île.
- A Basse Mer, l'anse de Perros est presque entièrement découverte. Les courants sont très faibles.

Les courants simulés sont cohérents avec les traits principaux fournis par les atlas de courants du SHOM ainsi qu'avec les résultats de l'étude de courantologie de 2004.

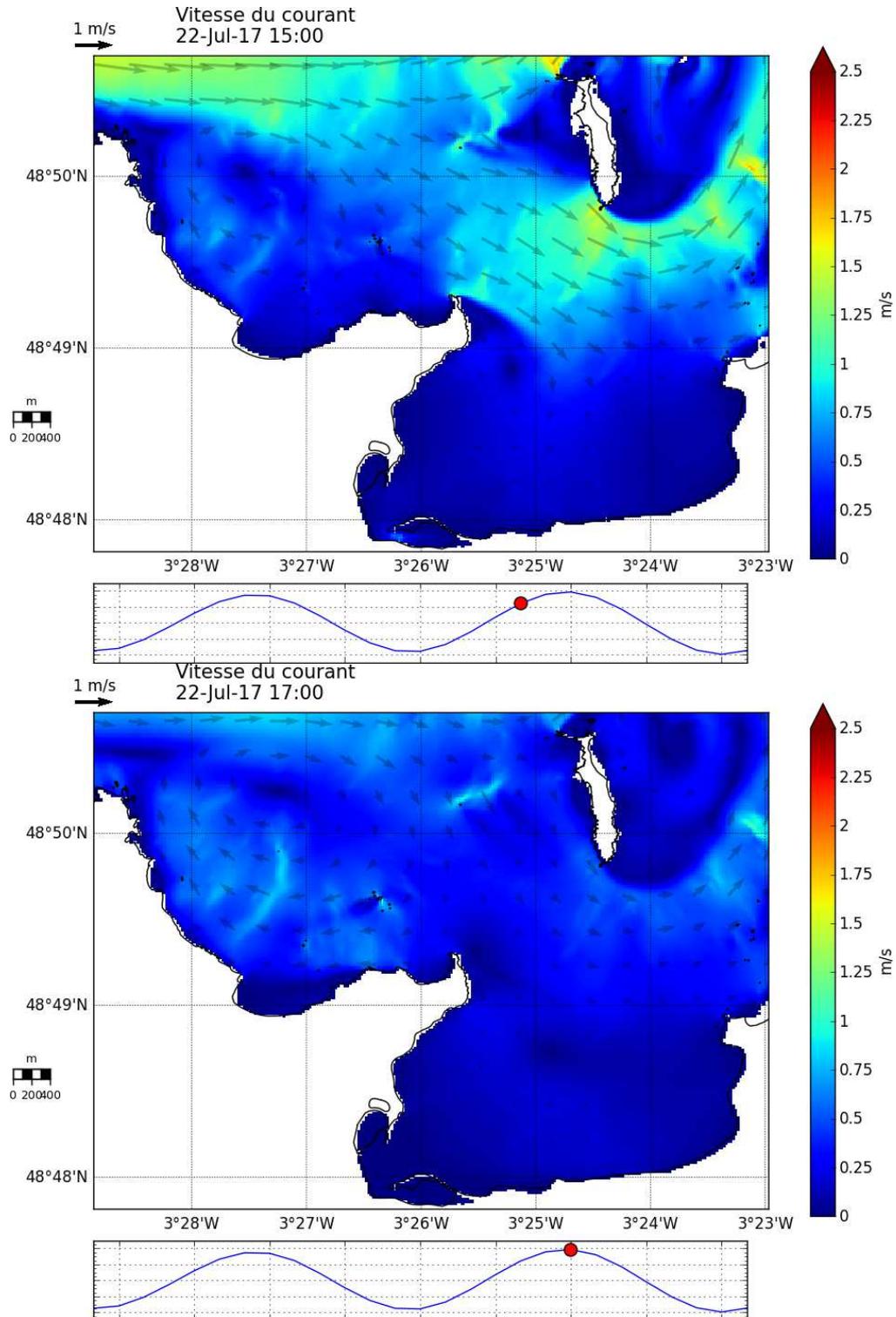


Figure 3-5 : Cartes du courant modélisé au flot (haut) et à pleine mer (bas), évolution du niveau d'eau au large de Perros-Guirec.

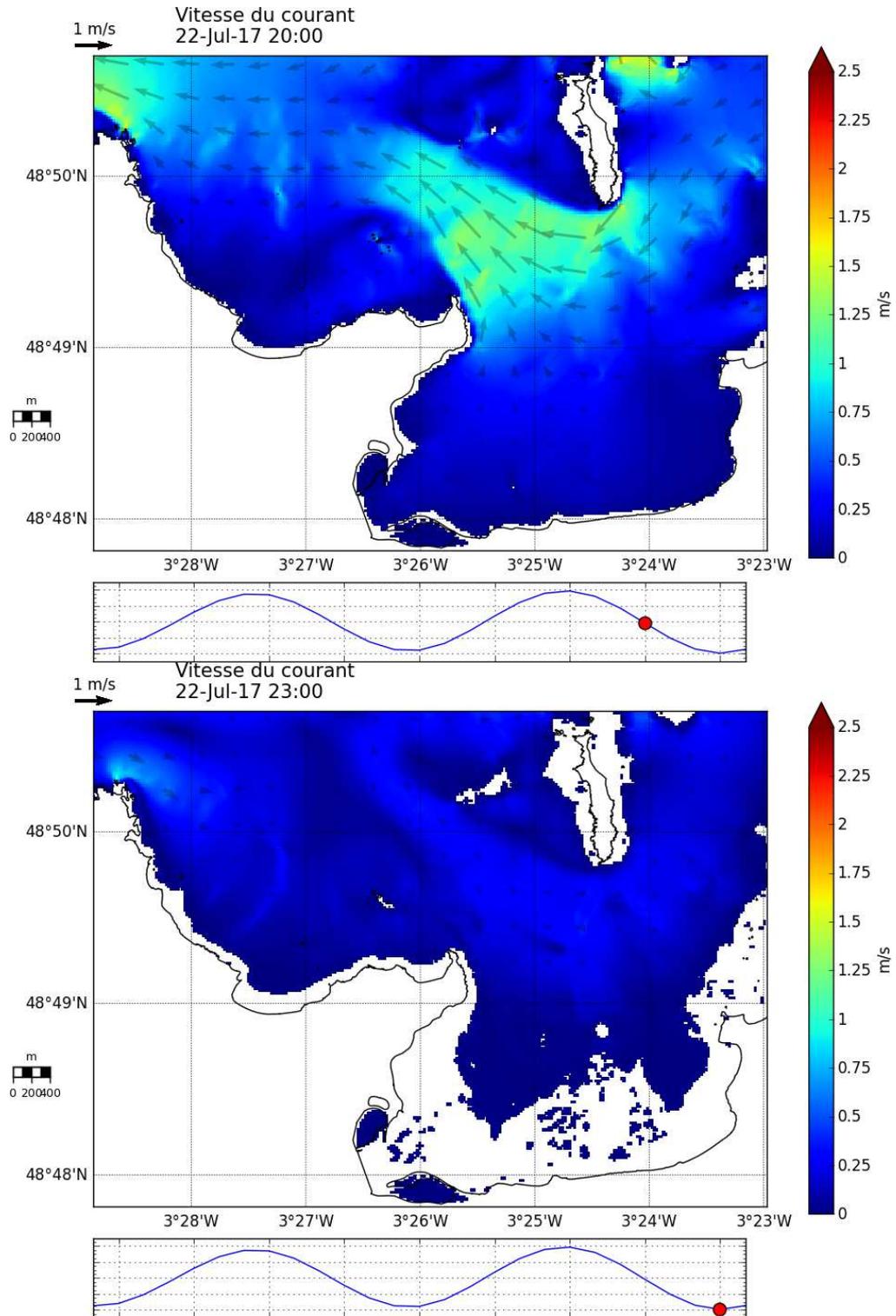


Figure 3-6 : Cartes du courant modélisé au jusant (haut) et à basse mer (bas), évolution du niveau d'eau au large de Perros-Guirec.

# 4. CONDITIONS DE SIMULATION

---

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

Dans le cas d'une étude de risque, on modélise la dispersion des rejets dans les situations les plus courantes ou celles à risques. Ces situations caractéristiques ou scénarios sont définies par les principaux facteurs agissants, soit la marée et le vent - qui règlent la circulation des masses d'eau - et les charges bactériennes émises en mer.

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

- Les conditions météo-océaniques : marée, vent.
- Les conditions de rejet : nombre, position, débit et concentration en bactérie.
- Les conditions de mortalité bactérienne : facteur T90

### 4.1.1 CONDITIONS METEO OCEANIQUES

La dispersion des rejets en mer sera simulée pour deux conditions de marée sur des périodes de 5 jours :

- ✓ marée de mortes-eaux : du 1 au 5 juillet 2017 (coefficients de marée entre 45 et 57)
- ✓ marée de vives-eaux : du 22 au 27 juillet 2017 (coefficients de marée entre 85 et 102).

Lorsque le vent sera pris en compte dans le modèle, il sera considéré uniforme et constant dans le temps. Etant donné les caractéristiques du vent au large (voir paragraphe 2.1), il est proposé de retenir les situations suivantes:

- ✓ vent d'OSO de 8 m/s correspondant à un vent moyen fréquent ;
- ✓ vent d'ENE de 8 m/s correspondant à un vent moyen moins fréquent mais défavorable.

### 4.1.2 CARACTERISATION DES REJETS

#### Inventaire des rejets pluviaux

Outre la station d'épuration, 8 émissaires ont été identifiés et évalués pour cette étude. Leur position est indiquée dans le Tableau 4-1 et sur la Figure 4-1.

Tableau 4-1 : Position des émissaires en mer des rejets pluviaux

Nom	WGS84	
	Longitude	Latitude
Trestraou	-3.460	48.819
Trestrignel	-3.434	48.819
Arcades	-3.437	48.811
Landerval	-3.441	48.806
Dourbian	-3.442	48.802
Truzugal	-3.425	48.798
Kerduel	-3.441	48.798
Cruguill	-3.441	48.798

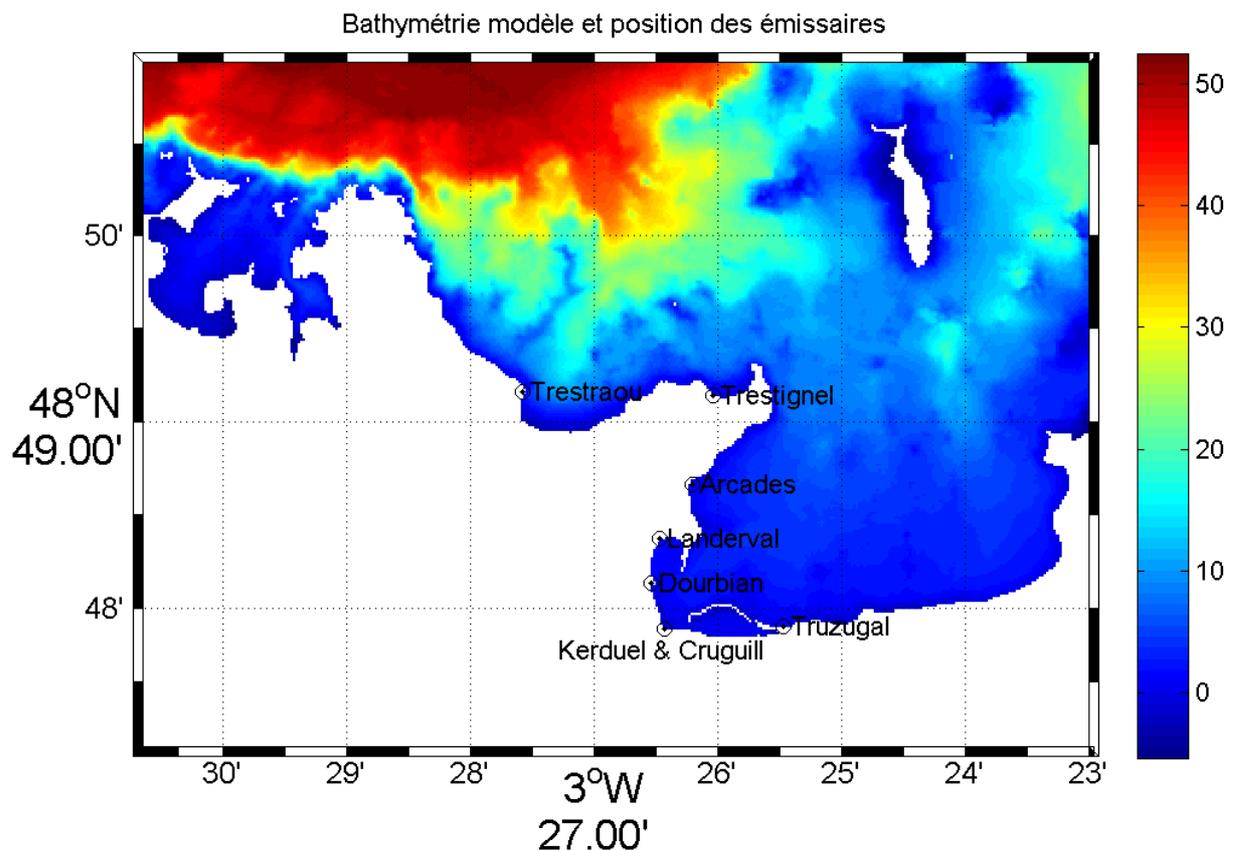


Figure 4-1. Position des points de rejets

Les flux des émissaires ont été estimés et transmis par Lannion-Trégor Communauté par temps sec (deux mesures) et temps de pluie (une mesure pour chaque émissaire sur deux campagnes). Les concentrations en bactérie et les débits mesurés lors de ces trois relevés sur le terrain sont rappelés dans le Tableau 4-2 pour le temps sec et le Tableau 4-3 pour le temps de pluie.

Les rejets de Trestignel n'ont pas pu être évalués. Il n'y a pas d'écoulement par temps sec. Par temps de pluie, les écoulements ont lieu à de multiples endroits et ne peuvent pas être quantifiés.

Il est impossible de mesurer le débit de Trestraou car la buse est effondrée.

Les rejets à l'exutoire du Dourbian ont été complétés par des mesures réalisées en amont de la station d'épuration de Perros Guirec, ce qui permet d'isoler l'apport du cours d'eau et celui de la station. Une mesure temps sec et une mesure temps de pluie ont été réalisées dans la même semaine.

On constate qu'il peut y avoir de fortes disparités entre les deux mesures de temps sec, en particulier au niveau de la concentration en E.Coli :

- Les concentrations en E.Coli mesurés lors de la première campagne (05/12/2017), sont significativement plus importantes à Truzugal, Landerval et Arcades ainsi qu'à Trestraou.
- A Cruguil et Kerduel, au contraire, les concentrations sont plus importantes lors de la seconde campagne (01/03/2018)

Les différences entre les débits sont moins marquées mis à part à Dourbian. Pour cet émissaire, le débit de temps sec de la première campagne est particulièrement élevé (420l/s) ; ce qui est supérieur au débit mesuré par temps de pluie (135 l/s).

Les mesures réalisées en amont de la station d'épuration sont similaires par temps sec et temps de pluie. Les écarts observés à l'exutoire proviennent probablement en grande partie des apports de la station d'épuration.

Les concentrations mesurées par temps de pluie aux exutoires de Landerval et des Arcades sont étonnamment faibles par rapport aux mesures réalisées par temps sec. Ceci est particulièrement vrai à l'exutoire des Arcades, où par ailleurs, les débits mesurés sont similaires.

Tableau 4-2 : Rejets mesurés par temps sec

	05/12/2017				01/03/2018		
	[E.Coli] (NPP/100ml)	Débit (m3/s)	Flux E.Coli (NPP/s)		[E.Coli] (NPP/100ml)	Débit (m3/s)	Flux E.Coli (NPP/s)
<b>Truzugal</b>	<b>2100</b>	<b>0.1170</b>	<b>2.5E+06</b>	Truzugal	1100	0.1491	1.6E+06
<b>Cruguil</b>	120	0.1350	1.6E+05	<b>Cruguil</b>	<b>500</b>	<b>0.1861</b>	<b>9.3E+05</b>
<b>Kerduel</b>	190	0.0857	1.6E+05	<b>Kerduel</b>	<b>500</b>	<b>0.1701</b>	<b>8.5E+05</b>
<b>Dourbian</b>	410	0.4204	1.7E+06	<b>Dourbian</b>	<b>790</b>	<b>0.0912</b>	<b>7.2E+05</b>
<b>Landerval</b>	<b>2900</b>	<b>0.0018</b>	<b>5.2E+04</b>	Landerval	790	0.0048	3.8E+04
<b>Arcades</b>	<b>150000</b>	<b>0.0852</b>	<b>1.3E+08</b>	Arcades	36000	0.1206	4.3E+07
Trestraou	20000	NC	-	Trestraou	5800	NC	-

Tableau 4-3 : Rejets mesurés par temps de pluie

	12/12/2017 -14/12/2017 - 09/02/2018		
	[E.Coli] (NPP/100ml)	Débit (m3/s)	Flux E.Coli (NPP/s)
Truzugal (09/02)	5900	0.3199	1.9E+07
Cruguil (09/02)	2300	0.4978	1.1E+07
Kerduel (09/02)	710	0.3155	2.2E+06
Dourbian (09/02)	120000	0.1356	1.6E+08
Landerval (09/02)	500	0.0067	3.4E+04
Arcades (14/12)	10000	0.0712	7.1E+06
Trestraou (12/12)	32000	NC	-

Tableau 4-4 : Rejets mesurés sur le Dourbian en amont de la station d'épuration

	Dourbian : amont station		
	[E.Coli] (NPP/100ml)	Débit (m3/s)	Flux E.Coli (NPP/s)
Temps sec (26/03)	58	0.0036	2.1E+03
Temps de pluie (29/03)	58	0.0034	2.0E+03

### Modélisation des rejets pluviaux

Dans le modèle, chaque rejet est caractérisé par ses coordonnées et par un **chronogramme de rejet (débit et concentration)** par scénario.

