

NOTE DEFINITIVE

Modélisation des rejets dans le lagon de Mayotte – Ironi Bé

Note de réponse à l'avis du Conseil de gestion du PNMM du 13 novembre 2024

Février 2025

LES EAUX DE MAYOTTE

CLIENT : LES EAUX DE MAYOTTE

COORDONNÉES	BP 289 – ZI Kawéni, 97600 Mamoudzou
INTERLOCUTEUR	Steeves GUY Tél.: 02.69.62.11.11 E-mail : steeves.guy@eauxdemayotte.yt

CREOCEAN

COORDONNÉES	SIEGE SOCIAL Zone Technocéan – Chef de Baie – Rue Charles Tellier 17000 LA ROCHELLE Tél. : 05 46 41 13 13 - Fax : 05 46 50 51 02 E-mail : creoccean@creoccean.fr
INTERLOCUTEUR	Monsieur Gaëtan DUFOUR Tél. : 07 88 86 41 57 E-mail : gaetan.dufour@creoccean.fr

RAPPORT

TITRE	Modélisation des rejets dans le lagon de Mayotte – Ironi Bé Note de réponse à l’avis du Conseil de gestion du PNMM du 13 novembre 2024
NOMBRE DE PAGES TOTAL (hors annexes)	27
NOMBRE D’ANNEXES	0

VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	REDACTEUR	CONTRÔLE QUALITE
221288_Rejets_Mayotte	V1	13/02/2025	GDU	FBR

Sommaire

Contexte et objet du rapport.....	4
1. Approche de l'étude de sensibilité des résultats	5
2. Bilan de masse	5
3. Paramètres d'importance prioritaire	6
3.1. Affinage du maillage vertical	6
3.2. Modèle de turbulence vertical	9
3.3. Prise en compte de la houle	12
3.4. Affinage du maillage horizontal	15
3.5. Intégration d'une partie océanique	17
3.6. Simulation des rejets de saumures avec d'autres traceurs.....	17
3.7. Impact du coefficient de friction sur les bancs coraliens	21
4. Points d'importance secondaire	24
4.1. Affinage de la résolution dans la zone de rejet.....	24
4.2. Ecoulement en sortie des diffuseurs	24
4.3. Concentration en sel dans le lagon	24
4.4. Mesures d'erreur	24
5. Conclusion de l'étude de sensibilité.....	26

Contexte et objet du rapport

Le Conseil de gestion du parc naturel marin de Mayotte (PNMM) a rendu un avis favorable assorti de réserves, prescriptions et recommandations au projet de création d'une usine de dessalement à Ironi Bé, le 13 novembre 2024.

Cette note répond aux réserves relatives à la modélisation de la dispersion des rejets. Les réserves émises par le parc sont basées sur les rapports d'analyse de deux experts indépendants :

- Catherine VILLARET, Gérante de la société Mobidyc.
- André B. FORTUNATO, Directeur de Recherche, Division des Estuaires et des Zones Côtières du Laboratoire National du Génie Civil de Lisbonne.

Ces deux experts ont été contactés en novembre et décembre 2024 afin d'affiner certaines de leurs remarques et proposer une réponse permettant de :

- Lever les réserves et valider la modélisation,
- Eventuellement, améliorer les résultats numériques.

Les discussions menées avec ces deux experts ont permis de préciser la démarche à mener et d'identifier les points les plus importants à vérifier :

- **Démarche** : il a été convenu de réaliser des analyses de sensibilité pour le point de rejet **P4 en tranche 0 (10 000 m3/j) avec vent nul et sur 15j** sur les paramètres présentés ci-dessous. Ces conditions météorologiques sont les plus pénalisantes pour la dispersion du panache. L'objectif étant de comparer les résultats du modèle initial avec le modèle modifié, nous comparerons l'impact de la modification de chaque paramètre sur la dispersion du rejet de saumure et des traceurs et sur les vitesses de courants dans la zone de rejet.
- **Paramètres à étudier, classés par ordre d'importance** :
 - **Affinage du maillage vertical** ;
 - **Modèle de turbulence** ;
 - Prise en compte de la houle ;
 - Affinage du maillage horizontal sur la barrière de corail et dans les passes (en fonction des conclusions des bilans de masse) ;
 - Intégration d'une partie océanique (en fonction des conclusions des bilans de masse) ;
 - Simulation avec les traceurs combinés au rejet de saumure (pour modéliser l'impact du rejet de saumure sur la dispersion des traceurs).

Les comptes-rendus mail des changes figurent en annexe.

Sur les résultats des modélisations, le rayon dans lequel une sursalinité supérieure à 1% est observée est indiqué en rouge. Les écosystèmes à enjeu sont représentés sur les cartes par le code couleur suivant :

- Mangroves
- Récifs coralliens
- Herbiers

La présente note, en date de février 2025, détaille les réponses apportées aux réserves émises.

1. Approche de l'étude de sensibilité des résultats

Demande du PNMM : réaliser une étude de sensibilité des résultats numériques aux différents paramètres

Afin de sécuriser la fiabilité des résultats des modélisations réalisées dans le cadre de l'étude, nous effectuerons des études de sensibilité sur les paramètres suivants :

- ▶ Maillage vertical affiné avec prise en compte de différentes configurations de plans verticaux ;
- ▶ Modèles de turbulence ;
- ▶ Intégration de la houle dans le modèle ;
- ▶ Maillage horizontal affiné sur la barrière de corail et dans les passes (en fonction des résultats des bilans de masse) ;
- ▶ Intégration d'une partie océanique dans le modèle (en fonction des résultats des bilans de masse) ;
- ▶ Traceurs combinés aux rejets de saumure.

Ces études de sensibilité sont réalisées pour une simulation sur 15 jours avec vent nul, pour le point de rejet P4 (retenu à la suite des différentes études) en tranche 0 (10 000 m³/j). L'objectif étant de comparer les résultats du modèle initial avec le modèle modifié pour chaque paramètre, nous comparons l'impact de la modification de chaque paramètre sur la dispersion du rejet de saumure et des traceurs et sur les vitesses de courants dans la zone de rejet.

Les résultats sont présentés ci-dessous.

2. Bilan de masse

Demande du PNMM : volumes de matière évacuée par les flux au cours du jusant, variation globale de masse en plusieurs zones du lagon

Le bilan de masse est réalisé automatiquement par Telemac à chaque simulation. Il a été vérifié sur quelques cas en cours de réalisation qu'il n'y avait pas de perte de masse dans le domaine de modélisation.

Les bilans de masse sont vérifiés à l'aide du mot clé « Bilan de Masse » qui permet de connaître les flux de masse dans le domaine pour chaque pas de temps, et donc de s'assurer qu'il n'y a pas de pertes numériques. Ce bilan est effectué pour une simulation sur 15j avec vent nul.

Le bilan de masse a été vérifié pour les cas suivants :

- ▶ Modèle de turbulence : Smagorinski (référence)
- ▶ Modèle de turbulence : mixing length

Ci-dessous est présenté le récapitulatif des volumes sortant du modèle et des volumes perdus. **Les valeurs étant inférieures à 1%, nous considérons que le bilan de masse est vérifié.**

	Smagorinski (référence)	Mixing Length
initial volume	8157123000	8157123000
final volume	8210668000	8210591000
volume exiting	-53545870	-53468780
	-0.66%	-0.66%
total volume lost	-4.78327E-06	2.63751E-06
	0.00%	0.00%

Figure 2.1 : Bilan de masse pour les deux modèles de turbulence

3. Paramètres d'importance prioritaire

3.1. Affinage du maillage vertical

Demande du PNMM : affiner le maillage vertical

Le nombre de niveaux a été optimisé en fonction de la validation de la simulation hydrodynamique vis à vis des mesures de courant qui a été jugée satisfaisante.

Une étude de sensibilité au nombre de plans niveaux verticaux est réalisée. Cette étude est effectuée pour une simulation sur 15j avec vent nul, pour le point de rejet P4 en tranche 0. La dispersion du panache dans la zone de rejet est alors comparée entre une configuration de plans verticaux plus élevée et le modèle initial.

Les résultats de l'étude de sensibilité aux plans verticaux sont présentés ci-dessous. Les figures présentent la sursalinité maximale du panache de saumure au cours de la modélisation pour 9 couches verticales (modèle initial), et 18 couches verticales. On remarque qu'avec 18 couches verticales le panache s'étend légèrement plus loin, cependant le seuil de sursalinité de 1g/l reste confiné autour des points de rejet et n'impacte pas les zones d'intérêt :

- Pour le modèle initial à 9 couches verticales, la sursalinité de 1% affecte un rayon d'environ 70m autour du point P4 ;
- Pour le modèle affiné à 18 couches verticales, la sursalinité de 1% affecte un rayon d'environ 100m autour du point P4.

La modification du paramètre de mailles verticales engendre donc une légère augmentation du panache de salinité en conditions maximales, sans toutefois remettre en question les conclusions de l'étude initiale (le seuil de sursalinité de 1%, soit 0,35 g/L, étant confiné à un rayon d'environ 100m autour du point P4).

