

Scénarii et modélisation hydrodynamique des rejets du réseau d'assainissement brestois dans la rade de Brest

Scenarii and hydrodynamical modelling of Brest's sewerage system discharges in the Bay of Brest

Lydie Denis¹; Matthieu Jouan¹; Damien Verdeau²; Antoine Siquin²; Thierry Patris³; Roger Delmas¹

¹ ACRI-IN, Bâtiment Le Grand Large, Quai de la Douane, 29200 BREST; lydie.denis@acri-in.fr, matthieu.jouan@acri-in.fr, roger.delmas@acri-in.fr

² Société Publique Locale Eau du Ponant, 210 bd François Mitterrand, CS 30117 Guipavas - 29802 Brest Cedex 9;

damien.verdeau@eauduponant.fr, antoine.siquin@eauduponant.fr

³ LABOCEA, 120 rue Alexis de Rochon, 29280 Plouzané; thierry.patris@labocea.fr

RÉSUMÉ

Brest Métropole dispose d'un réseau d'assainissement unitaire dont le milieu récepteur est un milieu marin relativement fermé (la rade de Brest) où l'orientation du vent et l'amplitude des marées modifient le comportement du panache de pollution induit par les rejets du système d'assainissement.

A travers différents scénarii océano-météorologiques, la modélisation hydrodynamique des propagations de ces rejets a permis à Brest Métropole et à la Société Publique Locale Eau du Ponant de constituer un véritable outil d'aide à la décision pour prendre rapidement des mesures de prévention sanitaires en cas de dysfonctionnements par temps sec.

Pour le temps de pluie, des scénarii correspondants à différents dimensionnement de bâches de stockage au niveau des déversoirs d'orage ont été modélisés et comparés. Ces scénarii vont être affinés dans le cadre du projet de recherche et développement « MEDISA » porté par Eau Du Ponant. L'objectif est de construire un outil d'aide à la décision intégré afin de limiter l'impact des déversements de temps de pluie et de répondre aux exigences réglementaires tout en assurant un juste dimensionnement des infrastructures et une maîtrise des investissements publics. Dans cette approche, la modélisation hydrodynamique permettra d'évaluer les impacts des rejets dans l'espace et le temps, pour différentes configurations d'aménagement et différentes conditions environnementales.

ABSTRACT

Brest has a combined sewerage system. So a part of the sewerage system collects simultaneously waste water and runoff water. The receiving water of this sewerage system is a rather closed marine environment: the Bay of Brest where the wind direction and the tidal range strongly modify the behavior of the plume induced by the wastewater discharges.

Through several oceanometeo scenarios, the hydrodynamic modelling of discharges' spreading has enabled a real decision support system for restriction measures or preventive closing that can be taken when an incident occurs while dry weather

During wet weather, new potential arrangements of the sewerage system have been modelled and compared. The R&D project "MEDISA", led by *la Société Publique Locale Eau du Ponant* will enable to build an integrated decision support system with the purpose of decreasing wastewater discharges and following decrees while assuring the infrastructure design and controlling the public investment. According to this approach, the hydrodynamic modelling of discharges enables the estimation of their effects in the space and time, for different infrastructures arrangement and environmental conditions.

MOTS CLÉS

Aide à la décision, Brest, modélisation hydrodynamique, réseau unitaire, scénarios,

1 INTRODUCTION

La Rade de Brest est une grande baie de 180 km², reliée à l'Ouest à la mer d'Iroise par un goulet, large de 1,8 km. Plusieurs fleuves se jettent dans la rade : la Penfeld, l'Elorn, la rivière de Daoulas, le Camfrout, l'Aulne, la rivière du Faou. Les fonds sous-marins de la rade n'excèdent pas les 40 mètres de profondeur. Le marnage peut atteindre 7 mètres en vive-eau. La rade représente 2 Md m³ d'eau dont un tiers est déplacé à chaque cycle de marée.

Brest Métropole est située au Nord de la rade. Avec 250 000 habitants, elle est l'agglomération la plus importante de la rade. La gestion du réseau d'assainissement de Brest métropole est assurée par la Société Publique Locale Eau du Ponant. Le réseau mesure 880 km de long, dont 260 km de réseau unitaire. Il est constitué de 93 postes de refoulement (PR) et 3 stations d'épuration dont 2 sur le système unitaire (170 000 EH, 60 000 EH). Le réseau unitaire compte 43 déversoirs d'orage (DO) et 15 trop-pleins de PR. L'agglomération est instrumentée par 11 pluviomètres répartis sur l'ensemble des bassins de collecte. 90% des rejets unitaires non traités se font en rade de Brest.