Deux scénarios de rejet sont définis à partir des mesures réalisées : un temps sec et un temps de pluie :

- Pour la modélisation des scénarios de **temps sec**, les débits et flux d'Ecoli des rejets seront **constants pendant les 5 jours de simulation**.
- Le pollutogramme des rejets des scénarios de pluie sera construit de la manière suivante : 1 journée de temps sec, puis une journée de temps de pluie, et enfin 3 jours de temps sec pour terminer la simulation.

Les mesures réalisées sont exploitées pour quantifier les flux à chaque émissaire, en faisant les hypothèses suivantes :

- Le rejet de **Trestrignel ne sera pas représenté**
- Les débits mesurés en 2004 par le Cabinet SAUNIER-TECHNA au niveau de Trestraou seront utilisés faute de nouvelles données (4.7 l/s par temps sec et 47.2 l/s par temps de pluie). Ils seront associés aux concentrations mesurées en 2017.
- Le rejet de Dourbian sera représenté par les mesures réalisées en amont de la station d'épuration auxquelles viendra s'ajouter le rejet de la station.
- Pour le temps sec, la mesure correspondant au flux d'E.Coli le plus important est retenue pour chaque émissaire (en gras dans les tableaux).

- Pour le temps de pluie, les mesures à Landerval et Arcades ne seront pas considérées. Par mesure de précaution, pour être conservatif, les concentrations de temps sec seront conservées.

Tableau 4-5 : Bilan des rejets pris en compte dans le modèle

	Temps sec		Temps de pluie *	
	[E.Coli] (NPP/100ml)	Débit (m3/s)	[E.Coli] (NPP/100ml)	Débit (m3/s)
Truzugal	2100	0.1170	5900	0.3199
Cruguil	500	0.1861	2300	0.4978
Kerduel	500	0.1701	710	0.3155
Dourbian	58	0.0036	58	0.0036
Landerval	2900	0.0018	2900	0.0067
Arcades	150000	0.0852	150000	0.0852
Trestraou	20000	0.0047	32000	0.0472
* Débit et concentration appliquée pendant 1 jour de simulation				

### Prise en compte du rejet de la Station d'épuration

Pour le rejet de la station d'épuration de Perros, plusieurs hypothèses concernant la position du rejet seront à étudier :

- Rejet à la position actuelle, dans le ruisseau du Dourbian.
- Rejet par un émissaire en mer à la cote 0 m CM au large des Arcades (rejet en mer 1).
- Rejet par un émissaire en mer prolongé jusqu'à mi-distance entre la pointe du Château et l'île Tomé (rejet en mer 2).

Le rejet de la station (débit et concentration) sera considéré **constant pendant toute la durée de la simulation**.

Deux valeurs de concentrations seront prises en compte :  $10^3$  E.Coli/100ml et  $10^5$  E.Coli/100ml pour représenter respectivement un fonctionnement normal et un fonctionnement dégradé de la station d'épuration.

En **fonctionnement normal**, le débit de la station sera constant, fixé à **12000 m<sup>3</sup>/jour** (ce qui facilite les comparaisons entre les différents scénarios).

En revanche, lors de la mise en oeuvre des scénarios défavorables, deux débits différents seront considérés : **12000 m<sup>3</sup>/jour en hiver et 7400m<sup>3</sup>/jour en été**. Ces débits correspondent aux valeurs maximales des flux journaliers à traiter sur les deux périodes par temps de pluie.

### 4.1.3 CONDITIONS DE MORTALITE DES BACTERIES

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> à l'aide de l'abaque fournie à la Figure 4-2.

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.

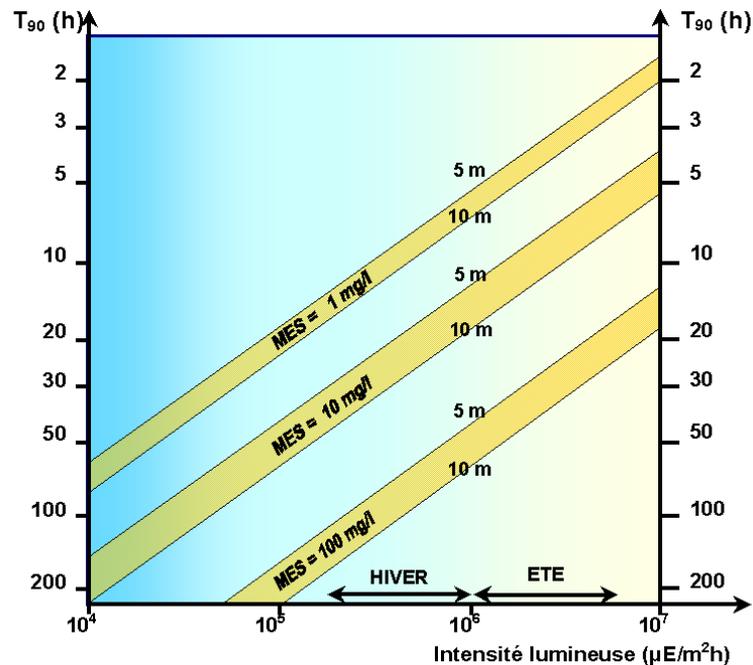


Figure 4-2 : Relations entre la profondeur, la turbidité, l'intensité lumineuse et les T90

#### 4.1.4 SYNTHÈSE : SCÉNARIOS PROPOSÉS

Une première proposition de combinaison des différentes conditions (de marée, de vent, de T90 et de rejet) pour 18 des 20 scénarios proposés est indiquée dans le Tableau 4-6 :

- Les 4 premiers scénarios constituent la **base des scénarios d'été** (T90=24h). Ils visent à étudier l'effet du coefficient de marée (morte-eau, vive-eau) et de la pluie (temps sec, temps de pluie) dans des conditions de référence (STEP rejetant dans le ruisseau à une concentration de  $10^3$  E.Coli/100ml et en condition de vent fréquente).
- Les 4 scénarios suivants sont identiques pour une **situation hivernale** (T90=48h), plus pénalisante. Ils permettent de mettre en évidence l'influence du T90.
- Les scénarios 9 à 12 représentent des conditions de **rejet de la STEP plus défavorables** :  $10^5$  E.Coli/100ml. Ils permettent ainsi de mettre en évidence l'influence des flux rejetés par la STEP dans des conditions **fortement dégradées**.
- Les scénarios 13 et 14 permettent d'identifier **l'influence du vent** sur les panaches en simulant une condition de vent moins fréquente mais potentiellement défavorable.
- Les scénarios 15 à 18 représentent des conditions de rejet de la **STEP en mer** (pour deux positions envisagées).

Tableau 4-6 : Scénarios proposés

	N°	Conditions météo-océaniques		Caractéristiques des rejets				
		marée	vent	T90	rejets pluviaux	Station d'épuration de Perros-Guirec		
						Position	Debit journalier	Concentration
Influence de la pluviométrie	1	ME	8m/s d'OSO	24h	sec	actuelle dans le Dourbian	12000 m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> E.Coli/100ml
	2	VE	8m/s d'OSO	24h	sec	actuelle dans le Dourbian	12000 m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> E.Coli/100ml
	3	ME	8m/s d'OSO	24h	pluie	actuelle dans le Dourbian	12000 m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> E.Coli/100ml
	4	VE	8m/s d'OSO	24h	pluie	actuelle dans le Dourbian	12000 m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> E.Coli/100ml
Influence du T90	5	ME	8m/s d'OSO	48h	sec	actuelle dans le Dourbian	12000 m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> E.Coli/100ml
	6	VE	8m/s d'OSO	48h	sec	actuelle dans le Dourbian	12000 m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> E.Coli/100ml
	7	ME	8m/s d'OSO	48h	pluie	actuelle dans le Dourbian	12000 m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> E.Coli/100ml
	8	VE	8m/s d'OSO	48h	pluie	actuelle dans le Dourbian	12000 m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> E.Coli/100ml
Influence du rejet de la STEP	9	ME	8m/s d'OSO	24h	pluie	actuelle dans le Dourbian	7400 m <sup>3</sup>	10 <sup>5</sup> E.Coli/100ml
	10	VE	8m/s d'OSO	24h	pluie	actuelle dans le Dourbian	7400 m <sup>3</sup>	10 <sup>5</sup> E.Coli/100ml
	11	ME	8m/s d'OSO	48h	pluie	actuelle dans le Dourbian	12000 m <sup>3</sup>	10 <sup>5</sup> E.Coli/100ml
	12	VE	8m/s d'OSO	48h	pluie	actuelle dans le Dourbian	12000 m <sup>3</sup>	10 <sup>5</sup> E.Coli/100ml
Influence du vent	13	ME	8m/s d'ENE	48h	pluie	actuelle dans le Dourbian	12000 m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> E.Coli/100ml
	14	VE	8m/s d'ENE	48h	pluie	actuelle dans le Dourbian	12000 m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> E.Coli/100ml
Influence de la position du rejet de la step	15	ME	8m/s d'OSO	24h	pluie	rejet en mer 1	12000 m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> E.Coli/100ml
	16	VE	8m/s d'OSO	24h	pluie	rejet en mer 2	12000 m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> E.Coli/100ml
	17	ME	8m/s d'OSO	48h	pluie	rejet en mer 1	12000 m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> E.Coli/100ml
	18	VE	8m/s d'OSO	48h	pluie	rejet en mer 2	12000 m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> E.Coli/100ml

# 5. RESULTATS

---

**Les 14 premiers scénarios ont été réalisés.** Pour ces 14 premiers scénarios, **la station d'épuration est toujours située dans le ruisseau du Dourbian.**

Les **8 premiers scénarios** sont réalisés afin d'estimer l'étendue des panaches dans les **conditions de référence** :

- La station d'épuration rejette avec une concentration de référence de  $10^3$  E.Coli/100ml.
- Le vent est typique : 8 m/s d'OSO.

Plusieurs situations sont modélisées : rejets par temps sec et temps de pluie, T90 de 24h et 48h par conditions de morte-eau et de vive-eau.

**Les scénarios 9 à 12** représentent des conditions de rejets **particulièrement défavorables** : correspondant à un fonctionnement dégradé de la station (une concentration de  $10^5$  E.Coli/100ml associée au débit maximal d'été ou d'hiver) par temps de pluie. Les flux sont donc maximisés dans ces 4 scénarios.

Les scénarios 13 et 14 simulent des conditions de vent différentes : 8 m/s d'ENE.

Les résultats sont analysés à partir des éléments suivants :

- **Carte instantanée** du panache en plusieurs phases de la 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 E.Coli dans les **zones de baignades** identifiées : plages de Trestraou, Trestignel, Renan et Nanthouar et bassin du Lenn.

### 5.1 CONCENTRATIONS INSTANTANÉES

Les cartes de concentrations instantanées sont présentées pour les deux premiers scénarios de référence (ME et VE) correspondant à un **rejet de temps sec par vent d'OSO avec un T90 de 24h**.

A marée haute, les panaches sont allongés le long de la côte.

- Le panache du pluvial de Trestraou longe la côte, principalement vers l'Ouest.
- Le panache du pluvial d'Arcades (rejet le plus important) s'étire vers le Nord, vers la Pointe du Château.
- Le panache du Dourbian (qui contient le rejet de la station d'épuration) a tendance à remonter vers le port de plaisance au Nord.
- Le panache des pluviaux de Kerduel et Cruguill, en revanche, pénètre en fin de marée montante, dans le bassin du Lenn.
- Le rejet du pluvial de Truzugal s'étire vers l'Est (surtout en ME).

La marée descendante emporte les panaches vers le large. A mi-marée descendante :

- Le panache du pluvial d'Arcades atteint la Pointe du Château avec des concentrations significatives (> 250 E.Coli/100ml). Il s'éloigne ensuite vers le large, sous l'effet des courants de vidange de la baie.
- Les panaches des rejets situés en fond de baie (Dourbian, Kerduel et Cruguill) se dirigent vers le milieu de l'anse de Perros.
- Sous l'effet du vent d'ONO, le rejet de Truzugal s'éloigne toujours vers l'Est le long de la côte en se diluant (plus particulièrement en ME).

A marée basse, les rejets continuent de couler sur l'estran. Puis, la marée montante ramène les panaches vers la côte et dans l'anse. En arrivant sur l'estran, ils intègrent les quantités déposées à marée basse. A mi-marée montante:

- Le panache du pluvial de Trestraou s'oriente vers la plage de Trestraou, il est très peu étalé.
- Le panache du pluvial d'Arcades s'étend à nouveau le long de la côte, majoritairement vers le Nord mais aussi vers le Sud en VE.
- Les panaches des rejets situés en fond de baie (Dourbian, Kerduel et Cruguill) sont repoussés vers la côte.
- Le rejet de Truzugal se dirige toujours vers l'Est le long de la côte.

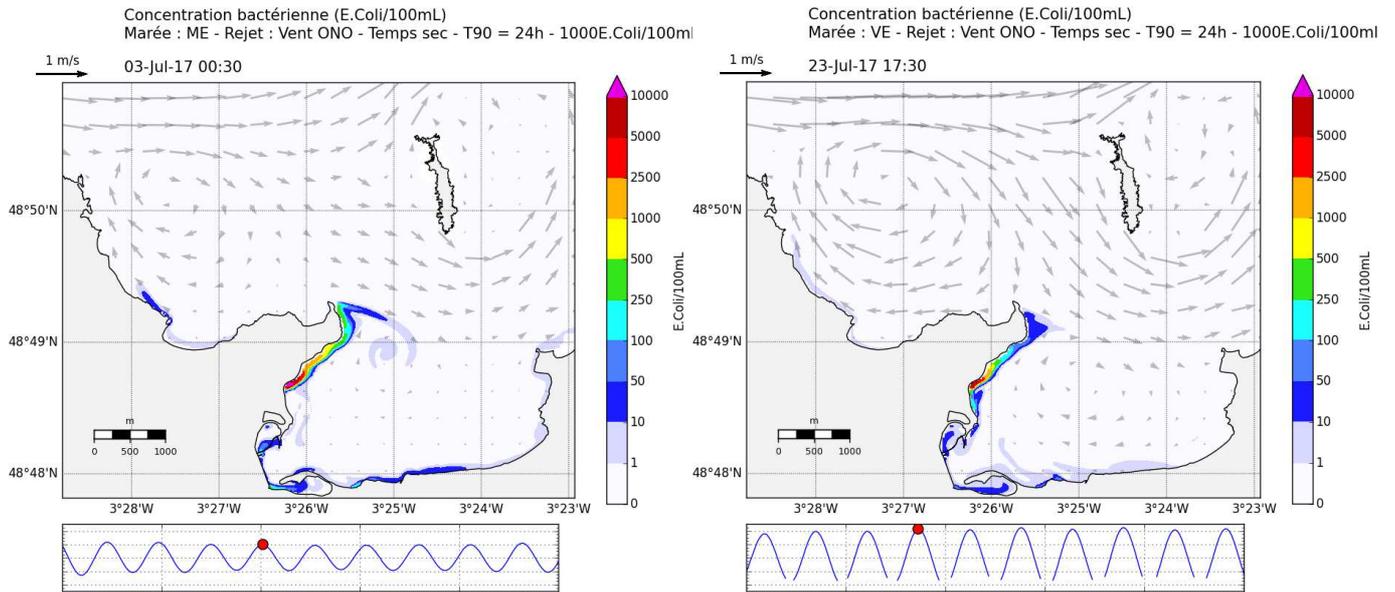


Figure 5-1 : Panache à pleine mer en période de morte-eau (gauche) et de vive-eau (droite) (Scénarios 1 et 2)