LES EAUX DE MAYOTTE
MODELISATION DES REJETS DANS LE LAGON DE MAYOTTE – IRONI BE

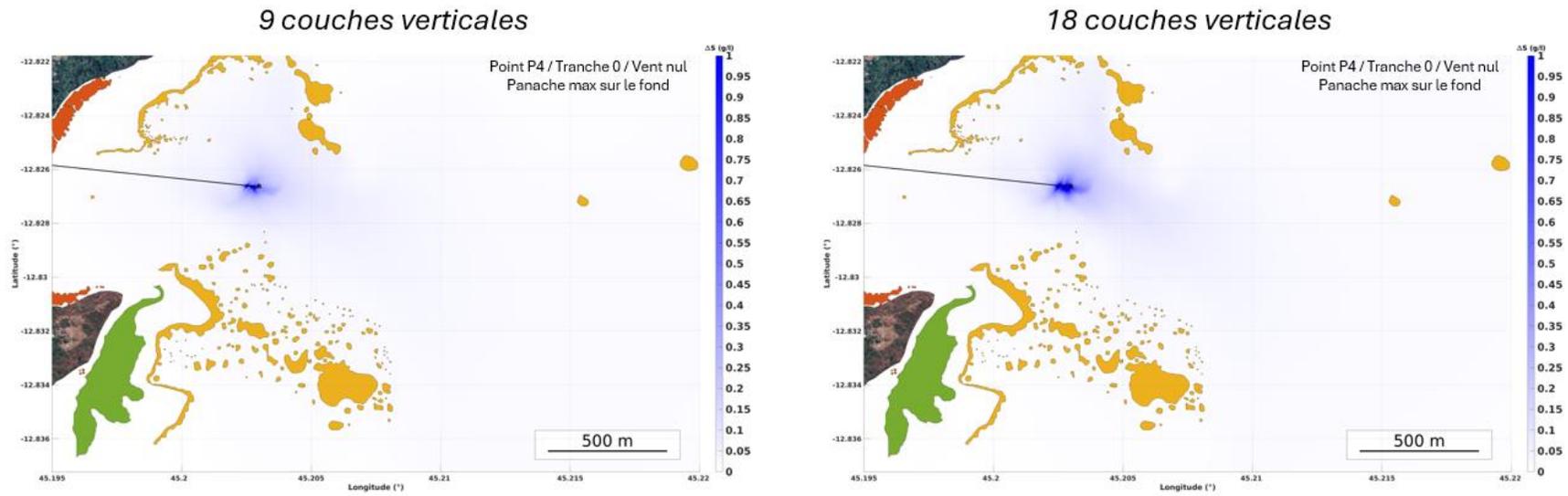


Figure 3.1 : Sursalinité maximale au cours de la modélisation pour 9 couches verticales et 18 couches verticales (légende min = 0.00g/l / max = 1.00g/l)

LES EAUX DE MAYOTTE
MODELISATION DES REJETS DANS LE LAGON DE MAYOTTE – IRONI BE

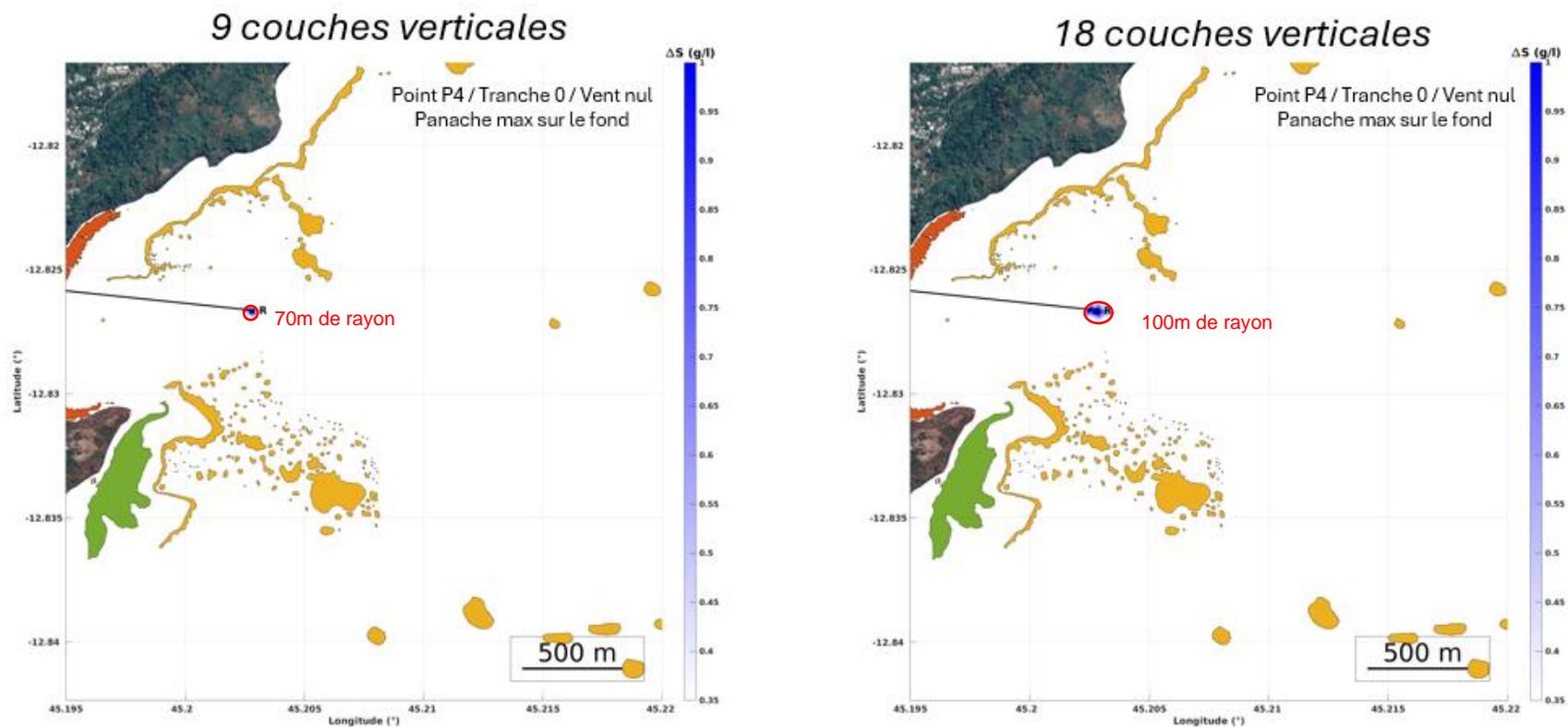


Figure 3.2 : Sursalinité maximale au cours de la modélisation pour 9 couches verticales et 18 couches verticales (légende min = 0.35g/l / max = 1.00g/l)

3.2. Modèle de turbulence vertical

Demande du PNMM : prendre en compte la stratification dans le modèle de turbulence vertical

Le schéma de turbulence verticale de Smagorinsky a été retenu car c'est celui qui permettait de reproduire au mieux les mesures de courant lors de la phase de validation du modèle. Une sensibilité à la turbulence a en effet été menée avec plusieurs schémas.

Une étude de sensibilité sur le modèle de turbulence est réalisée. Cette étude est effectuée pour une simulation sur 15j avec vent nul, pour le point de rejet P4 en tranche 0. La dispersion du panache dans la zone de rejet est alors comparée entre le modèle de turbulence « mixing length » et le modèle initial « Smagorinski ».

La sensibilité au modèle de turbulence vertical a été vérifiée pour les cas suivants :

- ▶ Modèle de turbulence : Smagorinski (référence)
- ▶ Modèle de turbulence : mixing length

Les résultats de l'étude de sensibilité au modèle de turbulence vertical sont présentés ci-dessous. On remarque qu'avec le modèle mixing length le panache s'étend plus loin, cependant le seuil de sursalinité de 1g/l reste confiné autour des points de rejet et n'impacte pas les zones d'intérêt :

- Pour le modèle initial (Smagorinski), la sursalinité de 1% affecte un rayon d'environ 70m autour du point P4 ;
- Pour le modèle affiné (mixing length), la sursalinité de 1% affecte un rayon d'environ 75m autour du point P4.

La modification du paramètre de modèle de turbulence engendre donc une très légère augmentation du panache de salinité, sans toutefois remettre en question les conclusions de l'étude initiale (le seuil de sursalinité étant confiné à un rayon d'environ 75m autour du point P4).