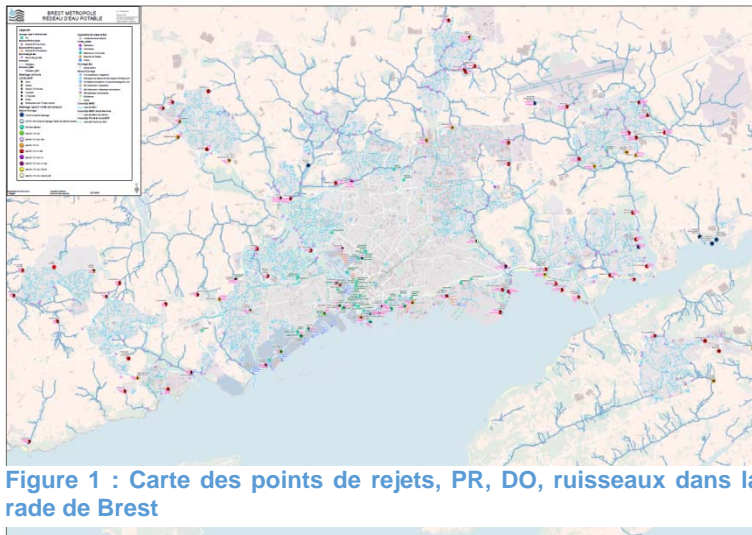


Figure 1 : Carte des points de rejets, PR, DO, ruisseaux dans la rade de Brest

La problématique de la maîtrise des rejets d'eaux usées dans la rade est à l'origine de cette étude.^[1]

Par temps sec, le dysfonctionnement électrique d'une infrastructure du système d'assainissement de la collectivité peut provoquer un rejet d'eaux usées non traitées vers le milieu naturel au niveau des trop-pleins des postes de relevage. Les modélisations de ces événements permettent d'identifier leur impact sur la rade et de construire un outil permettant une prise de décision rapide au regard d'enjeux sanitaires (ex : fermeture de plage à la baignade) en fonction de différents scénarios (arrêt de poste de relevage ou d'usine de traitement pour différentes conditions de vents et de marées...).

En période de forte pluie, la saturation du réseau provoque des rejets d'eaux usées non traitées directement au niveau des points de délestage. Les volumes rejetés sont estimés par modélisation. Le calage du modèle devra permettre de simuler les gains qui découleront de la mise en place d'ouvrages de stockage.

2 METHODE

2.1 Modélisation hydrodynamique

Le code hydrodynamique MARS 3D^[2] développé par IFREMER permet de réaliser les calculs des courants marins, des hauteurs d'eau et des concentrations en éléments solubles. Les données d'entrée prises en compte sont la bathymétrie, le vent, la marée, les flux des rejets, le coefficient d'extinction du polluant traceur. Les résultats sont observés en 17 points de suivi.

2.2 Définition des scénarii

Deux configurations sont étudiées : les dysfonctionnements par temps sec et les rejets des surverses des déversoirs d'orage par temps de pluie.

2.2.1 Temps secs, impact des dysfonctionnements

Les périodes modélisées sont d'une durée de quatre jours en période de marée de morte-eau ou de vive-eau, pour des scénarii de vents représentatifs sur la zone (voir Tableau 1). Pour chaque ouvrage, la durée de déversement considérée est de 24 heures, au débit de pompage nominal. Les concentrations utilisées sont les concentrations moyennes de temps sec en entrée de STEP. Le coefficient d'extinction T90 est de 36 heures.

Tableau 1 : Scénarii de temps sec

Marée	Vent	Durée de versement
- vive-eau - morte-eau	- sans vent - 10m/s nord-ouest - 10m/s sud-ouest	- 24 heures

2.2.2 Temps de pluie, impact des rejets unitaires

Les conditions de vent et de marée des scénarii sont basées sur un mois de référence : Février 2014. Cinq chroniques de rejets sont définies par le modèle de réseau EU : deux en situation initiale du réseau et trois pour des aménagements de bassins d'orage supplémentaires permettant de gérer les sur-volumes induits par des pluies d'intensité données (voir Tableau 2).