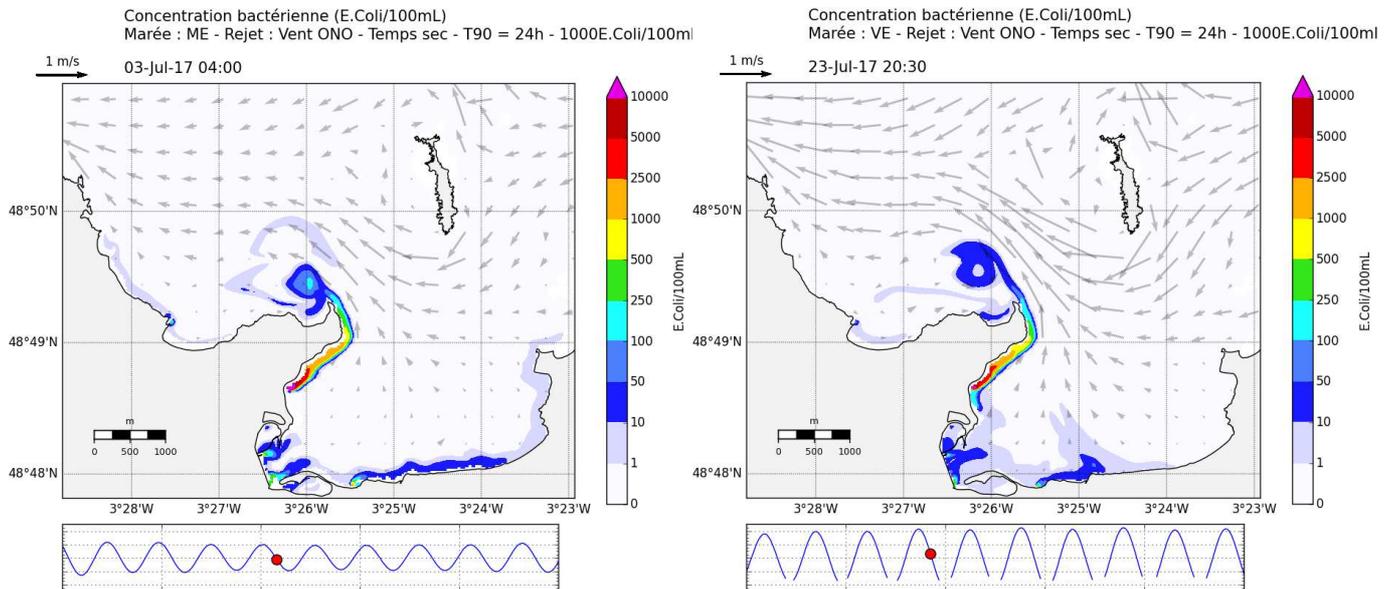


Figure 5-2 : Panache à marée descendante en période de morte-eau (gauche) et de vive-eau (droite) (Scénarios 1 et 2)

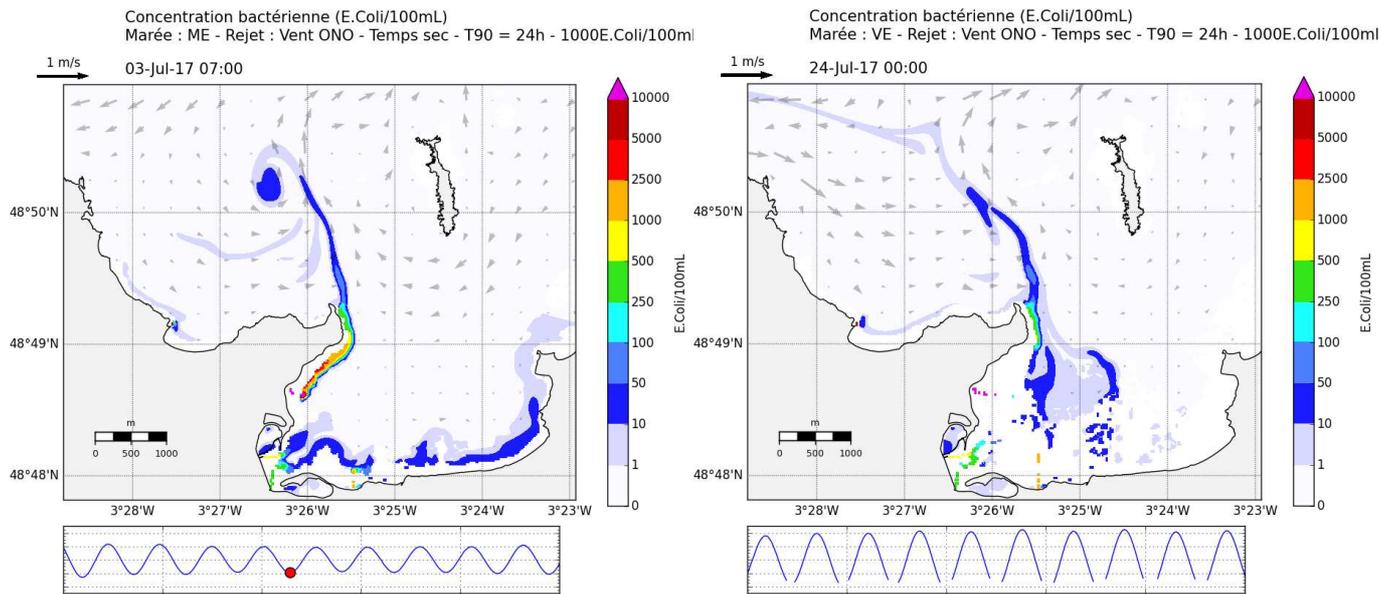


Figure 5-3 : Panache à basse mer en période de morte-eau (gauche) et de vive-eau (droite) (Scénarios 1 et 2)

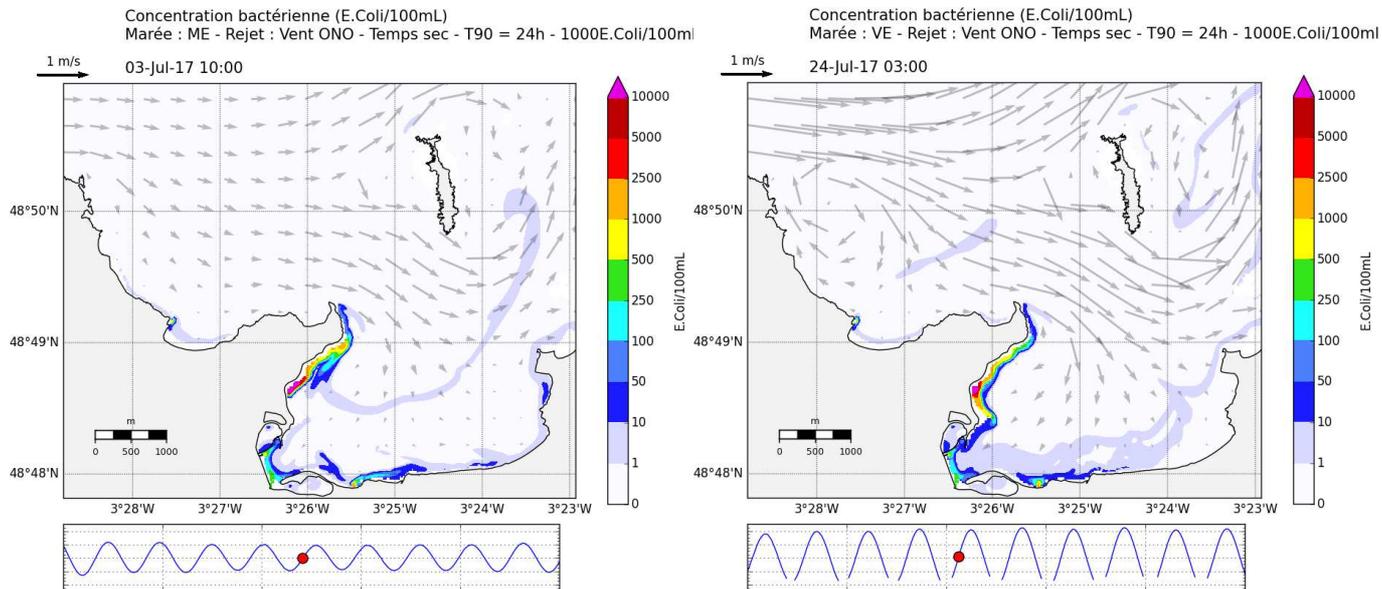


Figure 5-4 : Panache à marée montante en période de morte-eau (gauche) et de vive-eau (droite) (Scénarios 1 et 2)

## 5.2 CONCENTRATIONS MAXIMALES

### 5.2.1 CONCENTRATION TOTALE

Les figures ci-dessous présentent les cartes de concentrations maximales obtenues pour les **14 premiers scénarios réalisés**.

#### Simulations de référence

Les Figure 5-5 et Figure 5-8 présentent les résultats des **8 scénarios de référence** (rejet standard, vent typique), respectivement en condition de morte-eau (1, 3, 5 et 7) et de vive-eau (2, 4, 6 et 8).

Quel que soit le scénario (**1 à 8**), les cartes de concentrations maximales montrent que les panaches ont globalement un comportement similaire à celui qui a été décrit à la section 5.1 à partir des cartes de concentrations instantanées :

- Le panache du pluvial de Trestraou remonte principalement vers le NO, le long de la côte. La zone où les concentrations sont significatives ( $> 250$  E.Coli/100ml) est généralement peu étendue mais elle touche la partie Ouest de la plage de Trestraou.
- Le panache du pluvial d'Arcades s'étire le long de la côte, principalement vers la Pointe du Château au Nord. Les concentrations au voisinage du rejet sont particulièrement élevées ( $> 100000$  E.Coli/100ml) sur une zone d'environ 500m de long. Le long de la côte, les concentrations demeurent significatives ( $> 250$  E.Coli/100ml) jusqu'aux environs de la Pointe du Château.
- Les panaches des rejets situés en fond de baie (Dourbian, Kerduel et Cruguill) sont visibles (concentration  $> 250$  E.Coli/100ml) dans l'anse de Perros et sortent du fond de la baie avec la marée. Ils peuvent pénétrer dans le bassin du Lenn.
- Le panache du rejet de Truzugal est surtout visible (concentration  $> 250$  E.Coli/100ml) au droit du rejet. Il s'éloigne vers l'Est le long de la côte avec des concentrations qui varient en fonction des scénarios.

Les cartes ci-dessous permettent également de comparer les différents scénarios et ainsi d'identifier l'influence des différentes conditions représentées :

- La marée de vive-eau a tendance à transporter les panaches vers le centre de l'anse de Perros. Elle éloigne les rejets de la côte ce qui limite les concentrations à la côte, plus particulièrement au niveau de l'anse de Nanthouar (où la différence entre les scénarios de VE et de ME est très marquée). En revanche, elle favorise aussi l'étalement des panaches ce qui est pénalisant au niveau de la plage de Trestraou (voir aussi le paragraphe 5.3.2).
- Les scénarios de pluie présentent, logiquement, des concentrations plus élevées. Les concentrations sont alors supérieures à 1000 E.Coli/100ml dans le fond de l'anse de Perros.

- La différence entre les résultats obtenus pour les valeurs de T90 de 48h et de 24h est moins flagrante. Mais, lorsque le T90 est plus important, les panaches ont tendance à s'étendre d'avantage.

#### Conditions de rejet dégradées

Les scénarios 9 à 12 représentent des conditions de fonctionnement dégradées de la station (concentration de  $10^5$  E.Coli/100ml) associées à un temps de pluie. Les Figure 5-6 et Figure 5-9 présentent respectivement les résultats des conditions de morte-eau et de vive-eau.

Dans ces conditions **particulièrement défavorables**, les concentrations sont supérieures à 1000 E.Coli/100ml dans tout le fond de l'anse de Perros, jusqu'à 1km voire 2km (pour le scénario de VE d'hiver) de l'exutoire de la station. Plus généralement, les concentrations sont significativement plus élevées que lors des scénarios de référence (scénarios 3 et 7 en ME et 4 et 8 en VE) dans toute la partie Ouest de l'anse de Perros (de la Pointe du Château à la plage de Renan). Dans cette zone, les concentrations maximales sont supérieures au seuil de 250 E.Coli/100ml pour les scénarios de vive-eau. En dehors de cette zone, les résultats sont relativement similaires aux scénarios de référence.

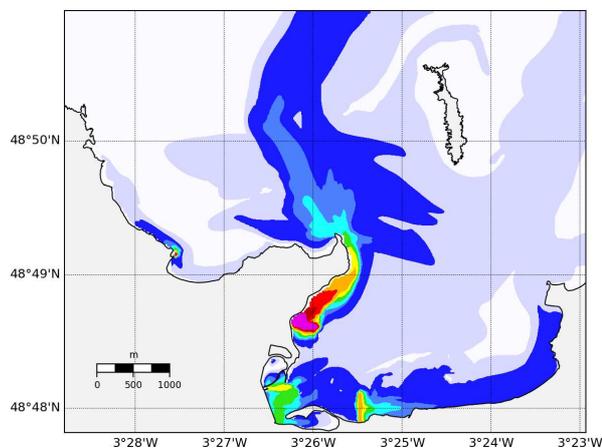
#### Influence du vent

Les Figure 5-7 et Figure 5-10 présentent les résultats des 2 scénarios de **vent d'ENE** (scénario 13 en ME et 14 en VE). Comparés aux résultats des scénarios 7 et 8 (scénarios identiques pour le vent d'OSO), ils mettent en évidence l'influence du vent sur les panaches.

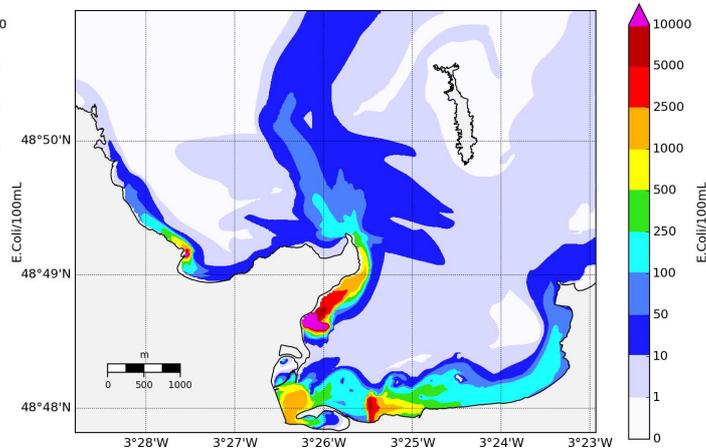
Sous l'effet du vent d'ENE, le comportement des rejets est sensiblement différent de celui décrit plus haut (section 5.1 et paragraphes précédents) plus particulièrement en période de morte-eau :

- Le panache du pluvial de Trestraou remonte toujours vers le NO, le long de la côte, et ce de manière plus significative. Il épargne ainsi la plage de Trestraou.
- Le panache du pluvial d'Arcades s'éloigne d'avantage de la côte. Il remonte toujours (avec des concentrations  $> 250$  E.Coli/100ml) jusqu'aux environs de la Pointe du Château. Mais il est également poussé vers la zone portuaire au Sud, plus particulièrement en conditions de morte-eau.
- Les panaches des rejets situés en fond de baie (Dourbian, Kerduel et Cruguill) sont relativement similaires. Ils se dirigent néanmoins davantage vers le Nord et moins vers l'Ouest. Ils semblent ainsi avoir moins tendance à pénétrer dans le bassin du Lenn.
- Le panache du rejet de Truzugal est surtout visible (concentration  $> 250$  E.Coli/100ml) au droit du rejet. Il a tendance, cette fois, à s'étirer vers l'Ouest.