LES EAUX DE MAYOTTE
MODELISATION DES REJETS DANS LE LAGON DE MAYOTTE – IRONI BE

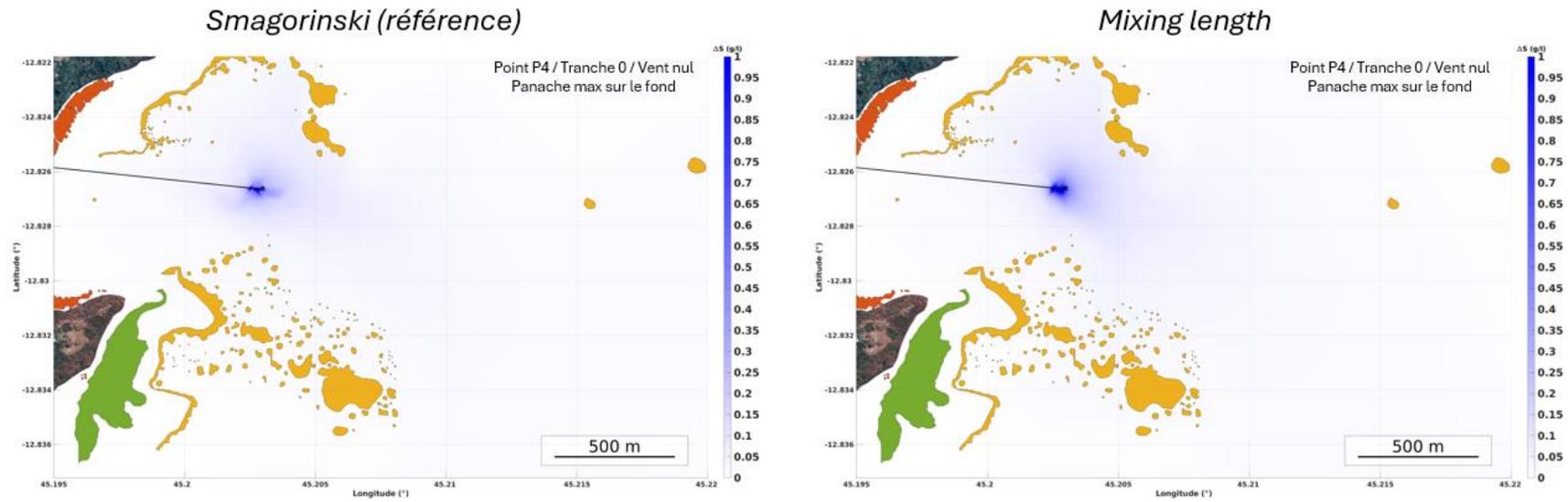


Figure 3.3 : Sursalinité maximale au cours de la modélisation pour modèle de turbulence vertical Smagorinski (gauche) et mixing length (droite) (légende min = 0.00g/l / max = 1.00g/l)

LES EAUX DE MAYOTTE
MODELISATION DES REJETS DANS LE LAGON DE MAYOTTE – IRONI BE

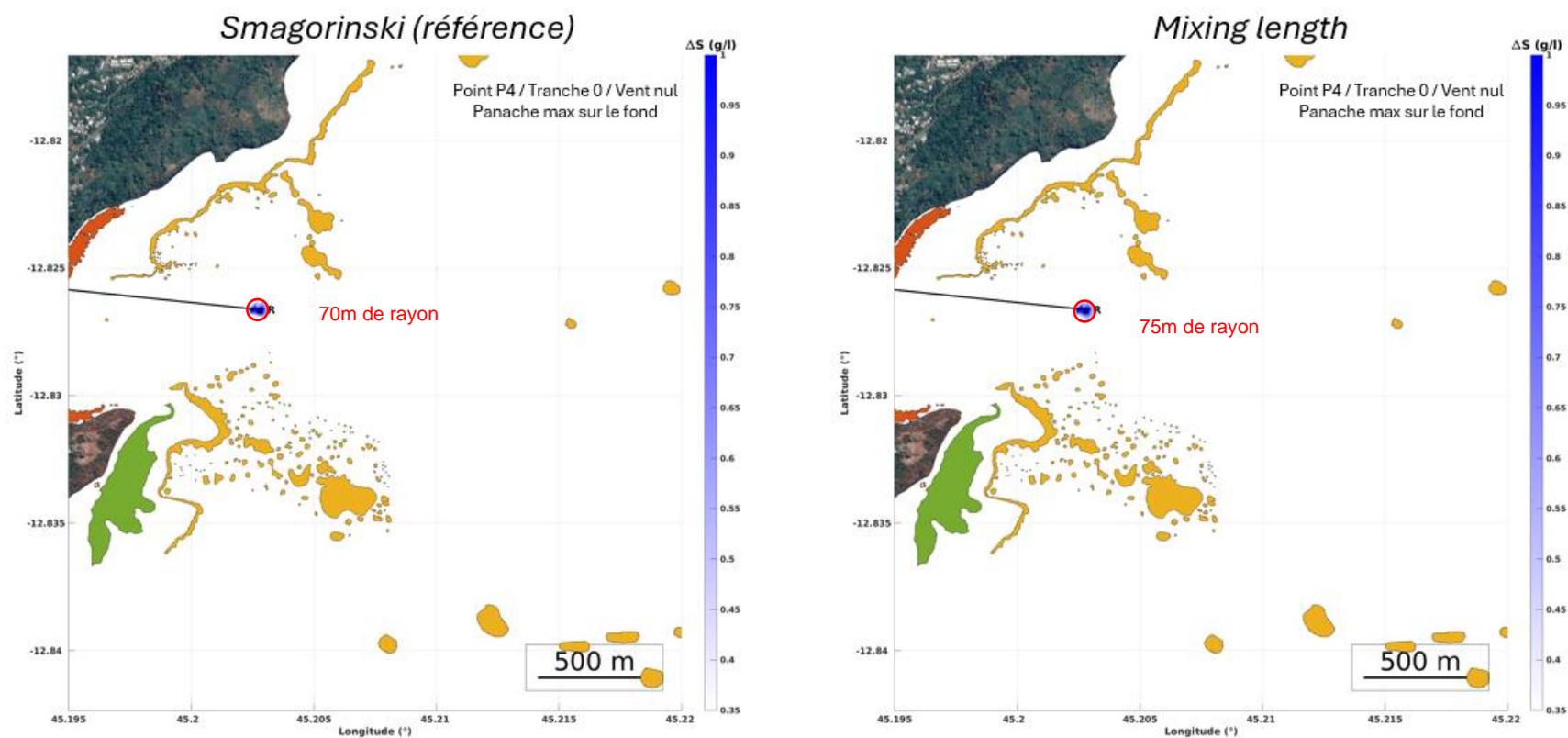


Figure 3.4 : Sursalinité maximale au cours de la modélisation pour modèle de turbulence vertical Smagorinski (gauche) et mixing length (droite) (légende min = 0.35g/l / max = 1.00g/l)

3.3. Prise en compte de la houle

Demande du PNMM : prendre en considération la houle

L'effet des états de mer sur la diffusion est d'ordre secondaire. La houle océanique déferle sur la barrière récifale et génère des courants dans les zones de déferlement et à proximité des passes pour évacuer l'accumulation d'eau, mais l'impact est très faible à Ironi Bé. Par ailleurs, les profondeurs sont importantes, ce qui limite d'autant plus l'effet des houles sur la recirculation. La validation du modèle forcé avec la marée et le vent (sans les houles océaniques) met en évidence une très bonne corrélation avec la mesure y compris pour le point de mesure situé dans le chenal au niveau de la barrière récifale, ce qui prouve que l'effet de la houle est négligeable par rapport aux effets de la marée et du vent local.

Une étude de sensibilité est réalisée pour une simulation sur 15j avec vent nul et intégration de la houle océanique afin de mettre en évidence l'aspect négligeable de ce paramètre sur la dispersion du panache dans la zone de rejet.

Les résultats de l'étude de sensibilité à l'intégration d'une houle océanique sont présentés ci-dessous. Le seuil de sursalinité de 1g/l reste confiné autour des points de rejet et n'impacte pas les zones d'intérêt :

- Pour le modèle initial (sans prise en compte de la houle océanique), la sursalinité de 1% affecte un rayon d'environ 70m autour du point P4 ;
- Pour le modèle affiné (avec prise en compte de la houle océanique), la sursalinité de 1% affecte un rayon d'environ 50m autour du point P4.

La modification du paramètre de prise en compte de la houle océanique engendre donc une légère diminution du panache de salinité, le seuil de sursalinité étant confiné à un rayon d'environ 50m autour du point P4 (au lieu de 70m dans le modèle initial).

LES EAUX DE MAYOTTE
MODELISATION DES REJETS DANS LE LAGON DE MAYOTTE – IRONI BE

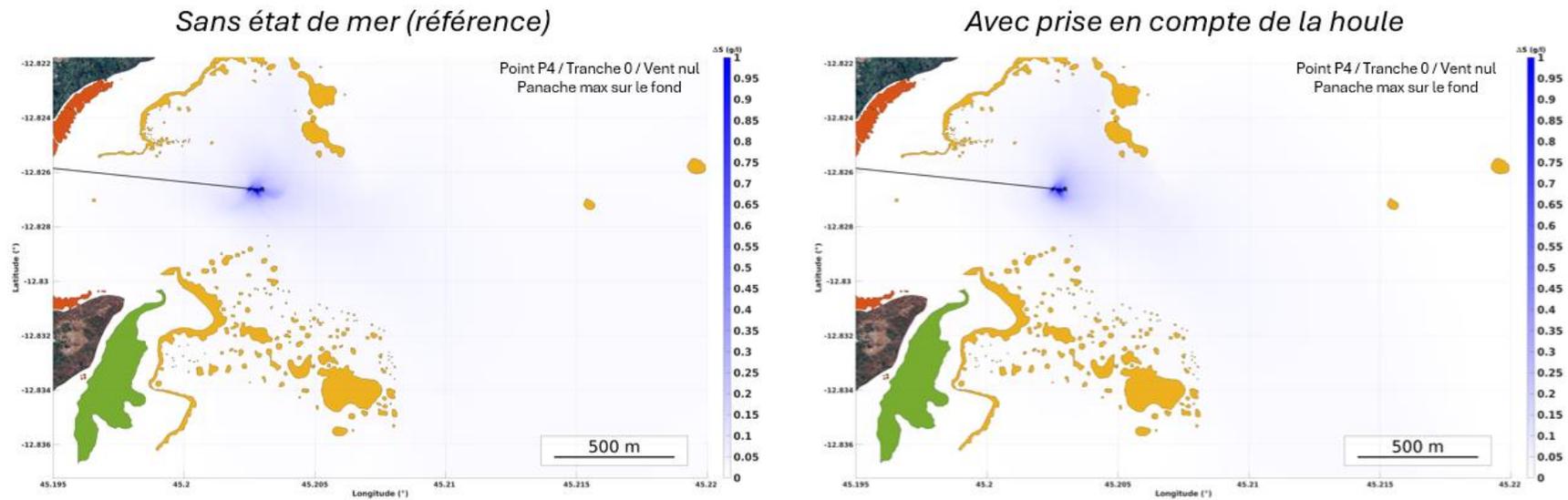


Figure 3.5 : Sursalinité maximale au cours de la modélisation pour modèle sans état de mer (gauche) et prise en compte de la houle (droite) (légende min = 0.00g/l / max = 1.00g/l)