Tableau 2 : Scénarii de temps de pluie

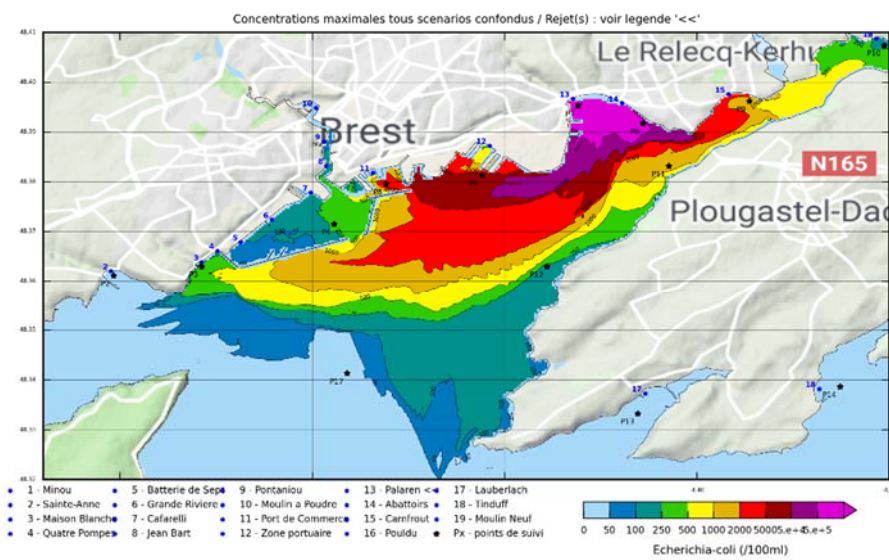
Situation initiale d'aménagement du réseau	(1) situation initiale sans ouvrage de gestion (2) situation mesurée sur la période
Situation d'amélioration du réseau (ajout de bassins d'orages pour la gestion des sur-volumes)	(3) scénario bassins de gestion pluie de projet 4mm (4) scénario bassins de gestion pluie de projet de 6.4mm (5) scénario bassins de gestion pluie de projet de 8mm (pluie trimestrielle qui engendre presque 50 000m ³ d'eaux)

3 RESULTATS ET EXPLOITATION

3.1 Temps sec

Les résultats des calculs ont permis de constituer une fiche de synthèse par ouvrage (carte des concentrations maximales en E.Coli, évolution temporelle des concentrations simulées au point de suivi associé). Ces fiches permettent d'identifier les zones susceptibles d'être impactées par le rejet et ainsi aider la prise de décision comme par exemple une fermeture préventive de plage, une interdiction de commercialisation ou de pêche de coquillages pendant une durée donnée en fonction des scénarios, en cas de dysfonctionnement d'une installation.

Par exemple, la Figure 2 montre les concentrations en E.Coli maximales atteintes dans la rade après un épisode de dysfonctionnement, en cas de morte-eau et sans vent d'une part (à gauche) et de vive-eau avec vent de nord-ouest d'autre part (à droite). Les zones impactées et concentrations maximales sont réparties différemment. Les prises de décisions vont par conséquent être adaptées.



3.2 Temps de pluie

Les résultats de calculs par temps de pluie ont constitué une première approche pour évaluer l'impact de la situation initiale puis dans différentes propositions de gestion et création d'ouvrages. La Figure 3 montre les concentrations en E.Coli maximales atteintes dans la rade pendant le mois de référence avec des rejets d'une part dans la configuration initiale du réseau (à gauche) et, d'autre part, dans une configuration avec des bassins d'orage permettant la gestion des sur-volumes induits par une pluie de 8 mm. L'emprise du panache est significativement réduite grâce à l'aménagement proposé.