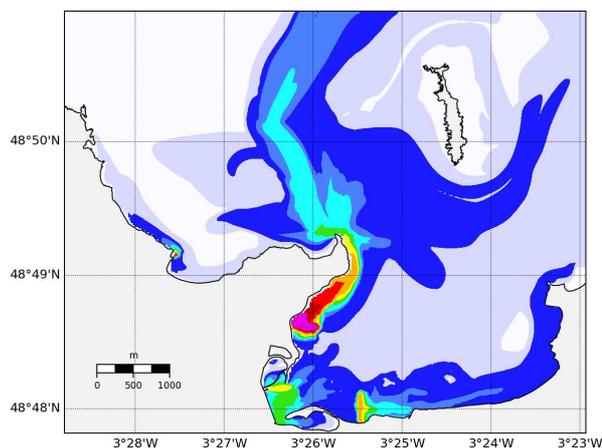
ME - VentOSO - Temps sec - T90 = 24h - 1000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)



ME - VentOSO - Temps de pluie - T90 = 24h - 1000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)



ME - VentOSO - Temps sec - T90 = 48h - 1000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)



ME - VentOSO - Temps de pluie - T90 = 48h - 1000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)

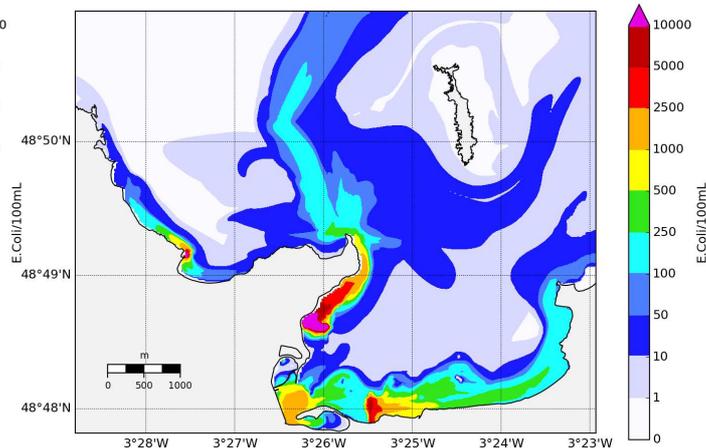
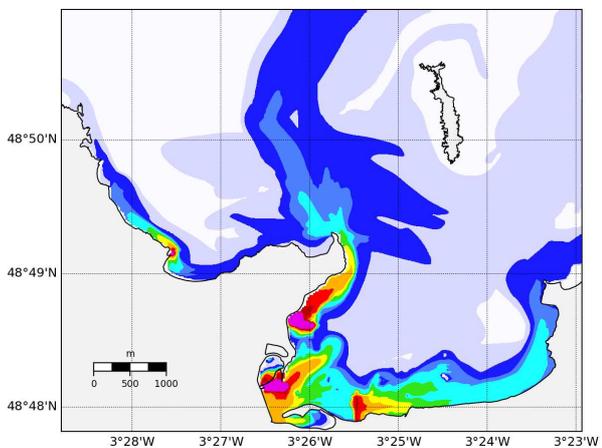


Figure 5-5 : Cartes de concentrations maximales pour les 4 scénarios de référence de morte-eau (scénarios 1, 3, 5 et 7)

ME - VentOSO - Temps de pluie - T90 = 24h - 100000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)



ME - VentOSO - Temps de pluie - T90 = 48h - 100000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)

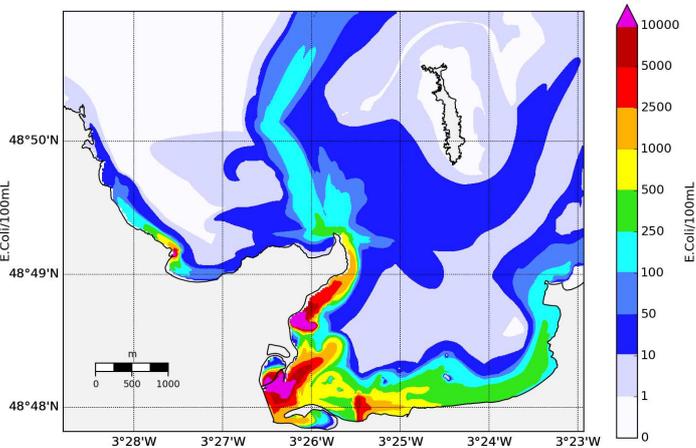


Figure 5-6 : Cartes de concentrations maximales pour les 2 scénarios de conditions de rejet de la station dégradées de morte-eau (scénarios 9 et 11)

ME - Vent ENE - Temps de pluie - T90 = 48h - 1000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)

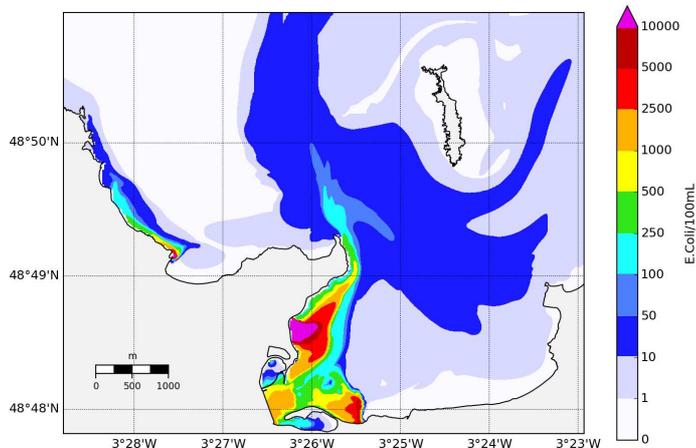
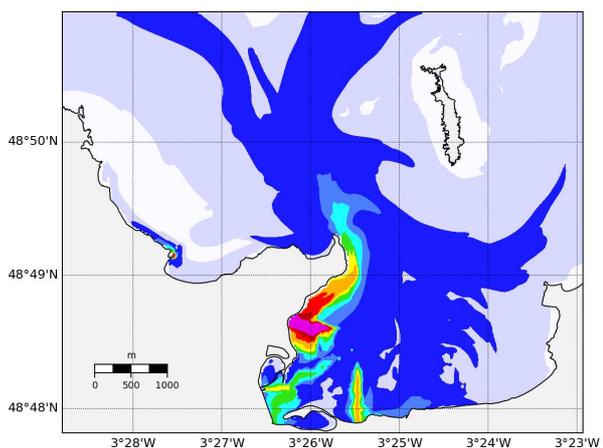
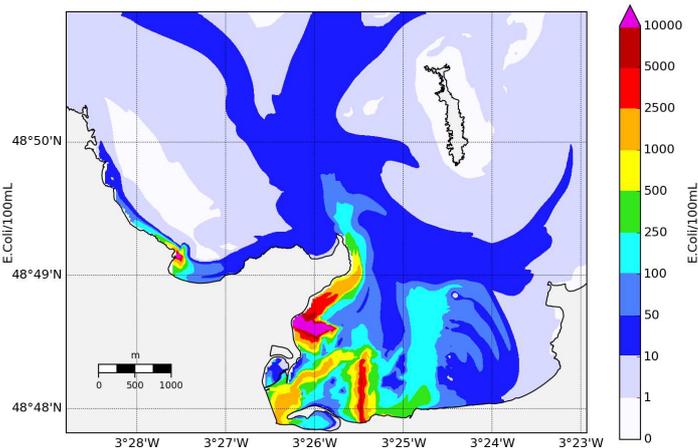


Figure 5-7 : Carte de concentrations maximales pour le scénario de vent de ENE conditions de morte-eau (scénario 13)

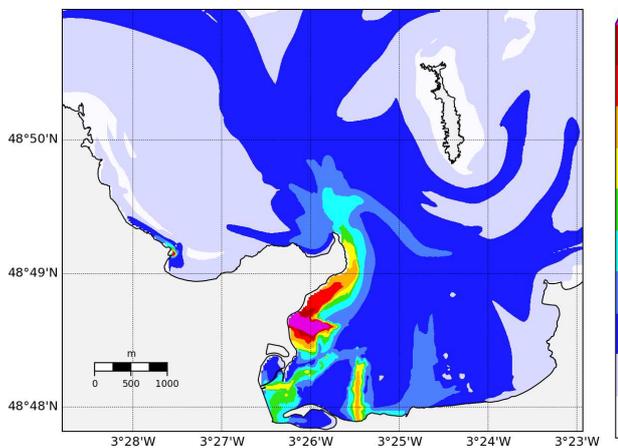
VE - Vent OSO - Temps sec - T90 = 24h - 1000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)



VE - Vent OSO - Temps de pluie - T90 = 24h - 1000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)



VE - Vent OSO - Temps sec - T90 = 48h - 1000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)



VE - Vent OSO - Temps de pluie - T90 = 48h - 1000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)

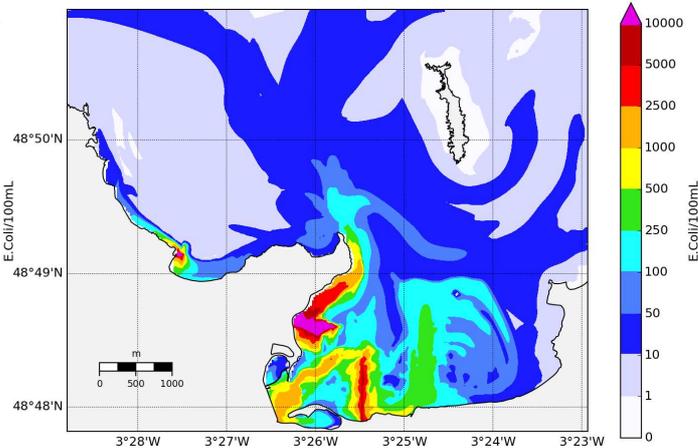
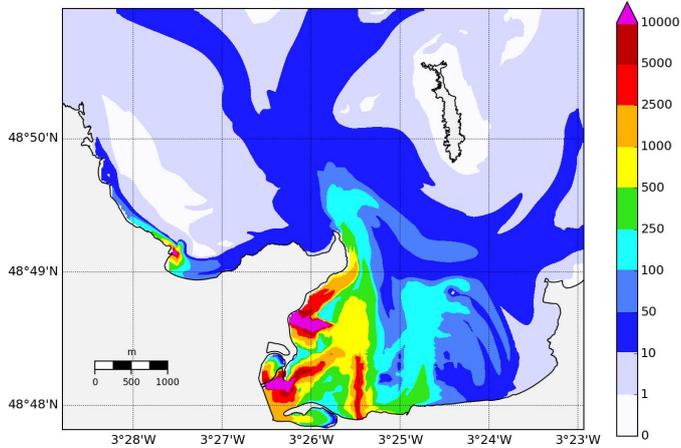


Figure 5-8 : Cartes de concentrations maximales pour les scénarios de vive-eau (scénarios 2, 4, 6 et 8)

VE - Vent OSO - Temps de pluie - T90 = 24h - 100000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)



VE - Vent OSO - Temps de pluie - T90 = 48h - 100000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)

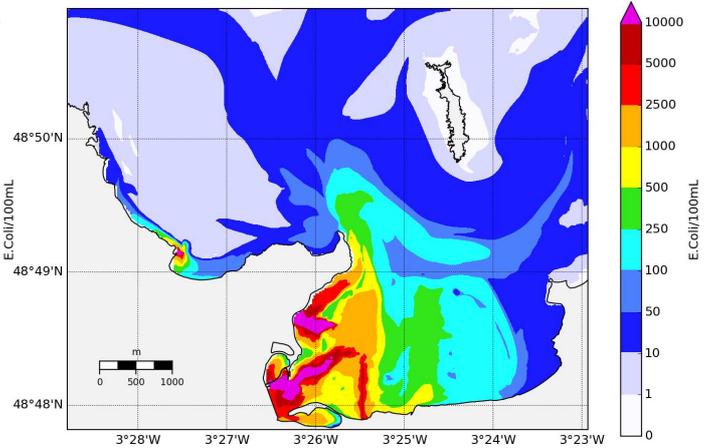


Figure 5-9 : Cartes de concentrations maximales pour les 2 scénarios de conditions de rejet de la station dégradées de vive-eau (scénarios 10 et 12)

VE - Vent ENE - Temps de pluie - T90 = 48h - 1000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)

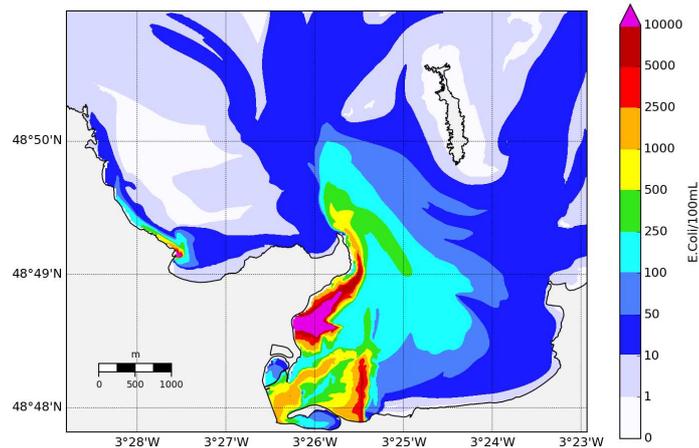


Figure 5-10 : Carte de concentrations maximales pour le scénario de vent de ENE conditions de vive-eau (scénario 14)

### 5.2.2 INFLUENCE DE LA STATION D'ÉPURATION

Les figures ci-dessous présentent les cartes de concentrations maximales **obtenues en tenant compte uniquement du rejet de la station d'épuration**.

- pour les **4 scénarios de référence** (les temps sec et temps de pluie donnant des résultats identiques) à la Figure 5-11 et à la Figure 5-14.
- Pour les 4 scénarios de rejets défavorables (Figure 5-12 et Figure 5-15).
- Pour les conditions de vents d'ENE (Figure 5-13 et Figure 5-16).

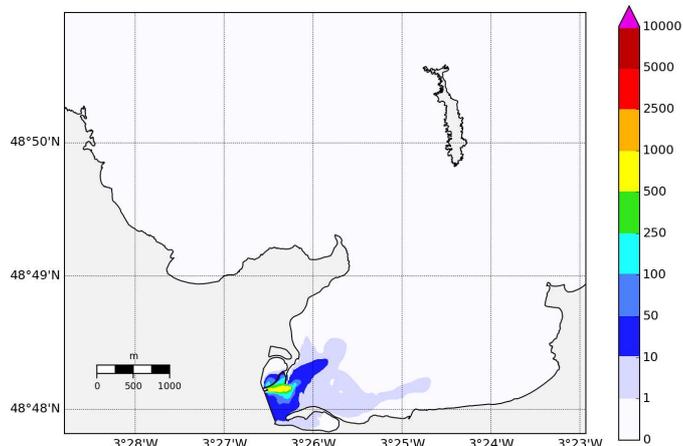
**En fonctionnement normal** (concentration du rejet de la station :  $10^3$  E.Coli/100ml) :

Les figures soulignent que, en condition normale, le rejet de la station d'épuration contamine principalement le fond de l'anse, au voisinage des ports. Les concentrations induites par ce rejet sont au-dessus des seuils ( $> 250$  E.Coli/100ml) sur une fine bande de 300m à 400m de long correspondant à l'écoulement du rejet sur l'estran. Elles restent significatives ( $> 100$  E.Coli/100ml) jusqu'à une distance de ~500m (ME) à ~1km du rejet vers le Nord-Est.

**En situation dégradée** (concentration du rejet de la station :  $10^5$  E.Coli/100ml)

En condition dégradée, l'impact de la station est beaucoup plus significatif. Les concentrations dépassent 1000 E.Coli/100ml jusqu'à ~1km (été) voir 2km (VE hiver) du rejet. Elles restent au-dessus des seuils ( $> 250$  E.Coli/100ml) dans une grande partie de l'anse de Perros.

ME - Vent OSO - Temps sec - T90 = 24h - 1000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)



ME - Vent OSO - Temps sec - T90 = 48h - 1000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)

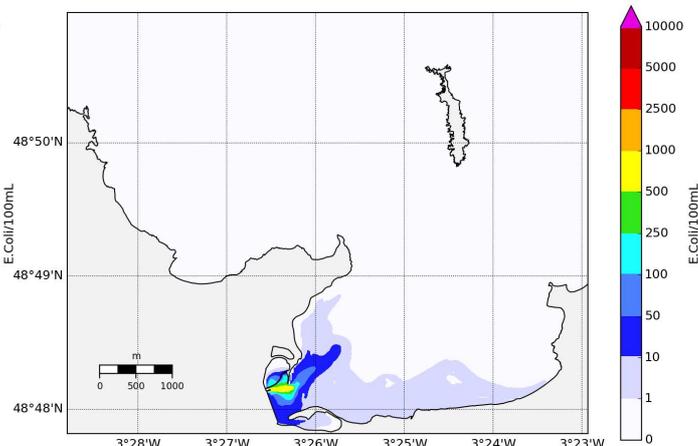
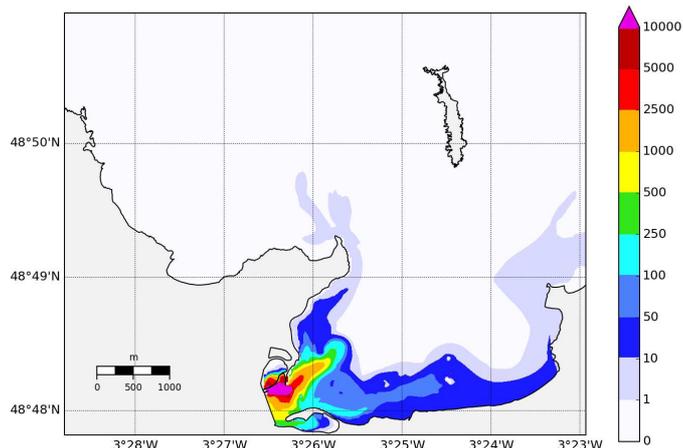


Figure 5-11 : Cartes de concentrations maximales dues **UNIQUEMENT** à la station d'épuration pour les scénarios de morte-eau (scénarios 1 et 5)

ME - Vent OSO - Temps de pluie - T90 = 24h - 100000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)



ME - Vent OSO - Temps de pluie - T90 = 48h - 100000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)