LES EAUX DE MAYOTTE
MODELISATION DES REJETS DANS LE LAGON DE MAYOTTE – IRONI BE

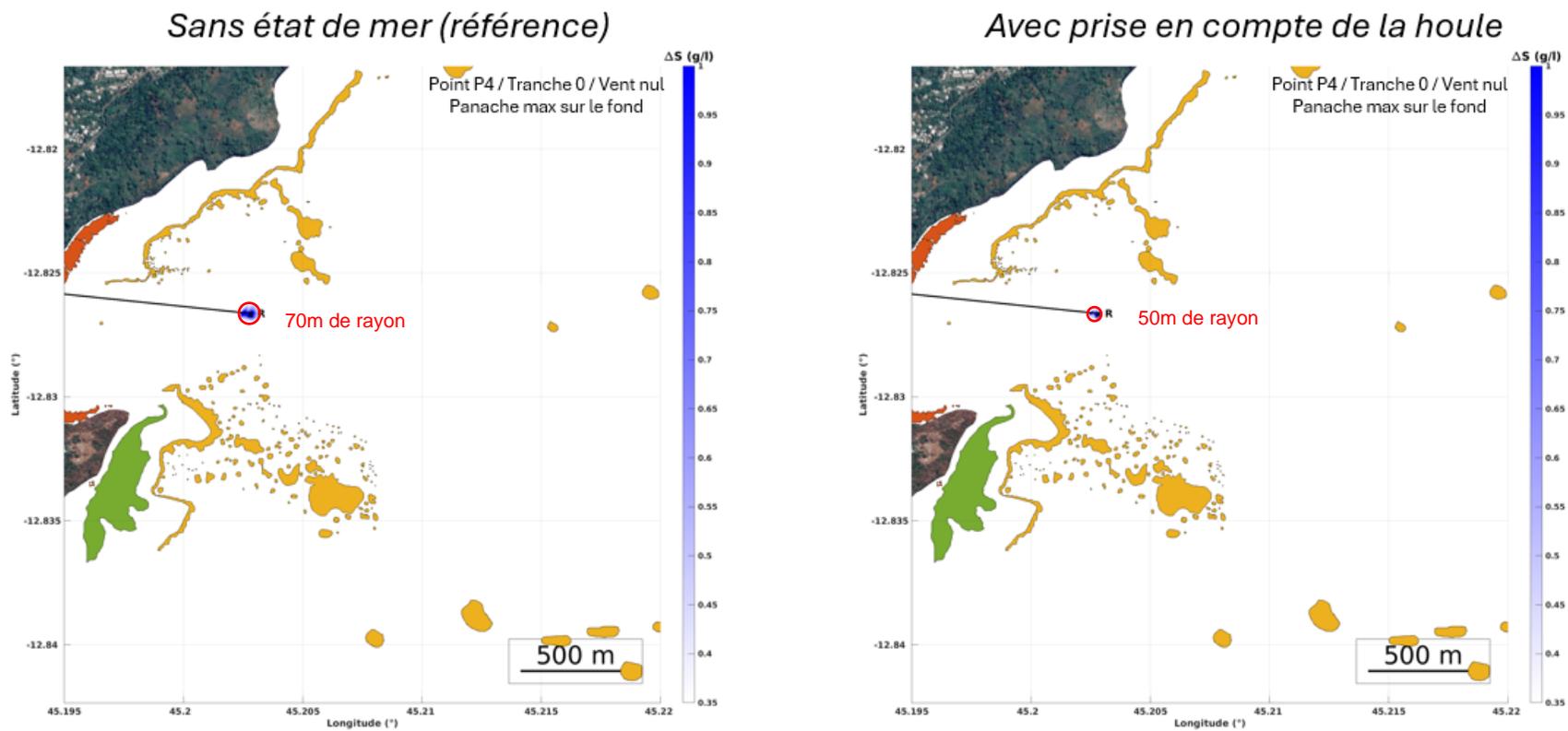


Figure 3.6 : Sursalinité maximale au cours de la modélisation pour modèle sans état de mer (gauche) et prise en compte de la houle (droite) (légende min = 0.35g/l / max = 1.00g/l)

3.4. Affinage du maillage horizontal

Demande du PNMM : affiner le maillage horizontal, en prenant en compte les bancs découvrant

Le modèle de courantologie a été validé pour la configuration de maillage décrite dans le rapport de modélisation, sur la base de comparaisons avec des mesures de courant in-situ. Il n'est donc pas apparu nécessaire de représenter plus finement la barrière de corail et les passes. Pour rappel, les mailles varient de 200m dans la partie centrale du lagon, à 20m en zones littorales et à 4m au niveau des points de rejets.

Les bancs découvrant ont bien été pris en compte dans le modèle (option tidal flat sur TELEMAC).

Le bilan de masse étant vérifié, l'affinage du maillage horizontal sur la barrière de corail et dans les passes n'est alors pas nécessaire. Les figures ci-dessous représentent le maillage horizontal autour du point de rejet P4 et au niveau du point de mesure dans la passe.