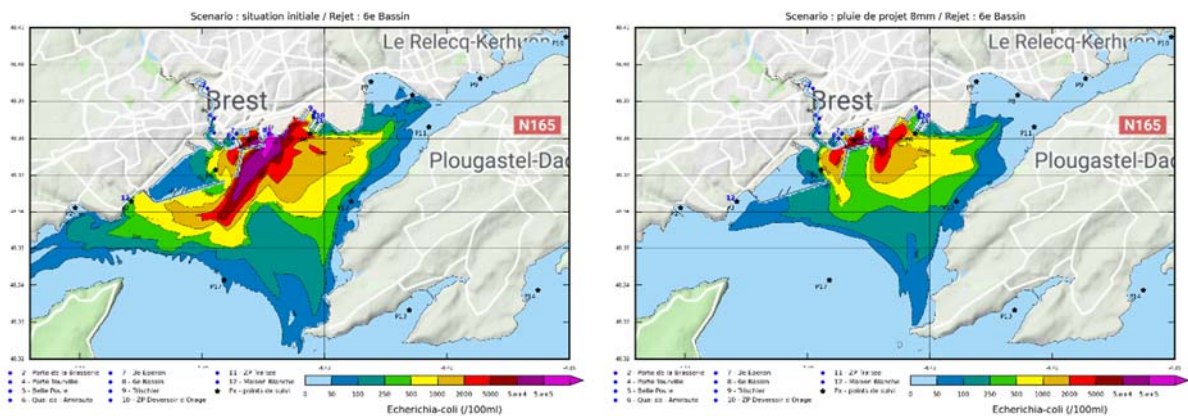


Figure 3 : Concentration maximale en E.Coli atteinte sur le mois de Février 2014 pour l'aménagement initial (à gauche) et un scénario de bassins de gestion de pluie de 8 mm (à droite) pour le rejet du 5^e bassin

4 CONCLUSION

En période de temps sec, le dysfonctionnement d'une infrastructure peut provoquer un rejet direct d'eaux usées dans la rade. L'étude de modélisation hydrodynamique de différents scénarii a permis de construire un catalogue de cartes qui sont un réel support d'aide à la décision pour les mesures de restrictions et de fermetures de plages qui sont prises par la collectivité, l'administration ou les producteurs locaux.

En période de forte pluie, le réseau arrive parfois à saturation provoquant un rejet d'eaux usées mélangées et non traitées directement dans la rade. Les modélisations hydrodynamiques des chroniques de rejets (issues du modèle du réseau EU) sur un mois de référence permettent d'évaluer leur impact sur l'environnement pour différentes configurations d'ajouts de bassins d'orage permettant de gérer les sur-volumes engendrés.

Les réglementations (arrêté du 21 juillet 2015 relatif aux systèmes d'assainissement collectifs, DCE, DERU) imposent des objectifs de diminution des déversements directs en milieu naturel, dans des conditions économiques raisonnables. Pour respecter ces objectifs et ceux des différentes contraintes environnementales, Eau du Ponant est à l'initiative du projet MEDISA, une méthodologie permettant d'optimiser le dimensionnement des infrastructures nécessaires à la gestion des pollutions liées aux déversements d'un système d'assainissement par temps de pluie (ajout de bassins d'orage, déconnexion des eaux pluviales,...). Elle s'appuie sur l'expertise de plusieurs partenaires (LABOCEA, ACRI-IN, Université de Bretagne Occidentale, 3Deau et IMT Atlantique).

A travers des outils complexes, le projet MEDISA construira une méthode multicritères d'évaluation du gain réel des différents scénarios d'aménagement sur l'environnement. L'objectif est d'optimiser la construction des ouvrages en assurant un impact minimal sur l'environnement. Cet outil permettra également de quantifier le gain espéré et de faire valider les choix par les différents acteurs de la rade afin de s'assurer que le choix technico-économique fasse consensus. La modélisation hydrodynamique sera améliorée et approfondie afin de mieux comprendre la dynamique complexe du milieu récepteur et ainsi estimer les conséquences des pollutions sur les zones économiquement ou écologiquement sensibles : en amont, une étude statistique approfondie de la pluviométrie permettra d'affiner et de compléter les chroniques de pluies représentatives de la zone d'étude et, le modèle du réseau EU sera amélioré pour affiner les modélisations des chroniques de rejets engendrées par les chroniques de pluie ; le modèle MARS 3D sera utilisé avec le module de raffinement AGRIF qui permet les échanges entre les zooms successifs du modèle ; un couplage avec les vagues sera mis en place pour prendre en compte les courants induits ; plusieurs polluants seront suivis (bactéries, matières en suspension, polluants organiques) ; les vitesses de chutes des polluants particuliers seront estimées par la mesure et implémentées dans le modèle de dispersion ; de nouveaux indicateurs seront calculés (temps d'exposition, pourcentages de surfaces impactées,...).

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Jouan, M., Chini, N., Delmas, R. (2015) Modélisation de rejets d'eaux usées en Rade de Brest (Rapport d'Etude), HOCER pour LABOCEA
- [2] Petton, S. (2017) Fonctionnement hydrodynamique de la rade de Brest, Séminaire ZABRI – Thème 2, IFREMER – LEMAR [<http://www-ium.univ-brest.fr/zabri/fr/actualites/diaporama-seminaire-theme-2-mars-2017/petton>]