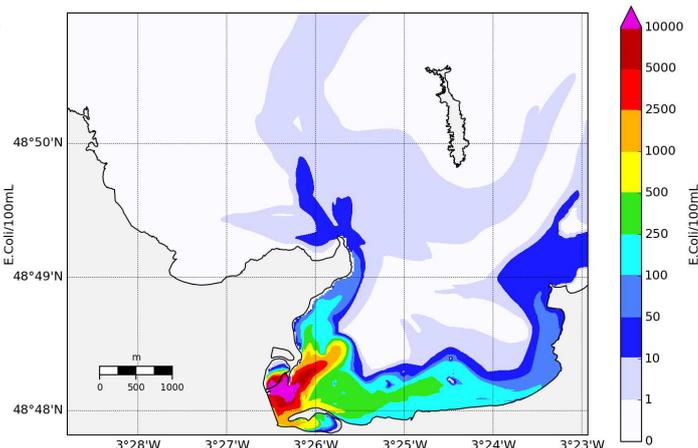


Figure 5-12 : Cartes de concentrations maximales dues **UNIQUEMENT** à la station d'épuration pour les 2 scénarios de conditions de rejet de la station dégradées de morte-eau (scénarios 9 et 11)

ME - Vent ENE - Temps de pluie - T90 = 48h - 1000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)

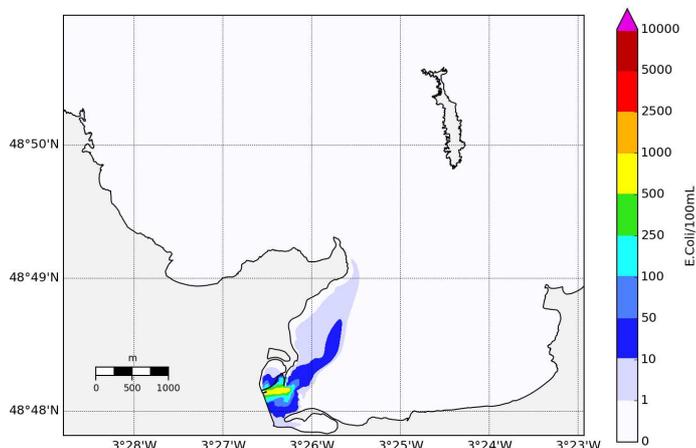
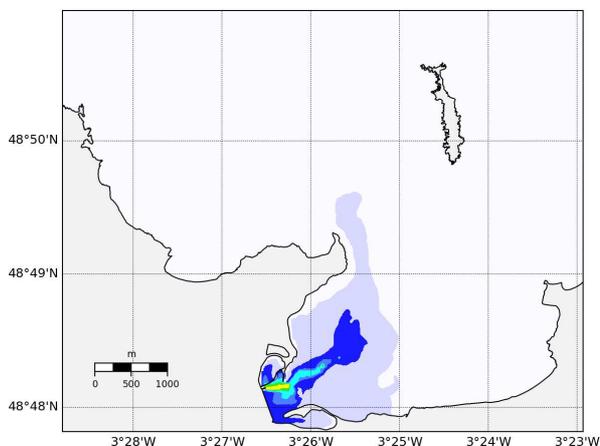


Figure 5-13 : Carte de concentrations maximales dues **UNIQUEMENT** à la station d'épuration pour le scénario de vent de ENE conditions de morte-eau (scénarios 13)

VE - VentOSO - Temps sec - T90 = 24h - 1000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)



VE - VentOSO - Temps sec - T90 = 48h - 1000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)

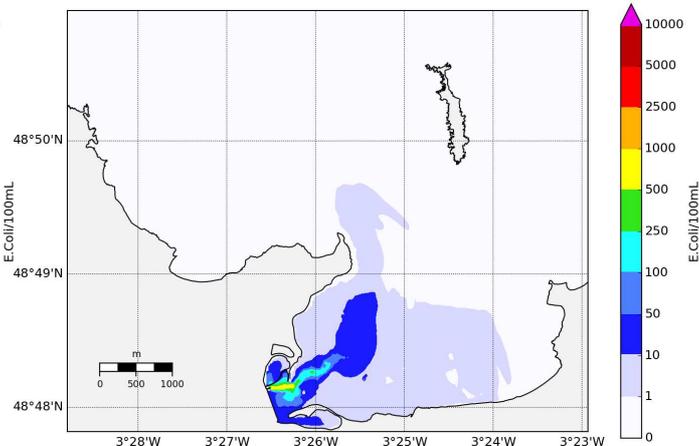
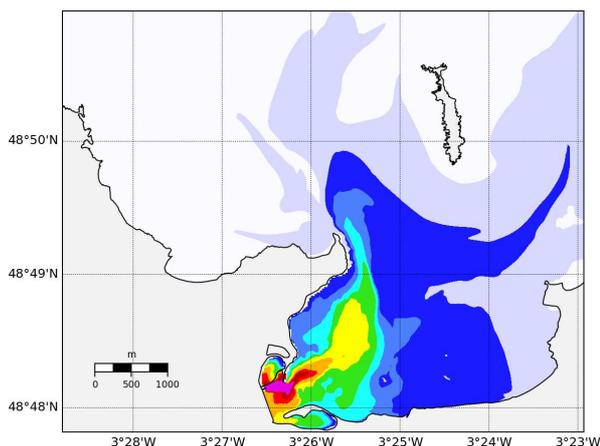


Figure 5-14 : Cartes de concentrations maximales dues **UNIQUEMENT** à la station d'épuration pour les scénarios vive-eau (scénarios 2 et 6)

VE - VentOSO - Temps de pluie - T90 = 24h - 100000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)



VE - VentOSO - Temps de pluie - T90 = 48h - 100000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)

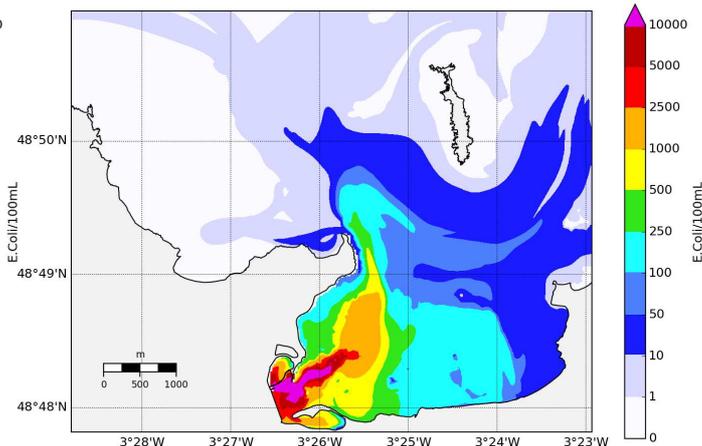


Figure 5-15 : Cartes de concentrations maximales dues **UNIQUEMENT** à la station d'épuration pour les 2 scénarios de conditions de rejet de la station dégradées de vive-eau (scénarios 10 et 12)

VE - VentENE - Temps de pluie - T90 = 48h - 1000E.Coli/100ml  
Concentration maximale (E.Coli/100mL)

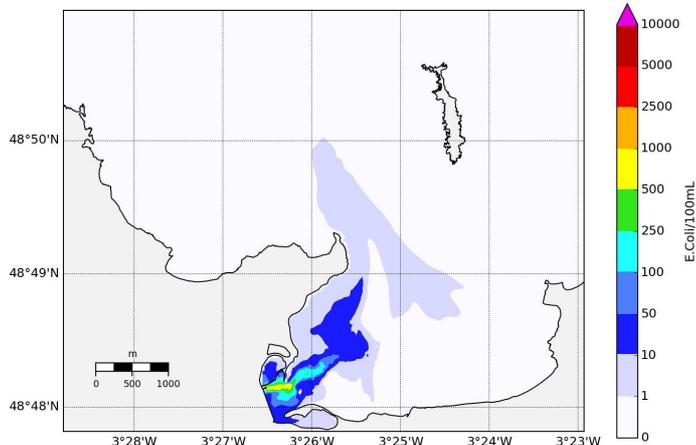


Figure 5-16 : Carte de concentrations maximales dues **UNIQUEMENT** à la station d'épuration pour le scénario de vent de ENE conditions de vive-eau (scénarios 14)

### 5.3 EVOLUTION DE LA CONCENTRATION AU NIVEAU DES ZONES DE BAINNADES

#### 5.3.1 MODE DE SUIVI

Pour représenter au mieux l'évolution de la concentration au niveau des zones de baignades, des zones de suivi ont été définies autour des points de suivi ARS.

Ces zones de suivi sont représentées à la Figure 5-17. Elles sont positionnées autour du point de suivi ARS sur environ 20 mailles de large (500m), dimension qui peut varier légèrement selon les zones et la forme de la plage (voir notamment le bassin du Lenn).

Pour chaque scénario, la valeur maximale de la concentration calculée à chaque instant, à l'intérieur de chaque zone de baignade, est estimée. Afin de ne pas tenir compte des points de rejet sur l'estran à marée basse, seules les mailles contenant au minimum 50 cm d'eau sont considérées pour le calcul.

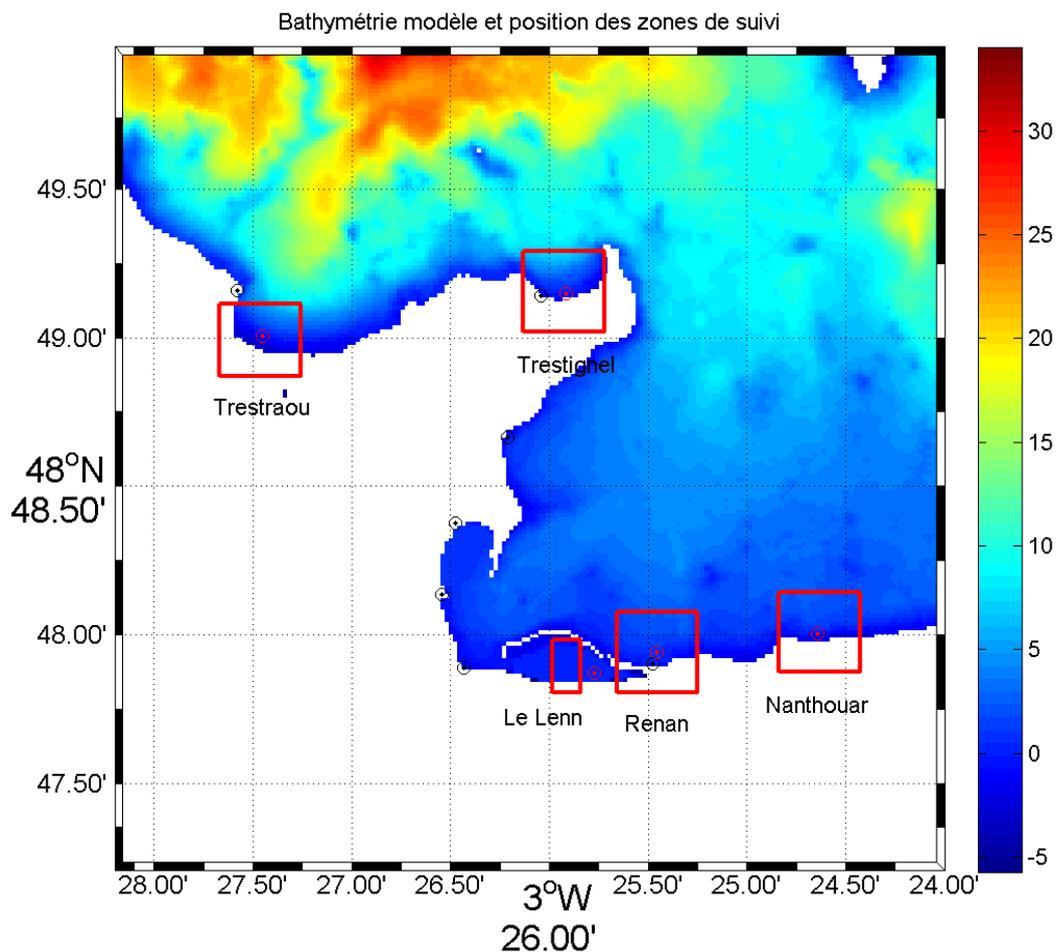


Figure 5-17 : Points ARS (rouge) et zones de suivi des concentrations

#### 5.3.2 RESULTATS EN FONCTIONNEMENT NORMAL DE LA STATION (10<sup>3</sup> E.COLI/100ML)

Les figures ci-dessous présentent les évolutions des concentrations obtenues au niveau de chacune des plages pour les **scénarios de rejet normal de la station** : les 8 scénarios de référence (1 à 8) ainsi que les scénarios 13 et 14.

L'analyse détaillée de la concentration au niveau des zones de baignades souligne que, **par vent d'OSO** (le plus fréquent) :

- Sur la plage de Trestraou, les seuils d'alerte de 250 E.Coli/100ml et même de 500 E.Coli/100ml sont atteints par temps de pluie. Ces concentrations élevées sont observées à l'extrême Nord-Ouest de la plage, sous l'effet du rejet pluvial situé à proximité de la plage. En s'éloignant vers l'Est, les concentrations chutent rapidement. La contamination de la plage (partie NO) est accentuée par marée de vive-eau.
- Sur la plage de Trestrignel, les seuils d'alerte ne sont pas atteints. Pour mémoire, le rejet d'eau pluviale situé sur cette plage n'est **pas** pris en compte dans le modèle. Sous l'effet des autres rejets, le pic de concentration est légèrement inférieur à 250 E.Coli/100ml en morte-eau, plus faible en vive-eau. Il est similaire quel que soit le scénario.
- Au fond du bassin du Lenn, la concentration est également inférieure aux seuils. C'est en ce point de suivi que la différence entre les deux valeurs de T90 simulées est la plus évidente. En effet, les bactéries pénètrent à marée haute dans le bassin. Puis, elles disparaissent plus ou moins vite en fonction de leur taux de mortalité dans le bassin qui se comporte alors comme un milieu fermé. La pleine mer du cycle de marée suivant fait à nouveau rentrer de l'eau contaminée dans le bassin.
- La zone de baignade du Renan inclut le rejet pluvial du Truzugal ce qui pénalise fortement la zone. Les concentrations calculées (dans au moins 50cm d'eau) atteignent les seuils d'alerte quel que soit le scénario et ce pendant une grande partie de la période où la zone de baignade est en eau.
- Sur la plage de Nanthouar, les seuils d'alerte de 250 E.Coli/100ml voir de 500 E.Coli/100ml sont atteints par temps de pluie. La contamination de la plage est accentuée par marée de morte-eau.

#### Influence du vent

En condition d'ENE (courbe verte) :

- La plage de Trestraou est épargnée par temps sec. Lors de l'épisode de pluie, les concentrations sont significativement plus faibles que par vent d'OSO (courbe bleue foncée), plus particulièrement en morte-eau. Les seuils d'alerte ne sont plus atteints. Là encore, seul l'extrême Nord-Ouest de la plage est concerné.
- Sur la plage de Trestrignel et dans le bassin du Lenn les concentrations sont également plus faibles en morte-eau ; relativement similaires en vive-eau.
- Sur la plage du Renan, qui inclut le rejet pluvial du Truzugal, les résultats sont similaires pour les deux conditions de vent.
- La plage de Nanthouar est épargnée en morte-eau. En vive-eau les concentrations sont significativement plus faibles que par vent d'OSO. Les seuils d'alerte ne sont plus atteints.