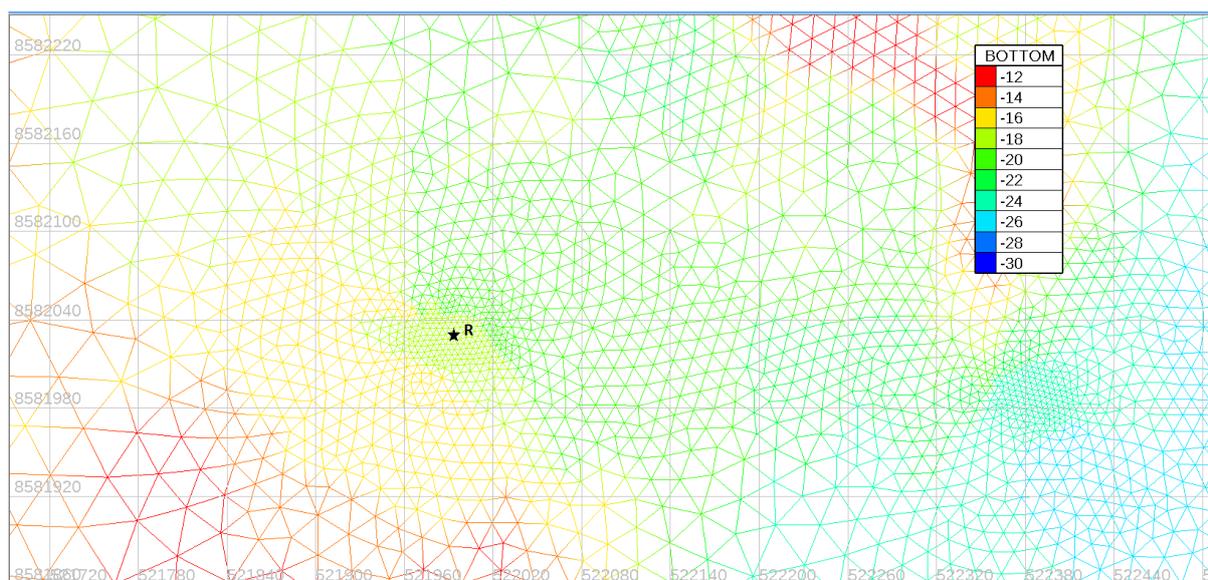


Figure 3.7 : Zoom du maillage horizontal au niveau du point de rejet

LES EAUX DE MAYOTTE
MODELISATION DES REJETS DANS LE LAGON DE MAYOTTE – IRONI BE

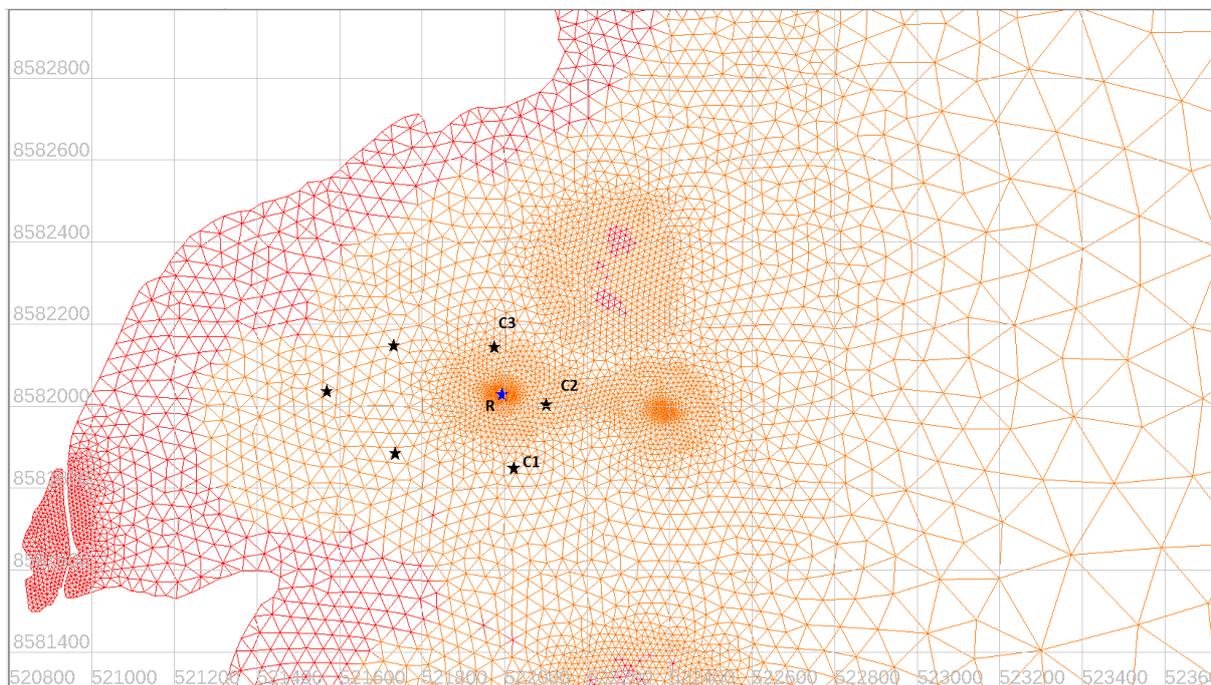


Figure 3.8 : Zoom du maillage horizontal au niveau du point de rejet et des points de contrôle

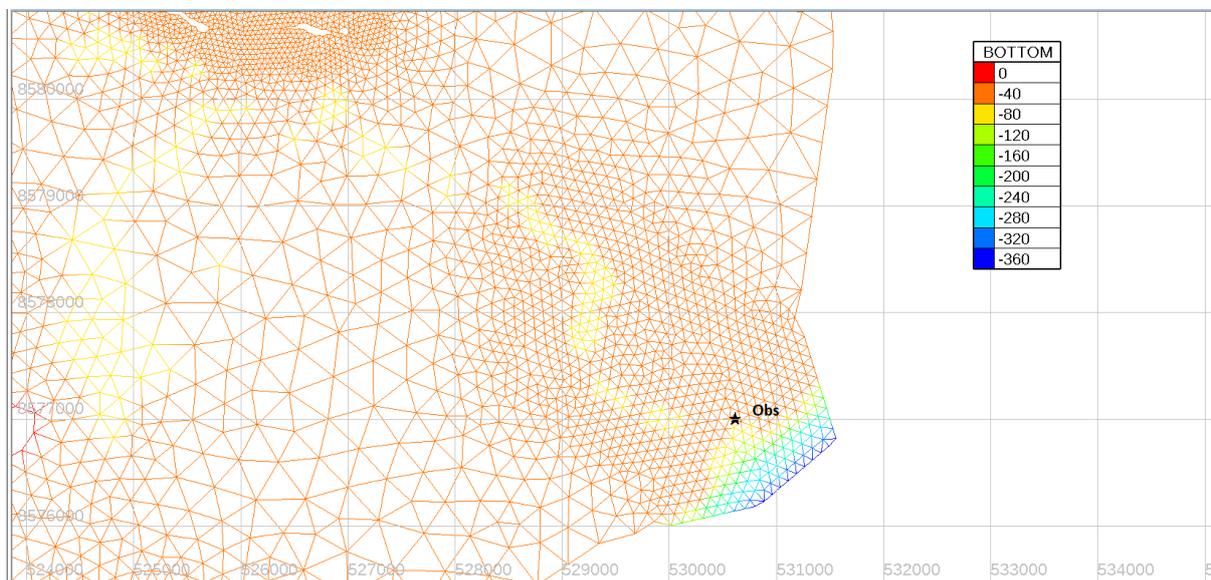


Figure 3.9 : Zoom du maillage horizontal au niveau de la passe en S

3.5. Intégration d'une partie océanique

Demande du PNMM : intégrer une partie océanique dans le domaine de calcul

Le modèle de courantologie a été validé sans l'intégration d'une partie océanique, sur la base de comparaisons avec des mesures de courant in-situ et notamment dans les passes à proximité de l'océan. Il n'est donc pas apparu nécessaire d'intégrer une partie océanique dans le modèle.

Le bilan de masse étant vérifié, l'intégration d'une partie océanique dans le domaine de calcul n'est alors pas nécessaire, conformément aux échanges avec les experts.

3.6. Simulation des rejets de saumures avec d'autres traceurs

Demande du PNMM : simuler les rejets de saumures simultanément avec d'autres traceurs

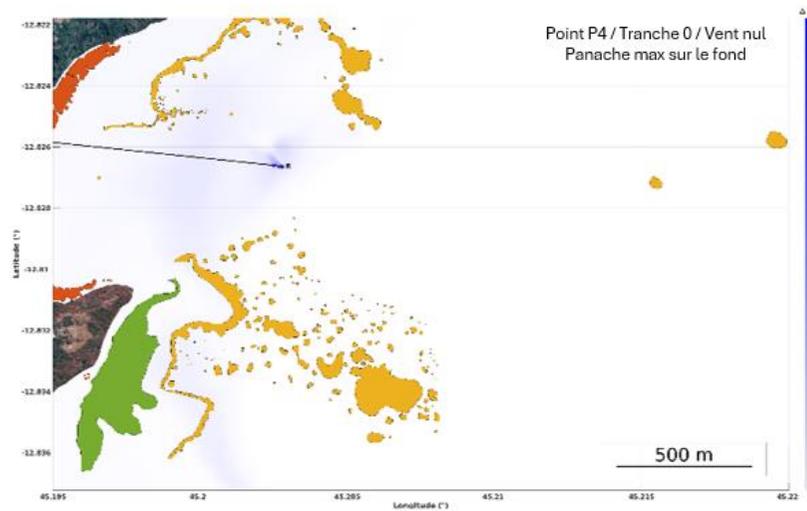
Le découplage des traceurs du panache de saumure conduit a priori à un panache plus étendu que le panache de rejets dans leur ensemble, car il n'est pas entraîné vers le fond par la saumure, ce qui lui permet de s'étendre plus loin. Cette hypothèse simplificatrice de modélisation a ainsi été retenue par conservatisme.

De nouvelles simulations sont réalisées avec les traceurs combinés aux rejets de saumure. Cette étude est effectuée pour une simulation sur 15j avec vent nul, pour le point de rejet P4 en tranche 0. La dispersion des différents traceurs dans la zone de rejet est alors comparée avec les simulations initiales.

Les résultats de l'étude de sensibilité sont présentés ci-dessous. On remarque que l'hypothèse de base adoptée dans le cadre de la présente étude est bien validée, à savoir : le découplage des traceurs du panache de saumure appliqué aux modélisations conduit bien à un panache de traceur plus étendu. Les résultats donnés dans le rapport de modélisation (CROCEAN 2024) sont donc conservatifs.

LES EAUX DE MAYOTTE
MODELISATION DES REJETS DANS LE LAGON DE MAYOTTE – IRONI BE

*Diffusion panache Ph sans interaction avec saumure
(référence)*



Diffusion Ph interaction avec saumure

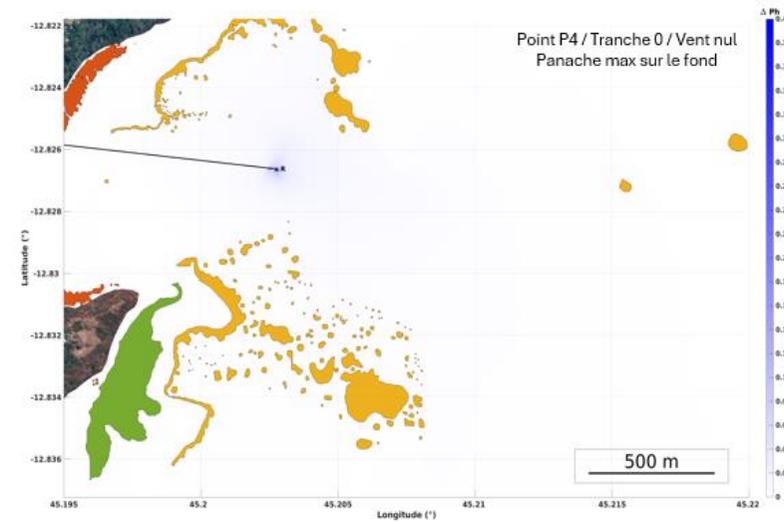
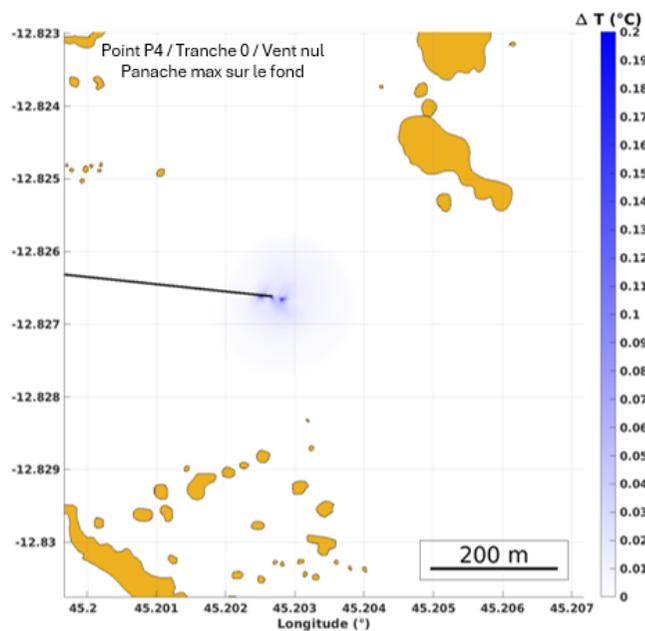