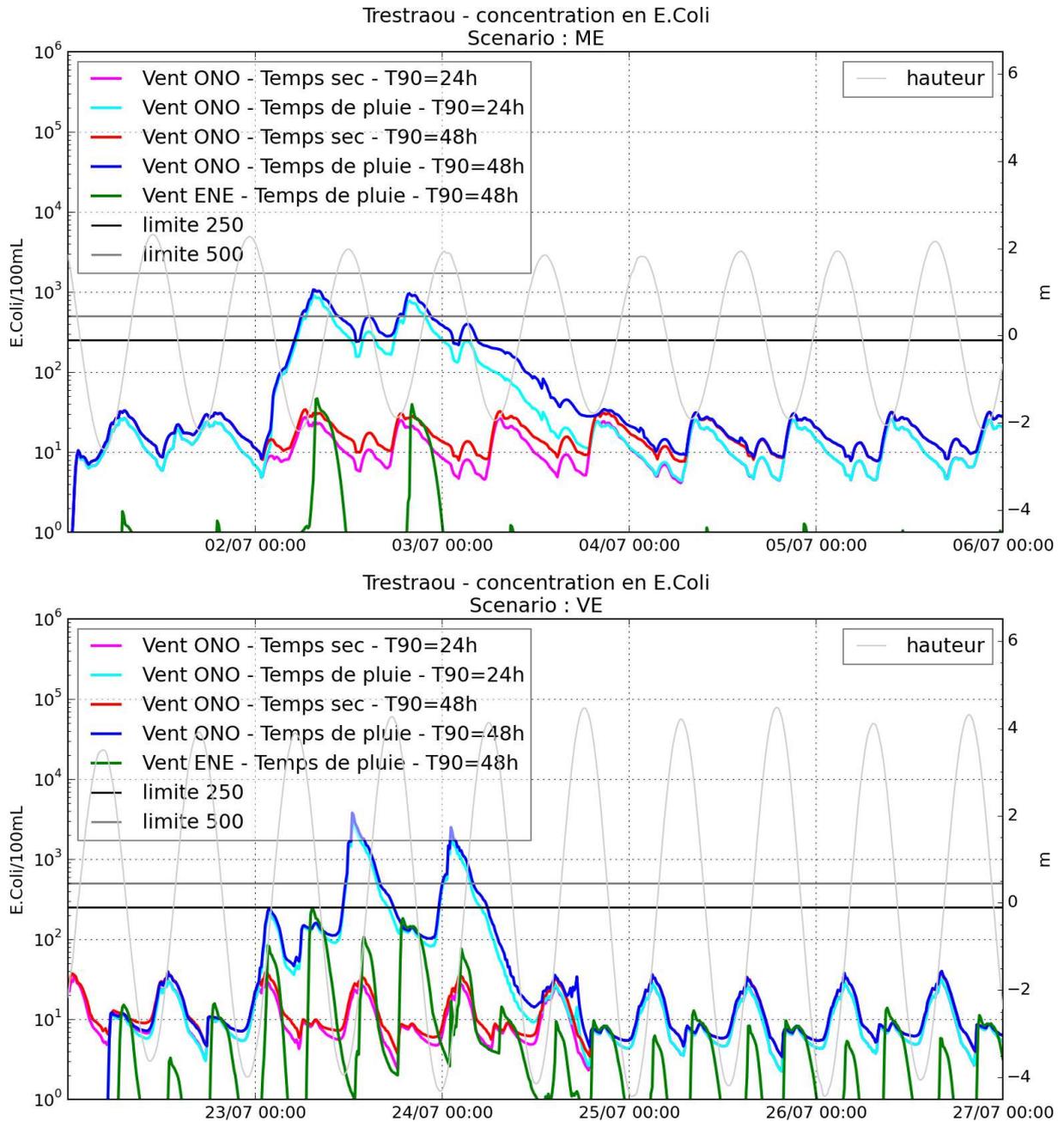


Figure 5-18 : Evolution des concentrations au niveau de la plage de Trestraou

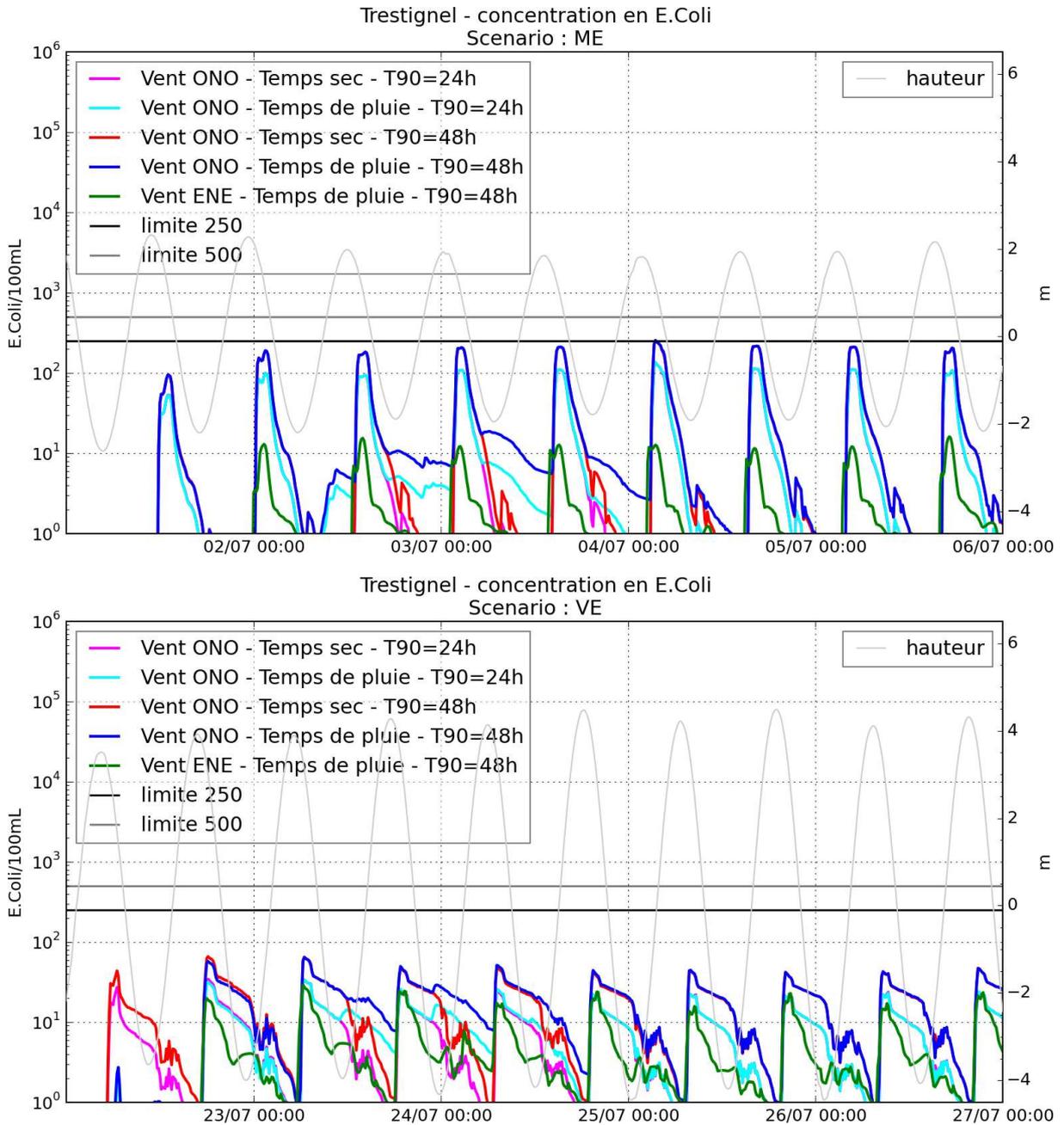


Figure 5-19 : Evolution des concentrations au niveau de la plage de Trestignel

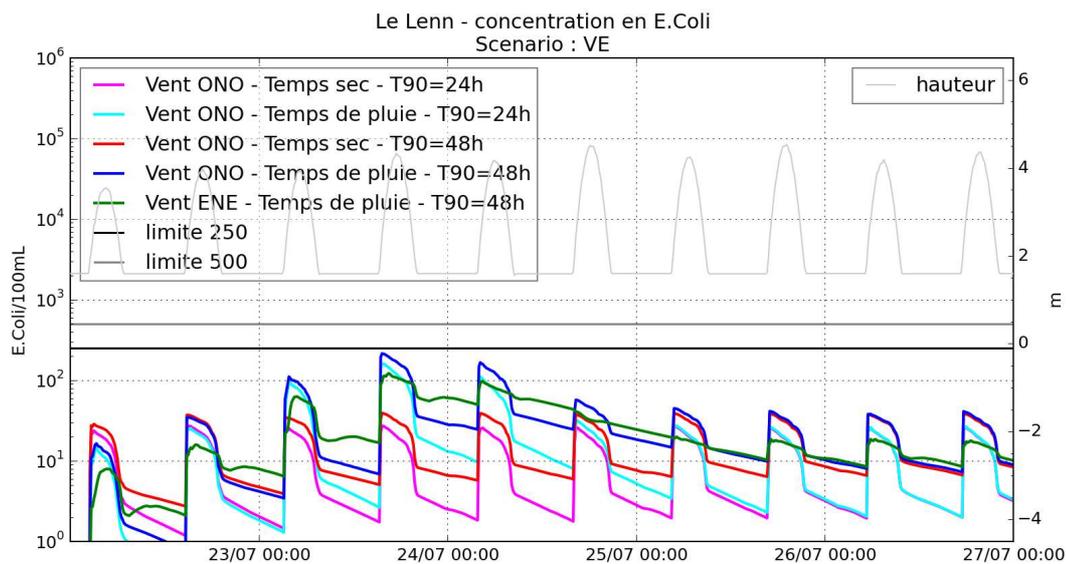
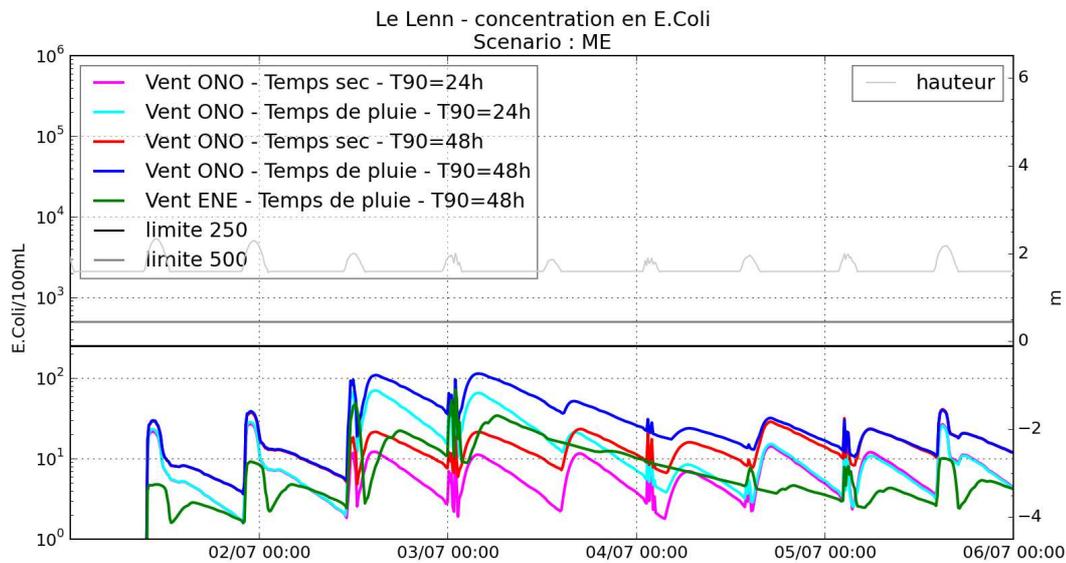


Figure 5-20 : Evolution des concentrations au niveau du bassin du Lenn

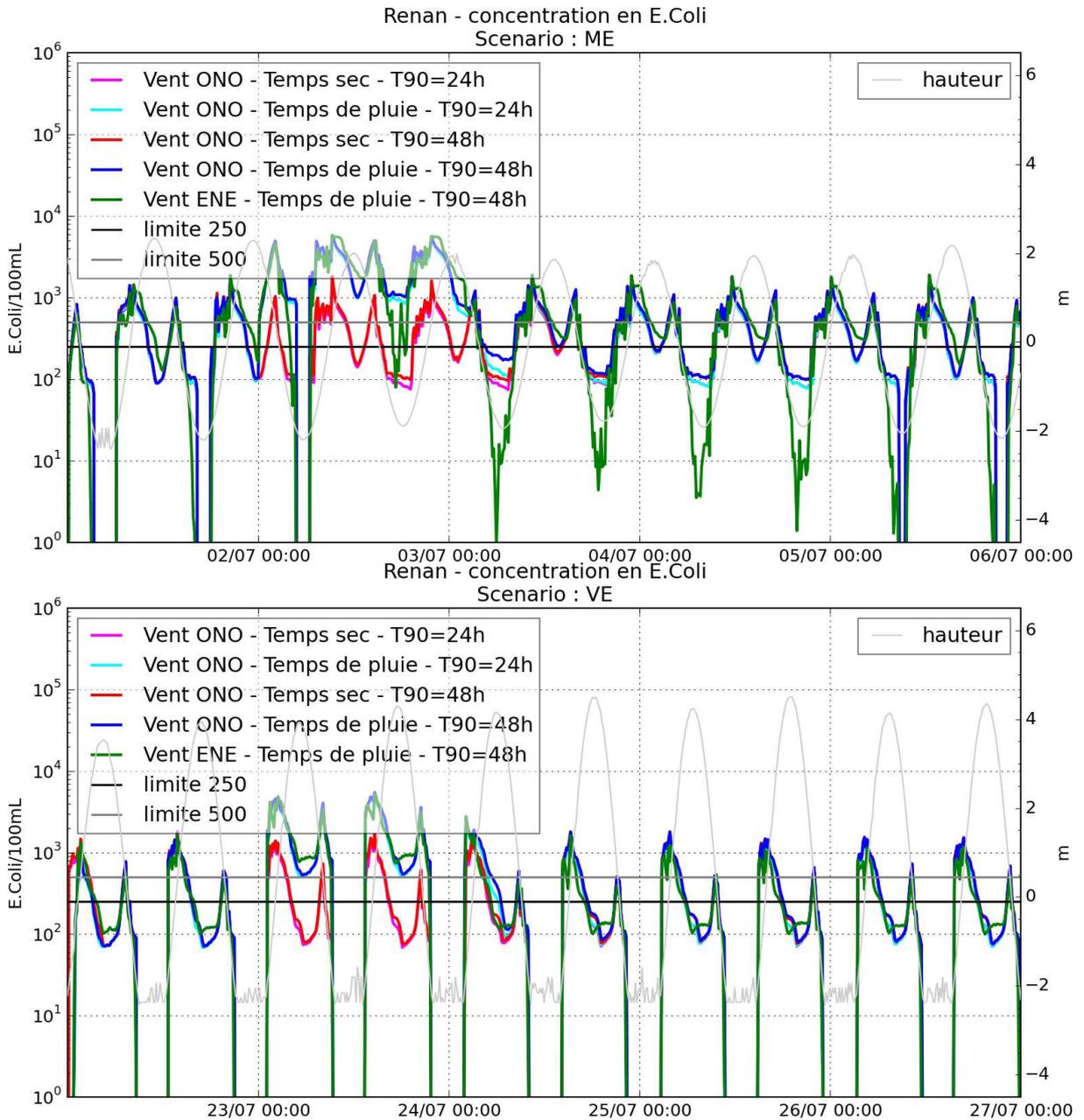


Figure 5-21 : Evolution des concentrations au niveau de la plage de Renan

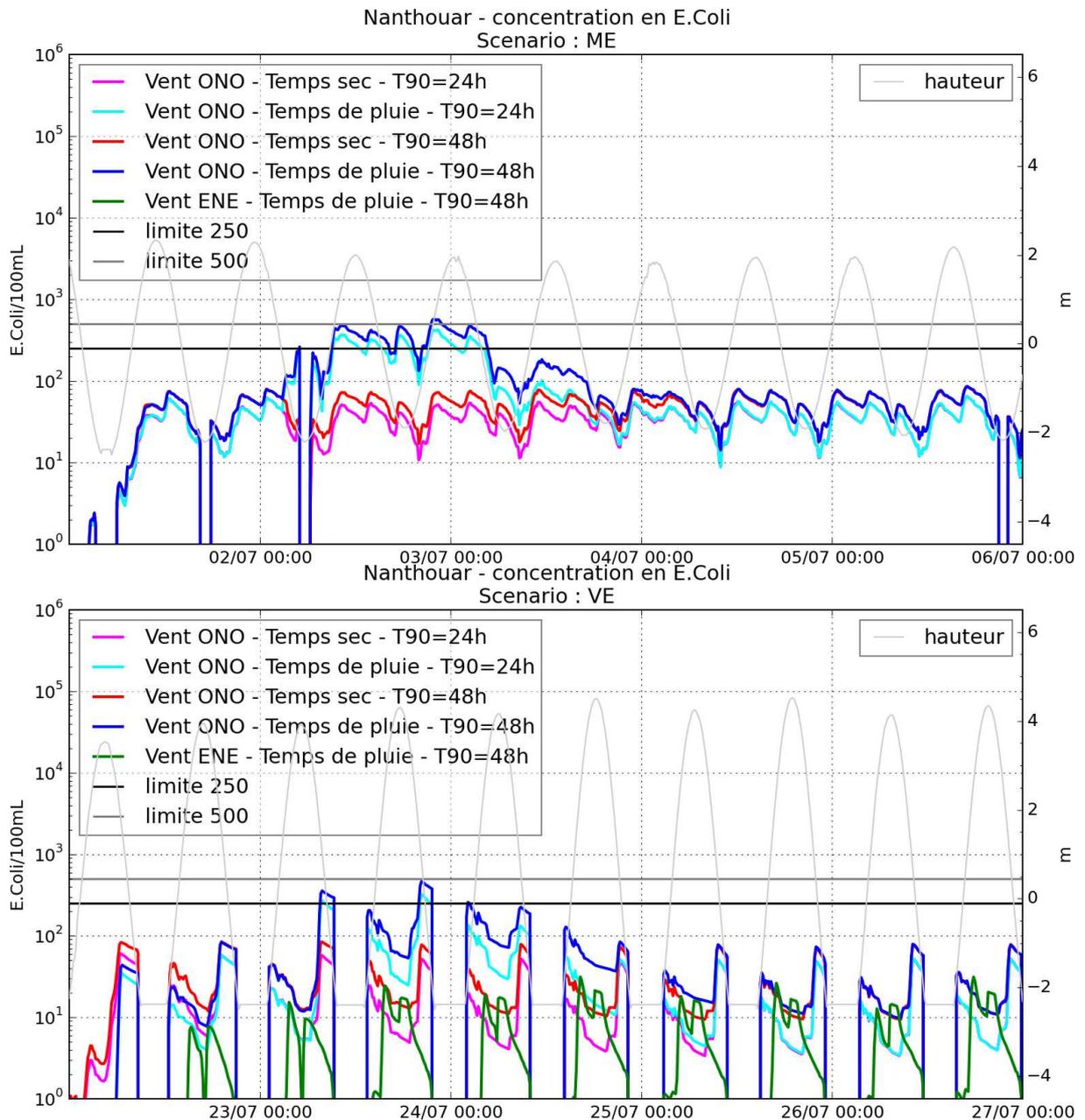


Figure 5-22 : Evolution des concentrations au niveau de la plage de Nanthouar

### 5.3.3 INFLUENCE DE LA STATION D'ÉPURATION

#### Fonctionnement normal (scénarios 1, 2, 5 et 6) vent d'OSO

Les figures ci-dessous présentent les évolutions des concentrations maximales obtenues au niveau des deux plages les plus proches de la station (Le Lenn et Renan) en tenant compte :

- de l'ensemble des rejets (traits pleins),
- de la station d'épuration uniquement (traits pointillés).