Figure 3.10 : Diffusion du panache de Ph au cours de la modélisation pour modèle sans interaction avec la saumure (gauche) et prise en compte de l'interaction avec la saumure (droite)

LES EAUX DE MAYOTTE
MODELISATION DES REJETS DANS LE LAGON DE MAYOTTE – IRONI BE

Diffusion panache thermique sans interaction avec saumure (référence)



Diffusion panache thermique interaction avec saumure

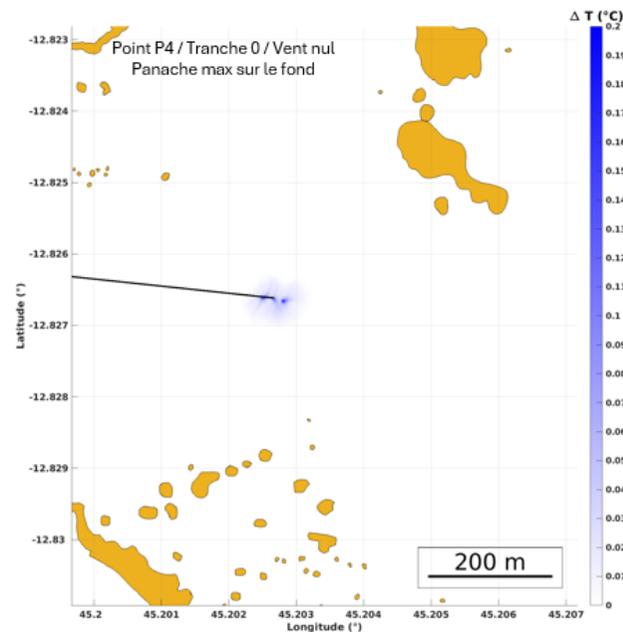
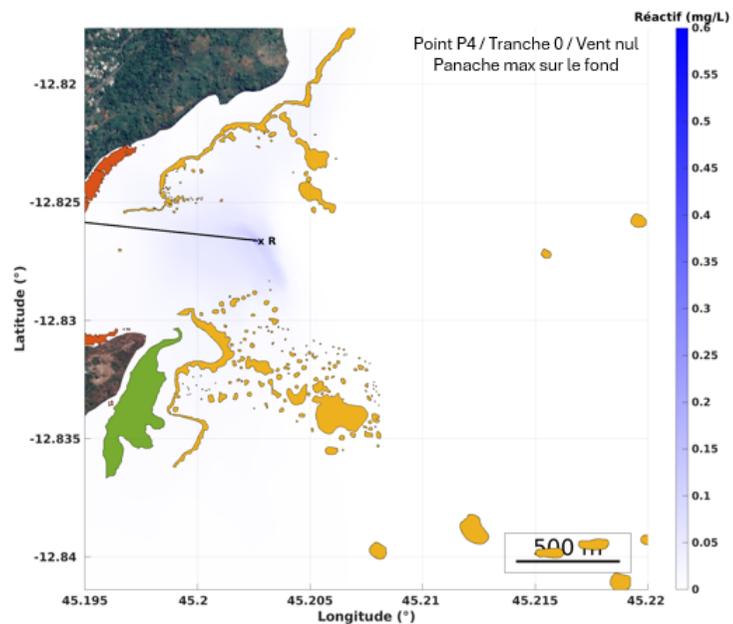


Figure 3.11 : Diffusion du panache thermique au cours de la modélisation pour modèle sans interaction avec la saumure (gauche) et prise en compte de l'interaction avec la saumure (droite)

LES EAUX DE MAYOTTE
MODELISATION DES REJETS DANS LE LAGON DE MAYOTTE – IRONI BE

Diffusion panache antitartre sans interaction avec saumure (référence)



Diffusion panache antitartre interaction avec saumure

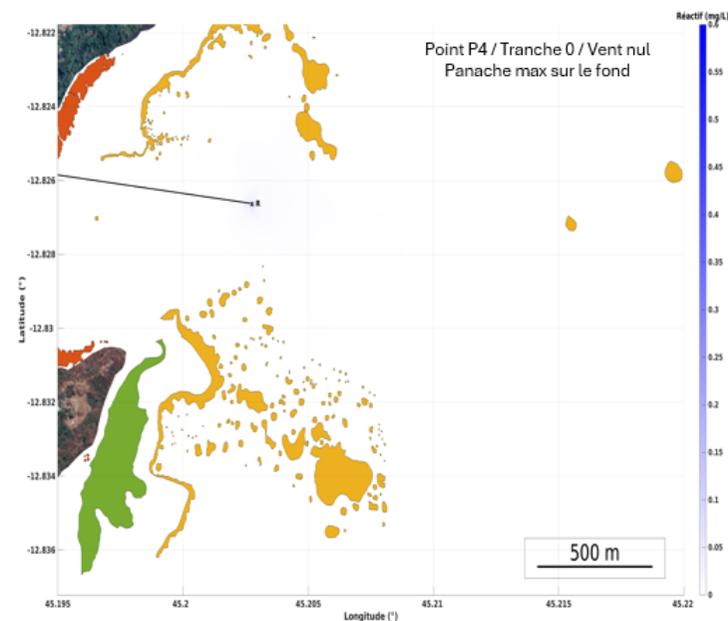


Figure 3.12 : Diffusion du panache antitartre au cours de la modélisation pour modèle sans interaction avec la saumure (gauche) et prise en compte de l'interaction avec la saumure (droite)

3.7. Impact du coefficient de friction sur les bancs coraliens

Demande du PNMM : réaliser une analyse de sensibilité sur les effets du coefficient de friction qui doit être plus grand sur les bancs coralliens

Le coefficient de friction a été validé via la comparaison des mesures de courant réalisées dans la passe d'entrée avec les mesures de courant modélisées par le modèle numérique. Cette comparaison donnant des résultats similaires a permis de justifier la bonne représentativité du modèle.

Une étude de sensibilité sur le coefficient de friction des bancs coralliens est réalisée en multipliant par 5 le coefficient de friction sur les bancs coralliens (soit un $C_f=0.05$). Cette étude est effectuée pour une simulation sur 15j avec vent nul, pour le point de rejet P4 en tranche 0. La dispersion du panache dans la zone de rejet est alors comparée avec le modèle initial.

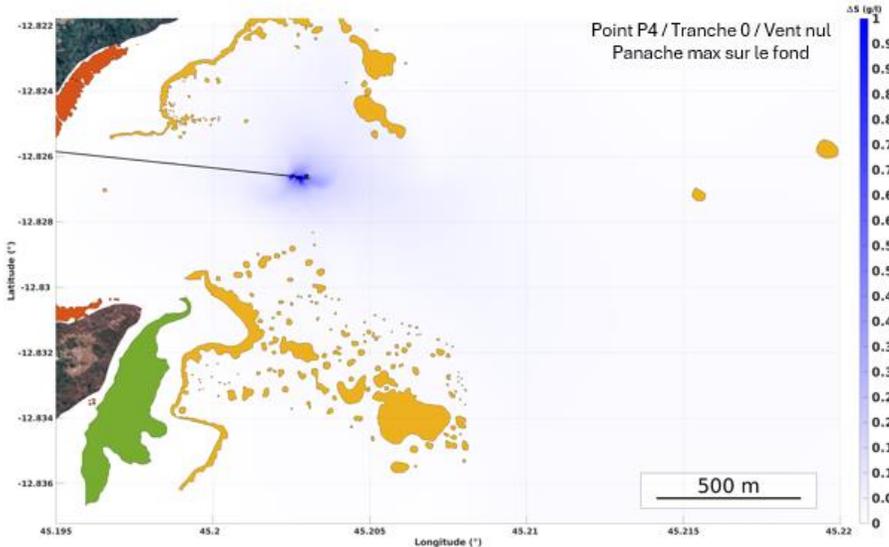
Les résultats de l'étude de sensibilité sont présentés ci-dessous. Les figures présentent la sursalinité maximale du panache de saumure au cours de la modélisation pour le modèle initial, et le modèle modifié avec l'augmentation du coefficient de friction sur les bancs coralliens. On remarque que :

- Pour le modèle initial, la sursalinité de 1% affecte un rayon d'environ 70m autour du point P4 ;
- Pour le modèle affiné avec un coefficient de friction augmenté sur les bancs coralliens, la sursalinité de 1% affecte un rayon d'environ 50m autour du point P4.

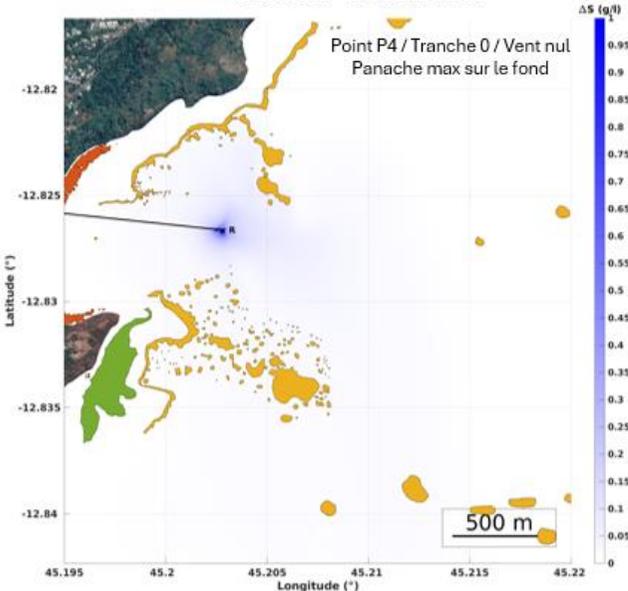
La modification du coefficient de friction sur les bancs coraliens engendre donc une légère diminution du panache de salinité, le seuil de sursalinité étant confiné à un rayon d'environ 50m autour du point P4 (au lieu de 70m dans le modèle initial).

LES EAUX DE MAYOTTE
MODELISATION DES REJETS DANS LE LAGON DE MAYOTTE – IRONI BE

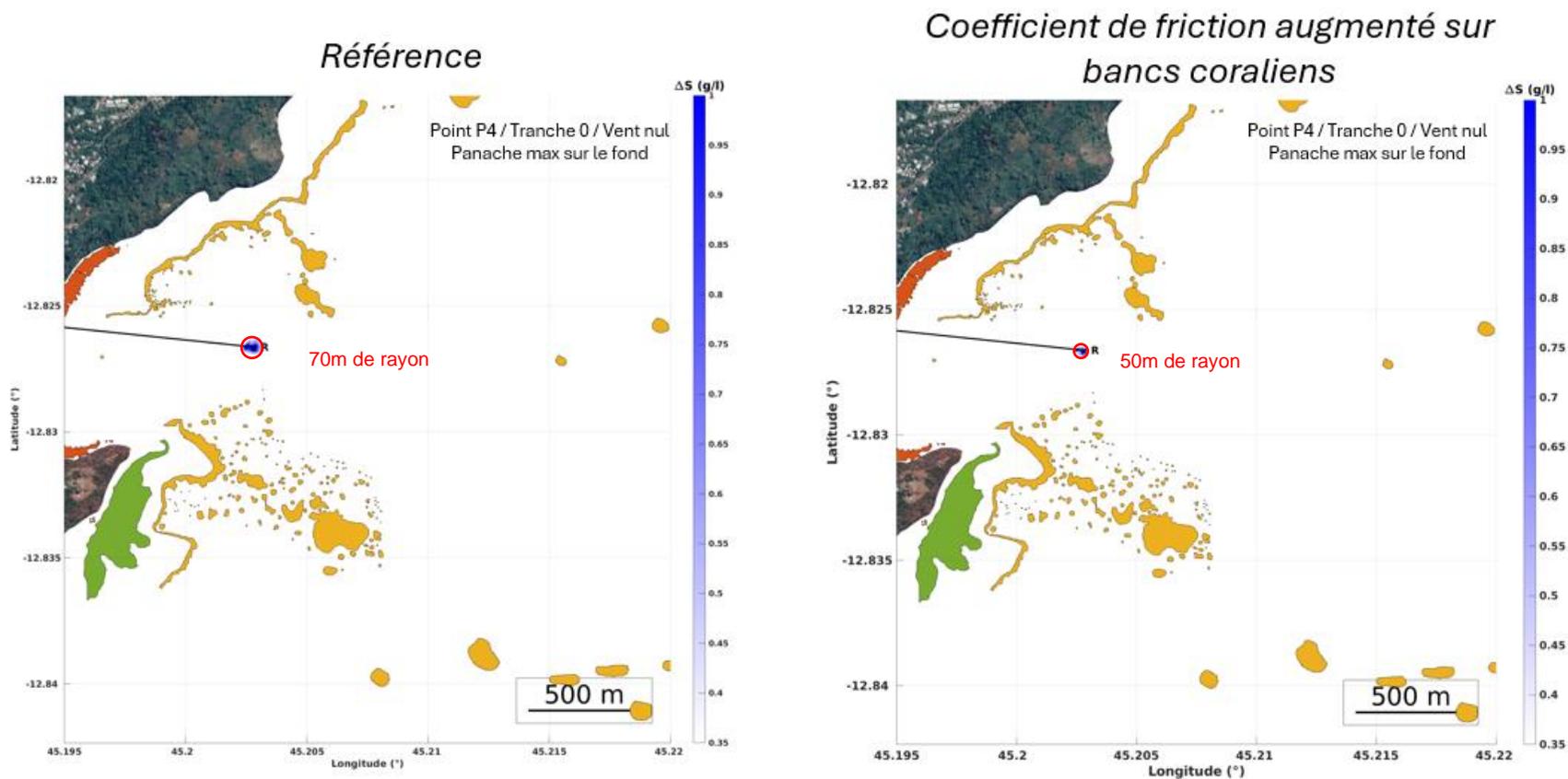
Référence



Coefficient de friction augmenté sur
bancs coraliens



LES EAUX DE MAYOTTE
MODELISATION DES REJETS DANS LE LAGON DE MAYOTTE – IRONI BE



4. Points d'importance secondaire

4.1. Affinage de la résolution dans la zone de rejet

Demande du PNMM : affiner la résolution dans la zone de rejet et mettre en adéquation les indications dans le rapport

La résolution horizontale dans la zone de rejet est déjà de 2m à 4m, contrairement à ce qui est affirmé dans les notes d'expertise. Il n'y a donc pas lieu de l'affiner davantage pour ce type de modélisation en champ lointain. Le fichier géométrie de chaque simulation pourra être transmis (celui-ci a été mis à jour pour chaque configuration).

Le maillage dans la zone de rejet a été présenté dans la partie §3.4

4.2. Ecoulement en sortie des diffuseurs

Demande du PNMM : représenter l'écoulement en sortie des diffuseurs par un traitement particulier (position de plan fixe au niveau des points source et prise en compte des vitesses des jets en sortie des diffuseurs)

Les vitesses d'écoulement fournies par le projet (2,5 m/s) ont été injectées dans le modèle au niveau des diffuseurs. Il n'est pas prévu, dans le cadre de cette étude, de faire un modèle local de jet.

Une modélisation dans le champ proche est effectuée par la maîtrise d'œuvre commune aux deux lots.

4.3. Concentration en sel dans le lagon

Demande du PNMM : réitérer les calculs en prenant en compte des hypothèses plus réalistes de concentration en sel dans le lagon

Les concentrations en sel dans le lagon ont été déterminées sur la base de jeux de données d'analyses d'eau issues de 24 campagnes de terrain bimensuelles dans la zone de rejet, entre juin 2023 et juin 2024. Il n'est pas prévu de modifier ces concentrations, sauf si d'autres analyses plus précises dans la zone seraient fournies.

4.4. Mesures d'erreur

Demande du PNMM : prendre des mesures d'erreur

Il est généralement plus compliqué de valider un modèle sur des mesures de courant que sur des niveaux d'eau. Le modèle mis en place dans la présente étude ayant été validé sur la base de mesures de courant in-situ, il n'était pas apparu nécessaire de comparer les niveaux d'eau.

Pour répondre à la demande du PNMM, les comparaisons sur les niveaux d'eau données par le modèle et mesurées in-situ sont présentées ci-dessous, et montrent de très bonnes corrélations entre les mesures et les modélisations.

LES EAUX DE MAYOTTE

MODELISATION DES REJETS DANS LE LAGON DE MAYOTTE – IRONI BE

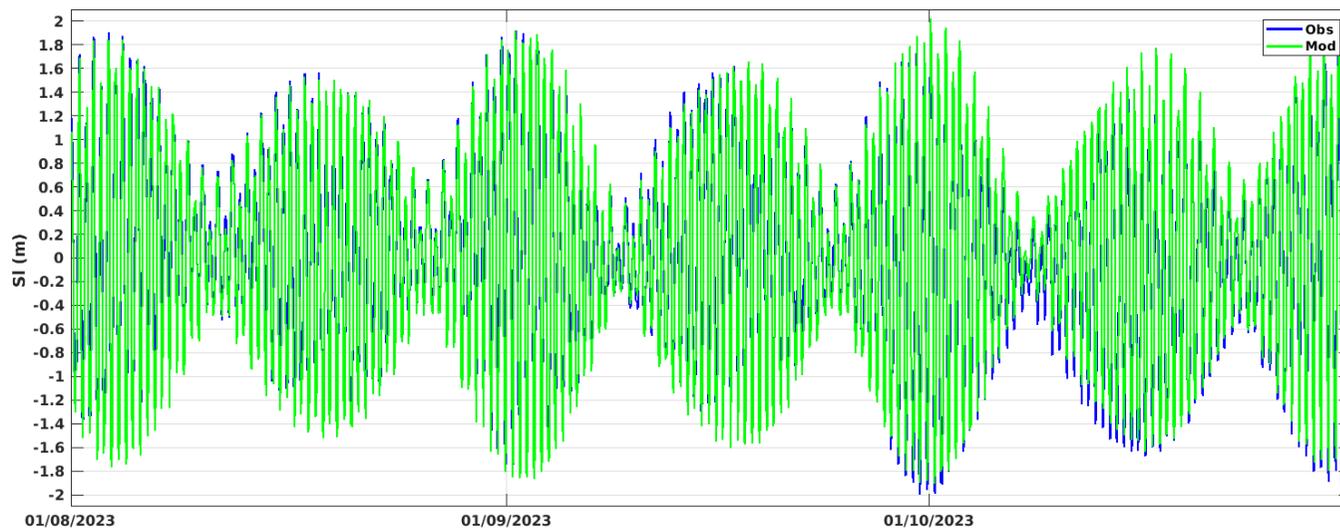


Figure 4.1 : Calibration du modèle sur les niveaux d'eau (au large)