Les figures sont présentées pour les 4 scénarios de temps sec, pour lesquels l'apport relatif de la station est le plus important.

Le rejet de la station d'épuration pénètre dans le bassin du Lenn, plus particulièrement en période de vive-eau. Pour la situation la plus défavorable (VE et  $T_{90}=48h$ ), le rejet de la station d'épuration, dans la configuration testée (rejet dans le ruisseau à 1000 E.Coli/100ml), génère une concentration maximale de l'ordre de 10 E.Coli/100ml dans la zone de baignade.

Au niveau de la plage de Renan, les apports de la station sont également plus importants en période de vive-eau. Mais ils sont négligeables par rapports aux apports des rejets pluviaux.

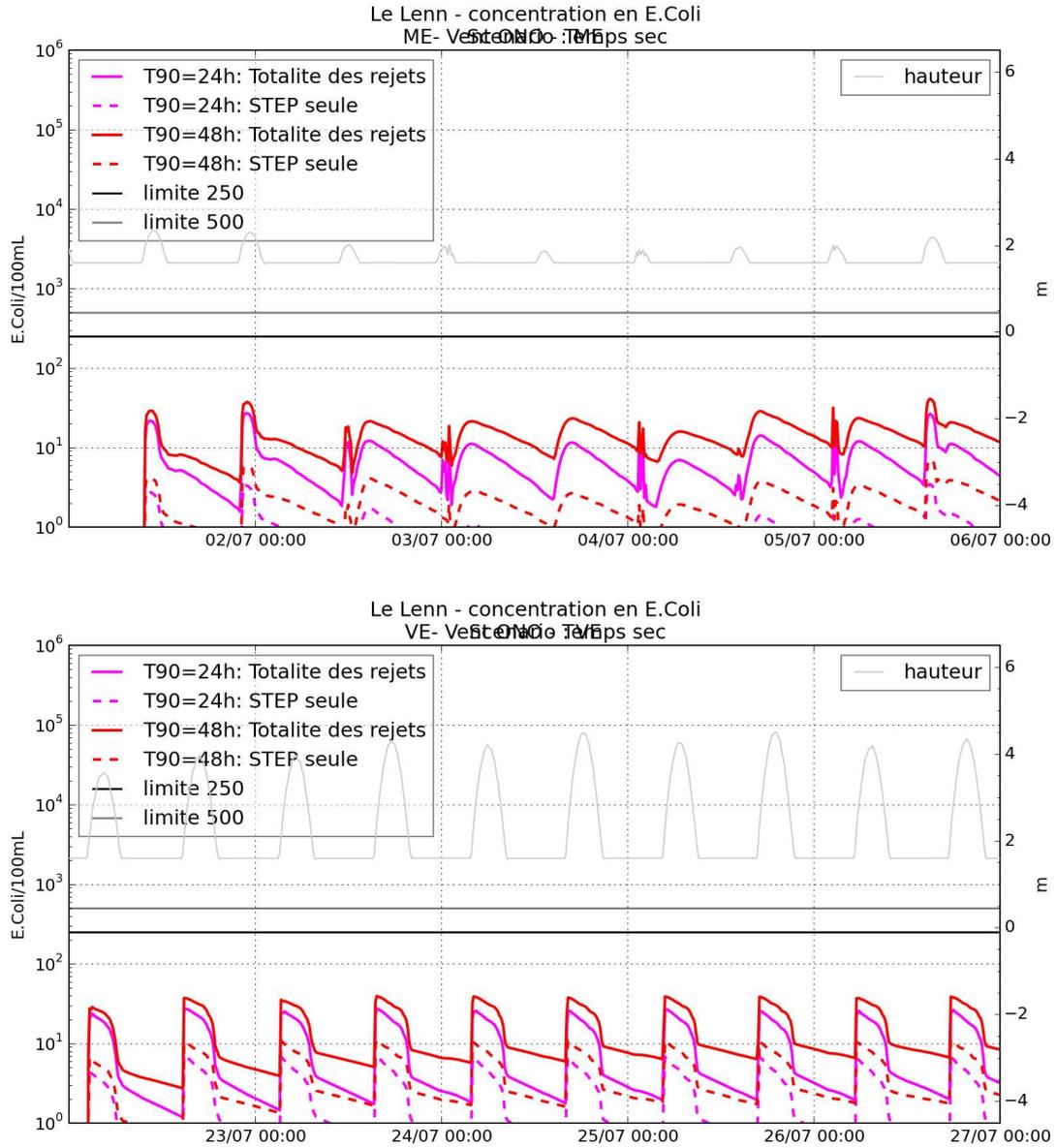


Figure 5-23 : Evolution des concentrations (totales et dues à la station d'épuration uniquement) au niveau du bassin du Lenn

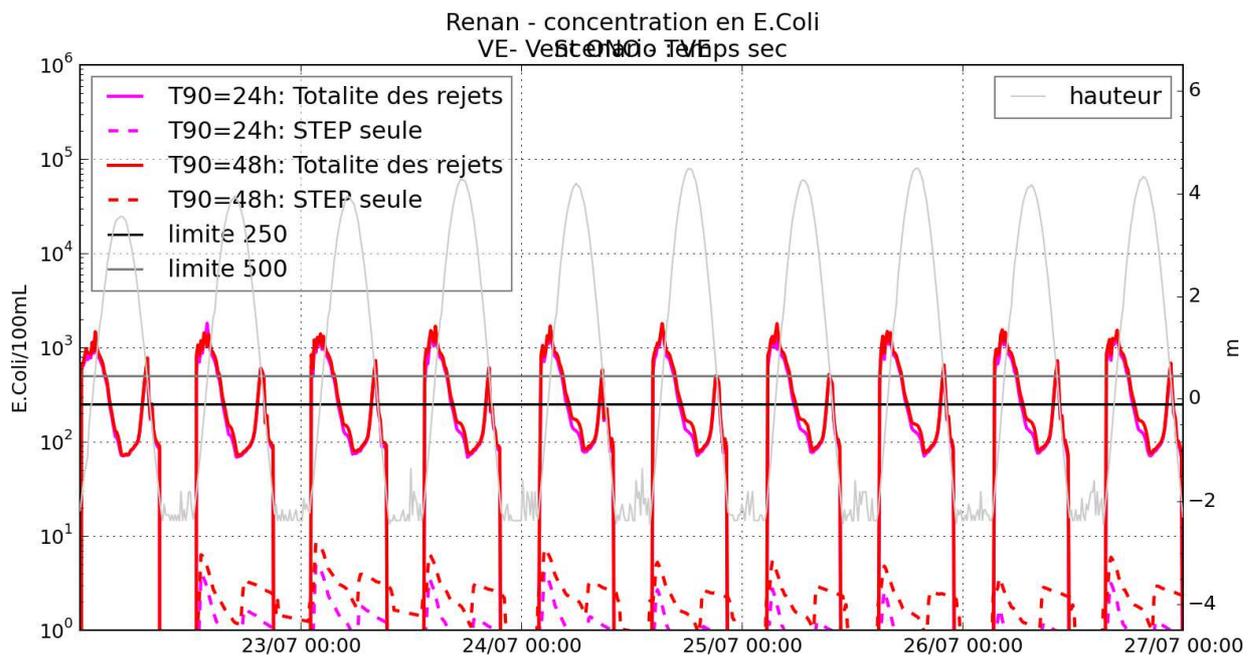
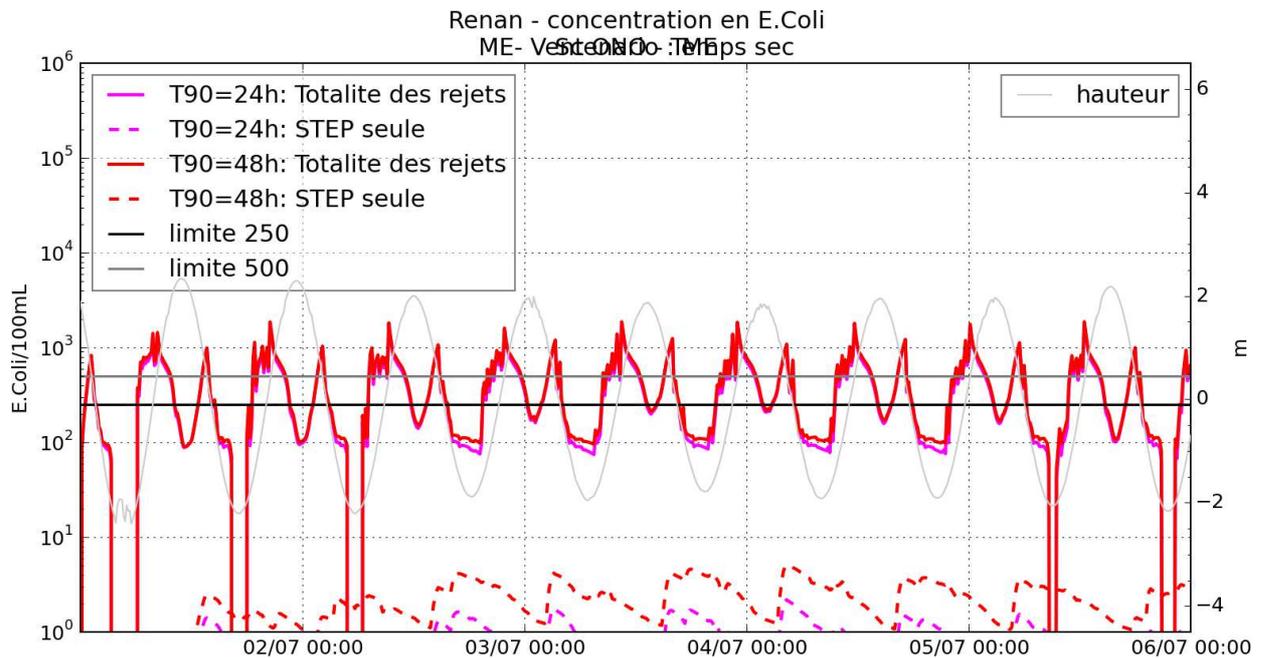


Figure 5-24 : Evolution des concentrations (totales et dues à la station d'épuration uniquement) au niveau de la plage de Renan

### Situation dégradée (scénarios 9, 10, 11 et 12) vent d'OSO

Les figures ci-dessous présentent les évolutions des concentrations maximales obtenues au niveau des différentes plages en tenant compte :

- de l'ensemble des rejets (traits pleins),
- de la station d'épuration uniquement (traits pointillés).

Les figures soulignent que, dans ces **conditions très défavorables**:

- Sur la plage de Trestraou, l'impact de la station est toujours nul.
- Sur la plage de Trestignel, l'impact de la station est très faible : de l'ordre de 10 E.Coli/100ml en été à 30 E.Coli/100ml au maximum en hiver ; ce qui n'est pas significatif par rapport aux apports des pluviaux. Aussi on obtient des concentrations similaires à celles qui sont calculées en fonctionnement normal (voir Figure 5-19).
- Les concentrations induites par la station d'épuration au niveau du bassin du Lenn sont fortement augmentées. Sous l'effet du rejet dégradé de la station, les concentrations dans le bassin atteignent le seuil de 250 E.Coli/100ml en période de morte-eau en hiver et en période de vive-eau en été et le seuil de 500 E.Coli/100ml en période de vive-eau en hiver.
- Sur la plage du Renan, les concentrations générées par la station sont élevées : elles atteignent le seuil de 250 E.Coli/100ml (voire plus) pour les deux scénarios d'hiver. Mais le pluvial du Truzugal, présent sur la plage, reste responsable du pic de concentration observé (les résultats sont donc similaires à ceux obtenus en fonctionnement normal, voir Figure 5-21)
- Sur la plage de Nanthouar, les concentrations générées par la station sont également élevées : environ 200 E.Coli/100ml en hiver. Mais, la concentration maximale totale (due à la somme de tous les rejets) est faiblement impactée, elle reste assez proche de celle obtenue en fonctionnement normal (voir Figure 5-22).

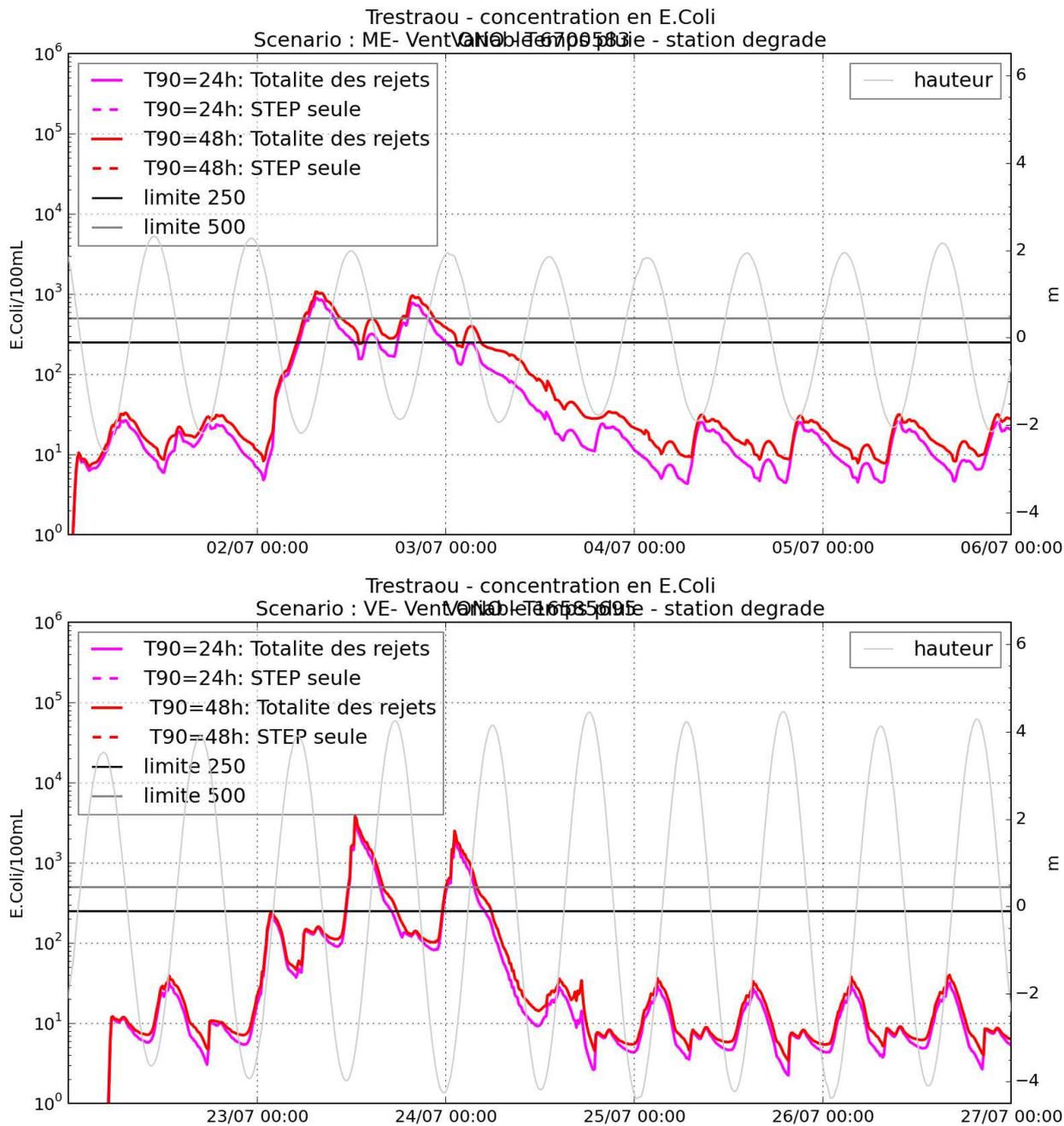


Figure 5-25 : Evolution des concentrations (totales et dues à la station d'épuration uniquement) au niveau de la plage de Trestraou

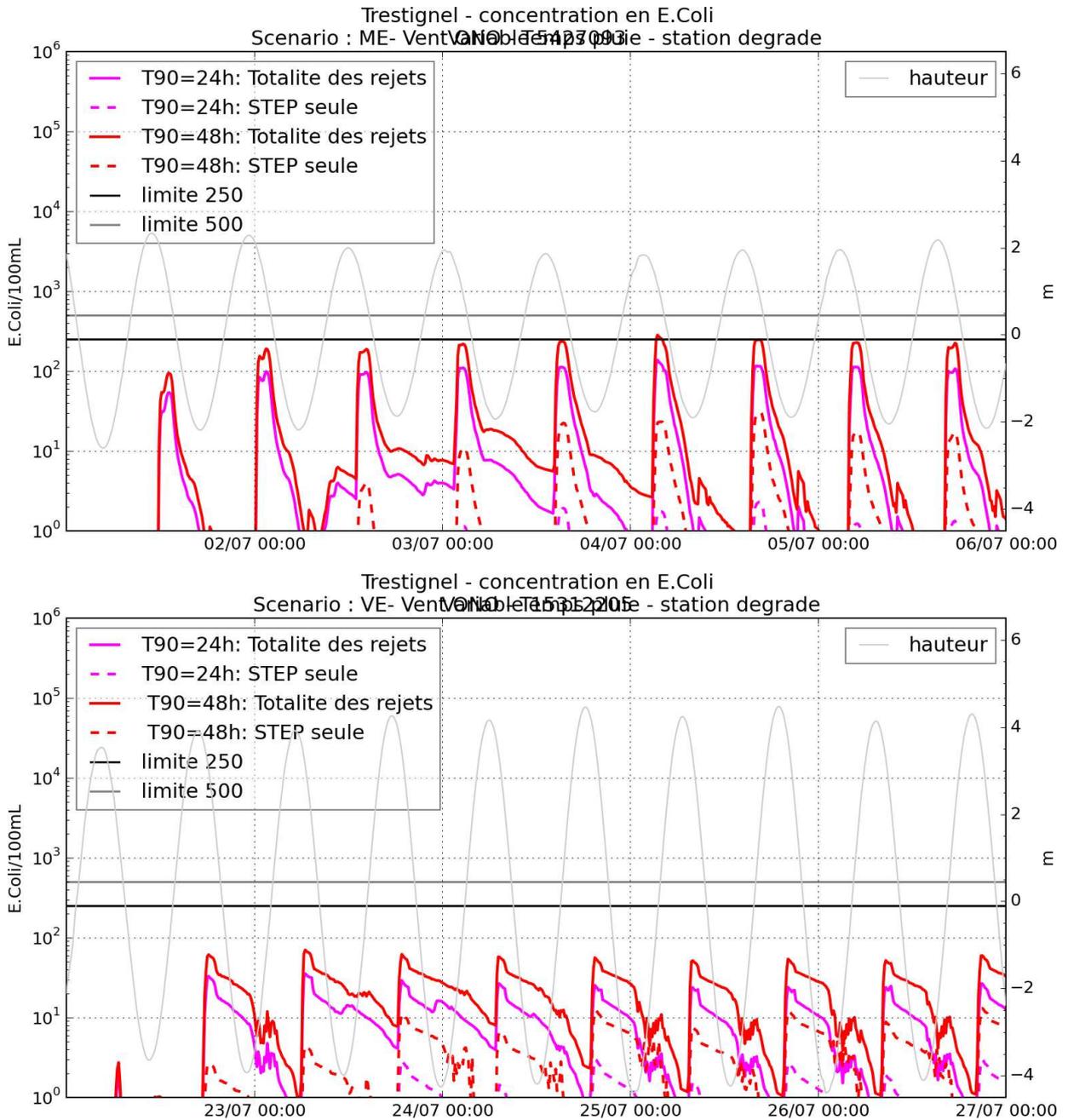


Figure 5-26 : Evolution des concentrations (totales et dues à la station d'épuration uniquement) au niveau de la page de Trestignel

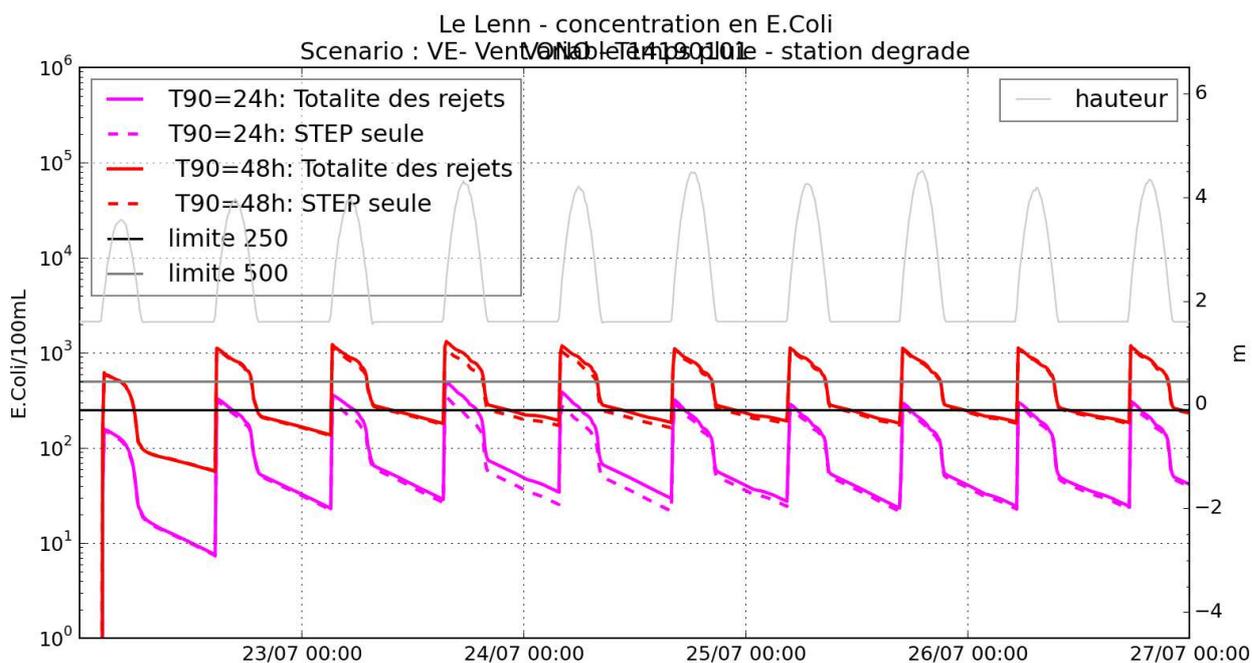
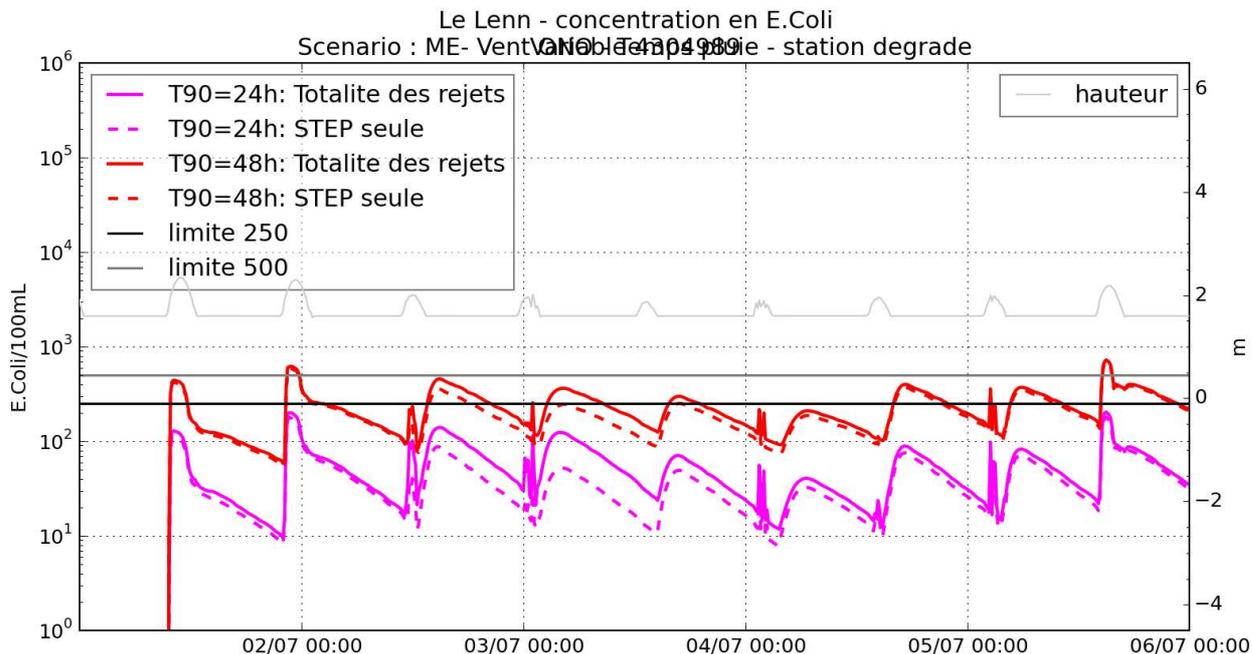


Figure 5-27 : Evolution des concentrations (totales et dues à la station d'épuration uniquement) au niveau du bassin du Lenn

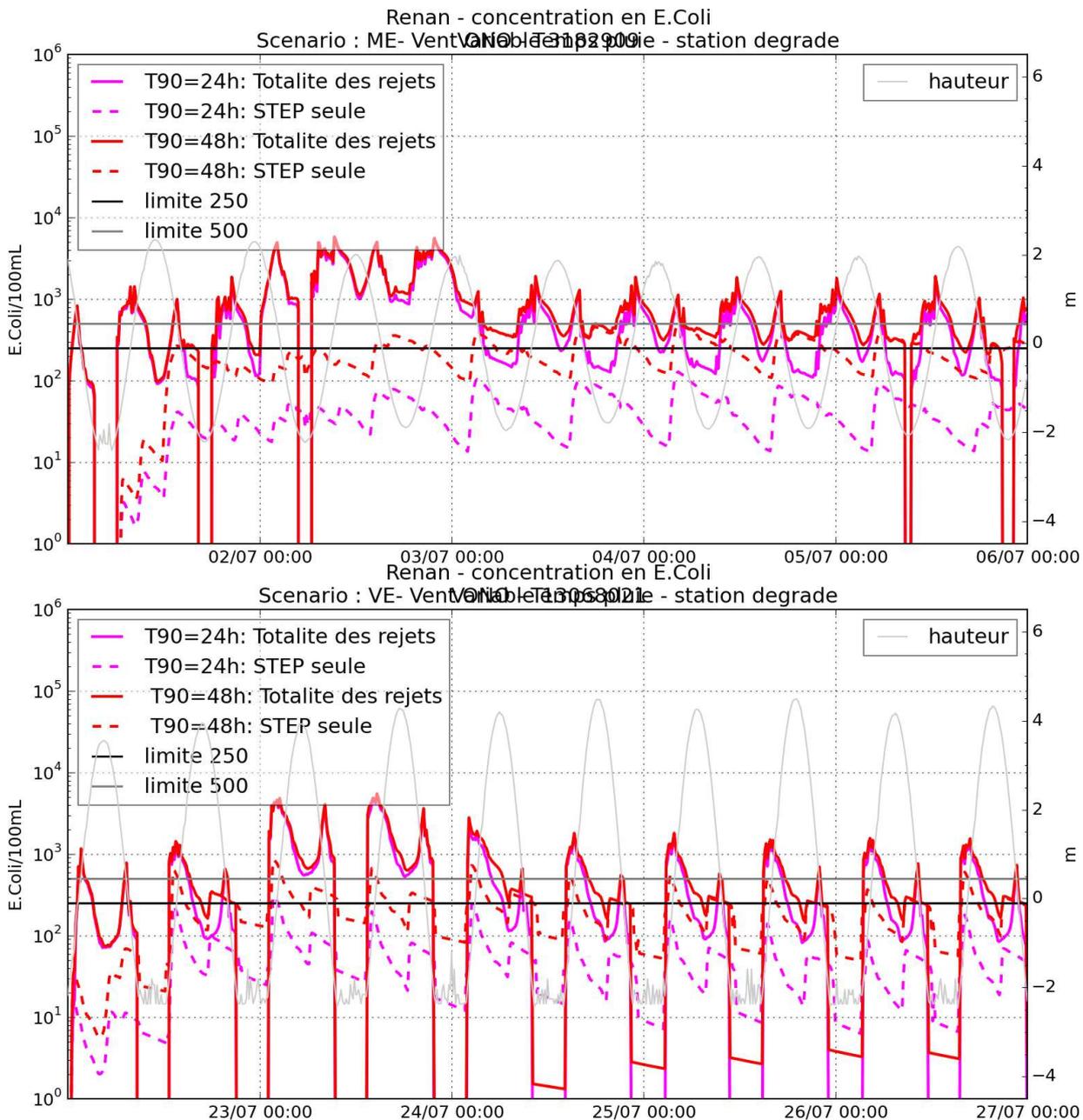


Figure 5-28 : Evolution des concentrations (totales et dues à la station d'épuration uniquement) au niveau de la plage de Renan

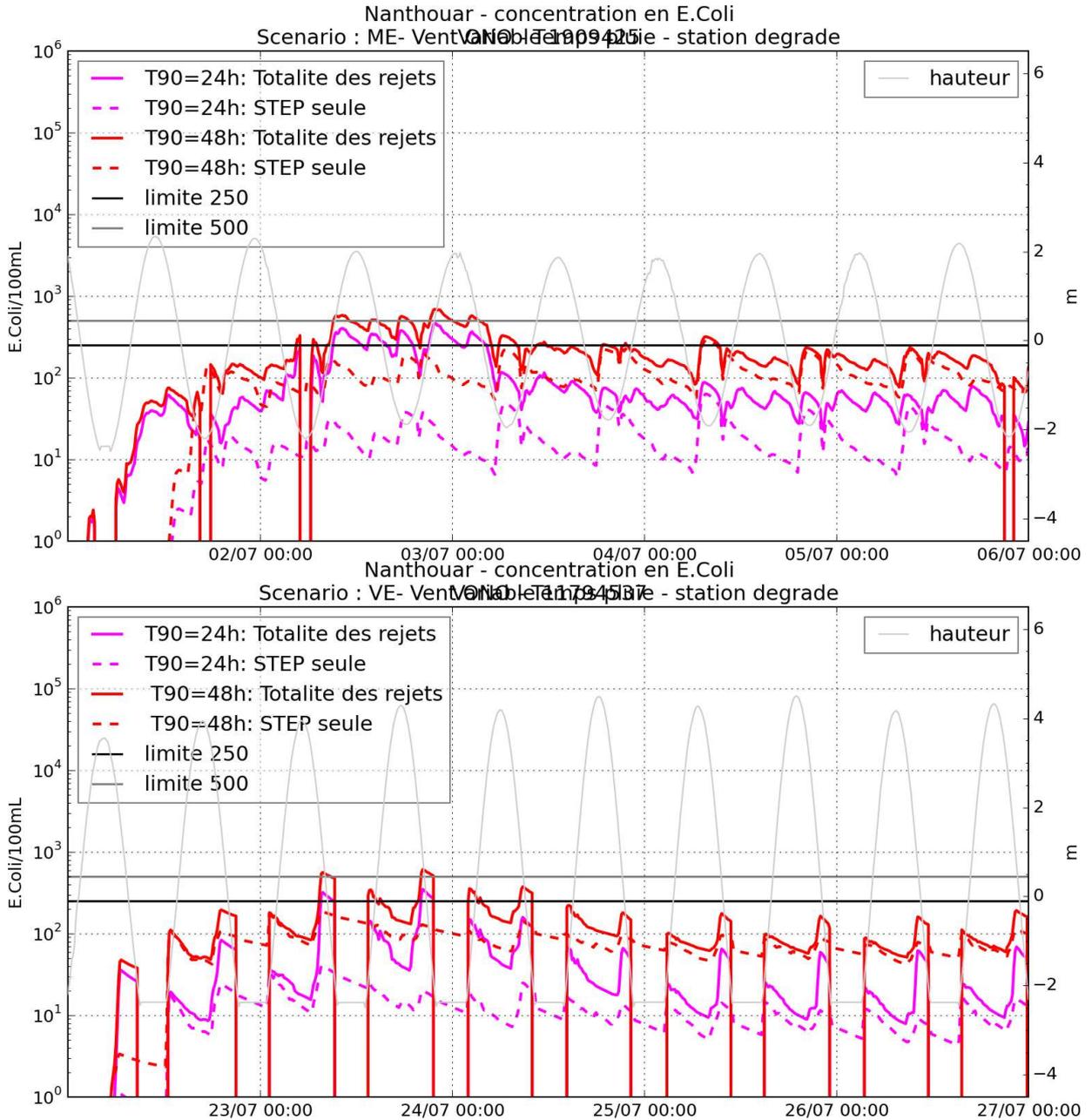


Figure 5-29 : Evolution des concentrations (totales et dues à la station d'épuration uniquement) au niveau de la plage de Nanthouar