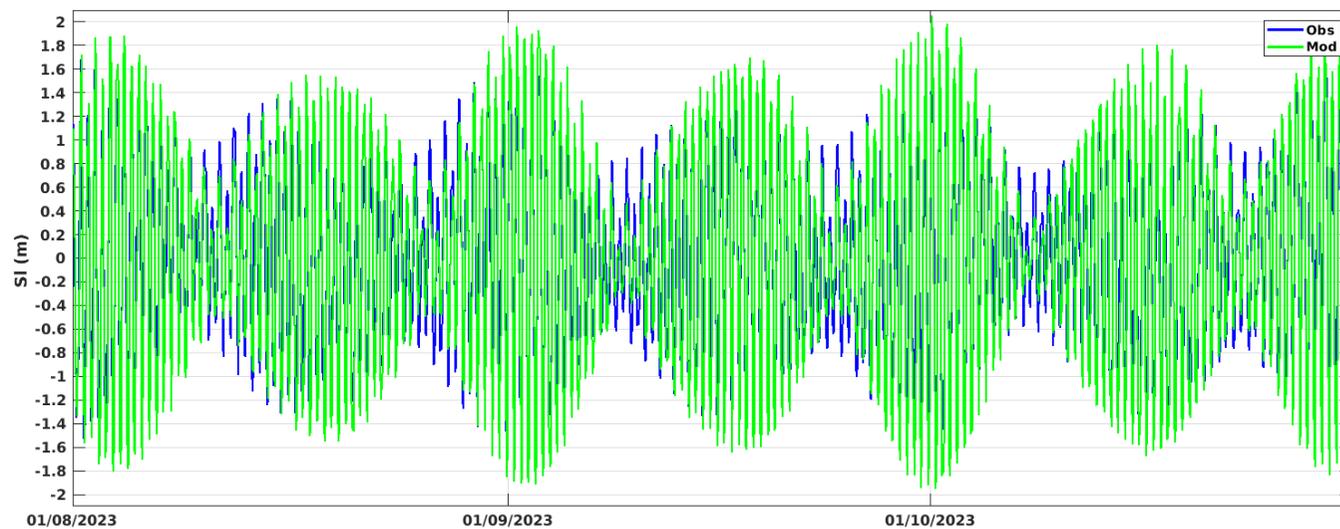


Figure 4.2 : Calibration du modèle sur les niveaux d'eau (à la côte)

5. Conclusion de l'étude de sensibilité

A la suite des réserves émises par le PNMM sur les modélisations réalisées dans le cadre du projet d'usine de dessalement à Ironi Be, il a été convenu entre CREOCEAN et les deux experts mandatés par le parc de fiabiliser les modélisations en réalisant une étude de sensibilité sur différents paramètres. Cette étude de sensibilité est réalisée pour le point de rejet P4 en tranche 0 (10 000 m³/j) avec vent nul et sur 15j, ces conditions météorologiques étant les plus pénalisantes pour la dispersion du panache. L'objectif est alors de comparer les résultats du modèle initial avec le modèle modifié.

Pour rappel, dans les modélisations du rapport, le seuil de sursalinité de 1% était cantonné à un rayon de 70m autour du point P4, dans les mêmes conditions. Les conclusions sur l'étendue du panache pour chaque paramètre modifié sont les suivantes :

- Affinage du maillage vertical : la modification du paramètre de mailles verticales engendre une légère augmentation du panache de salinité, sans toutefois remettre en question les conclusions de l'étude initiale (le seuil de sursalinité de 1% étant confiné à un rayon d'environ 100m autour du point P4) ;
- Modèle de turbulence : la modification du paramètre de modèle de turbulence engendre une très légère augmentation du panache de salinité, sans toutefois remettre en question les conclusions de l'étude initiale (le seuil de sursalinité de 1% étant confiné à un rayon d'environ 75m autour du point P4) ;
- Prise en compte de la houle : la modification du paramètre de prise en compte de la houle océanique engendre une légère diminution du panache de salinité, le seuil de sursalinité de 1% étant confiné à un rayon d'environ 50m autour du point P4 (au lieu de 70m dans le modèle initial).
- Simulation avec les traceurs combinés au rejet de saumure : l'hypothèse de base adoptée dans le cadre de la présente étude est bien validée, à savoir : le découplage entre les traceurs et le panache de saumure appliqué aux modélisations conduit bien à un panache de traceur plus étendu. Les résultats donnés dans le rapport de modélisation sont donc conservatifs ;
- Coefficient de friction sur les bancs coralliens : la modification du coefficient de friction sur les bancs coralliens engendre une légère diminution du panache de salinité, le seuil de sursalinité de 1% étant confiné à un rayon d'environ 50m autour du point P4.

Ainsi, l'étude de sensibilité sur les paramètres identifiés par les experts mandatés par le parc marin permet de valider les conclusions de l'étude réalisée. En effet, la modification des paramètres engendre une très légère modification de l'étendue du panache (une légère augmentation avec les mailles verticales et le modèle de turbulence, et une légère diminution avec la prise en compte des houles et le coefficient de friction sur les bancs coralliens).

Enfin, la figure ci-dessous représente les séries temporelles de sursalinité pour les points de contrôle C1 et C3 et pour les paramètres jugés les plus importants à savoir :

- N09T4 : 9 couches verticales et modèle de turbulence Smagorinsky (il s'agit du modèle initial de l'étude)
- N15T4 : 15 couches verticales et modèle de turbulence Smagorinsky (augmentation du nombre de couches verticales par rapport au modèle initial)
- N18T4 : 18 couches verticales et modèle de turbulence Smagorinsky (augmentation du nombre de couches verticales par rapport au modèle initial)
- N15T2 : 15 couches verticales et modèle de turbulence Mixing Length (modification du modèle de turbulence par rapport au modèle initial)

L'impact de la modification croisée de ces deux paramètres (nombre de couches verticales et modèle de turbulence) sur le panache est donc très limité par rapport au modèle mis en place initialement, et permet donc de le valider ainsi que les conclusions initiales.

LES EAUX DE MAYOTTE
MODELISATION DES REJETS DANS LE LAGON DE MAYOTTE – IRONI BE

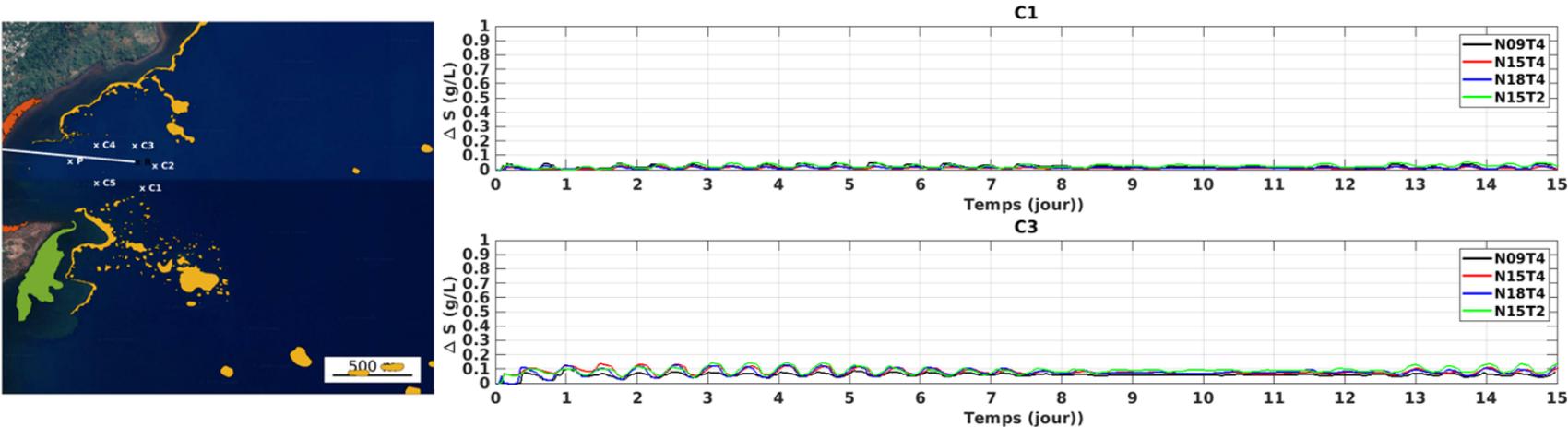


Figure 5.1 : Séries temporelles de sursalinité pour les points de contrôle C1 et C3 avec variation du nombre de couches verticales et du modèle de turbulence

Annexe 1 : CR des échanges avec C. VILLARET

Annexe 2 : CR des échanges avec A. FORTUNATO



creocean

Environnement & océanographie

www.creocean.fr



keran

Des hommes, une planète

[GROUPE KERAN](#)