



# GT Tempêtes et Submersions Historiques

4<sup>e</sup> Réunion plénière - 11 & 12 mars 2025



## MODÉLISATION DU CYCLONE CHIDO SUR LA FAÇADE EST DE MAYOTTE PAR UN MODÈLE HYDRODYNAMIQUE 3D FORCÉ PAR LE MODÈLE AROME

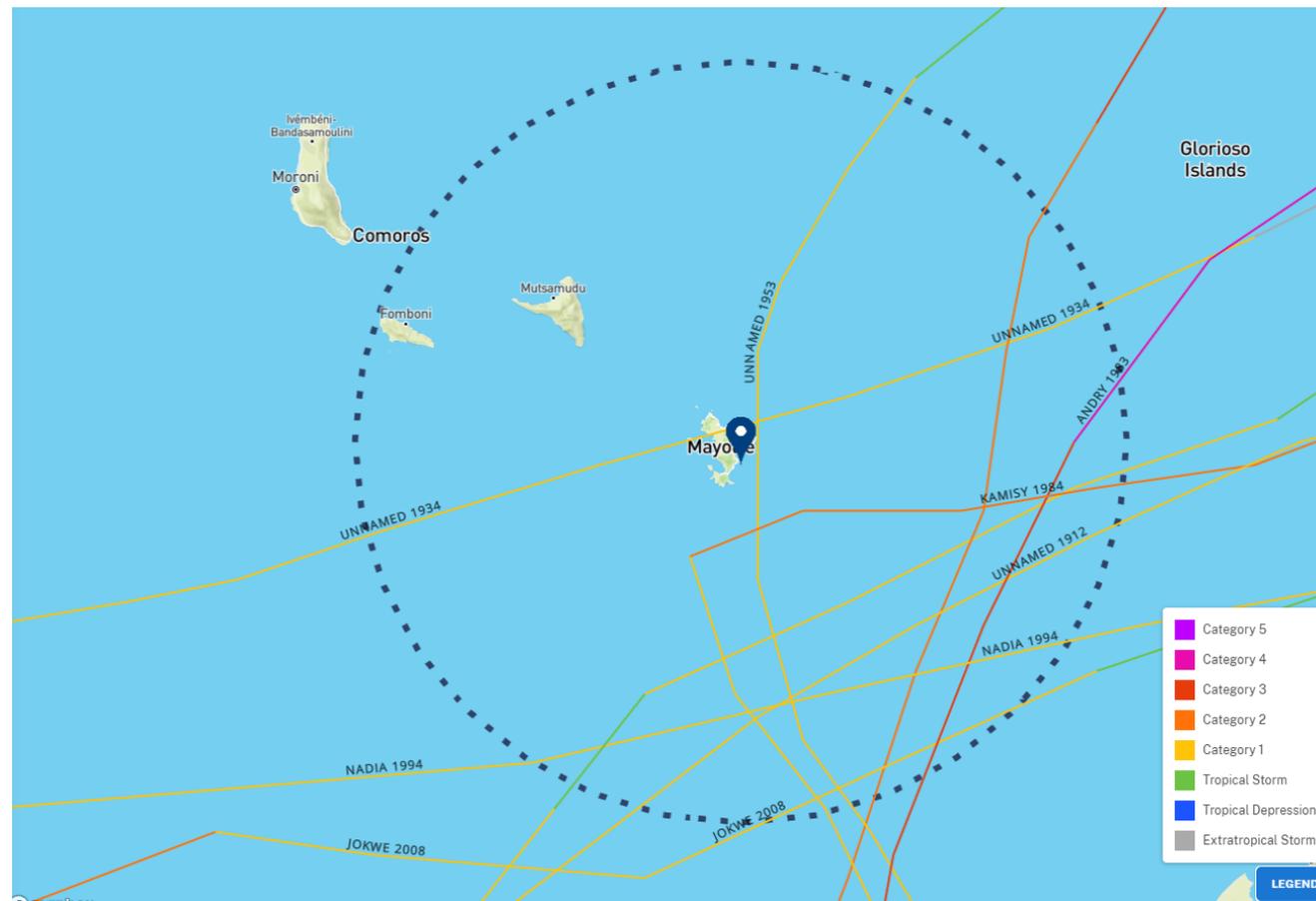
Franck MAZAS





## OBJECTIFS ET DÉROULÉ DES ÉTUDES RÉALISÉES

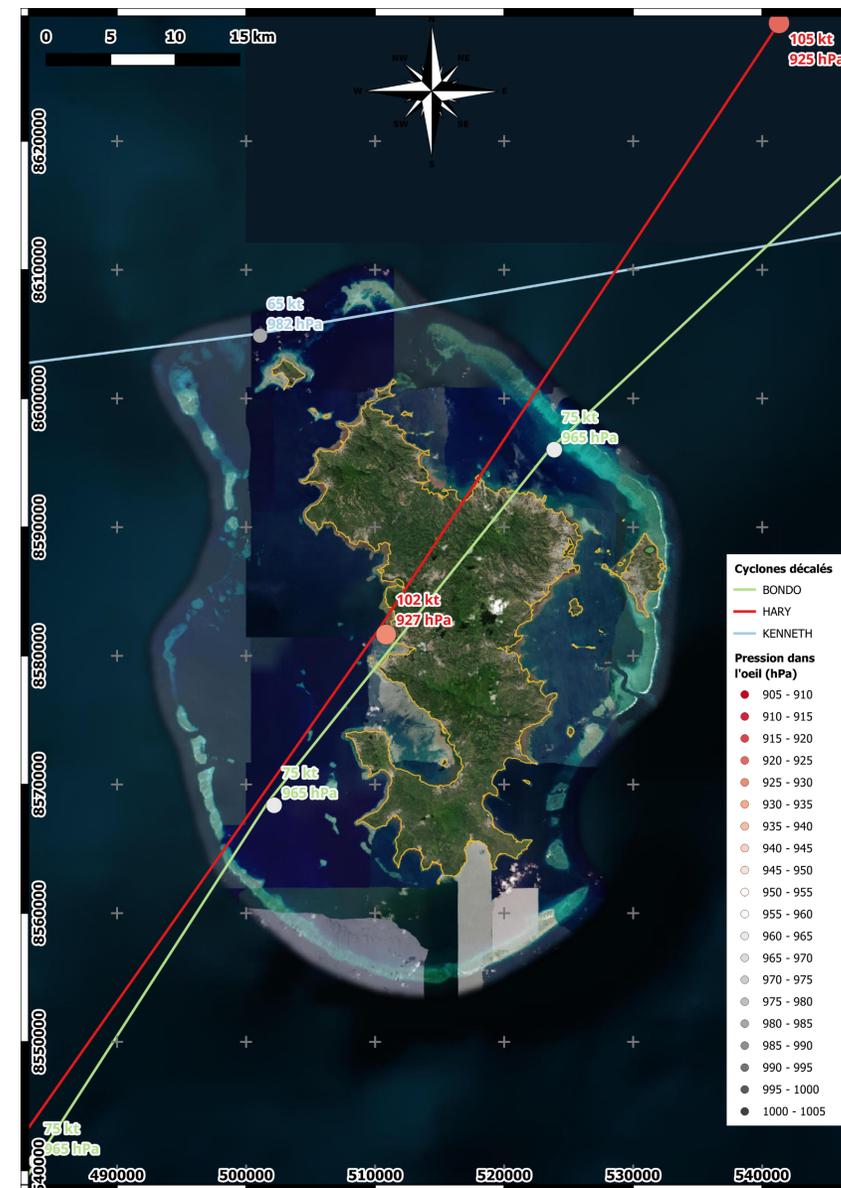
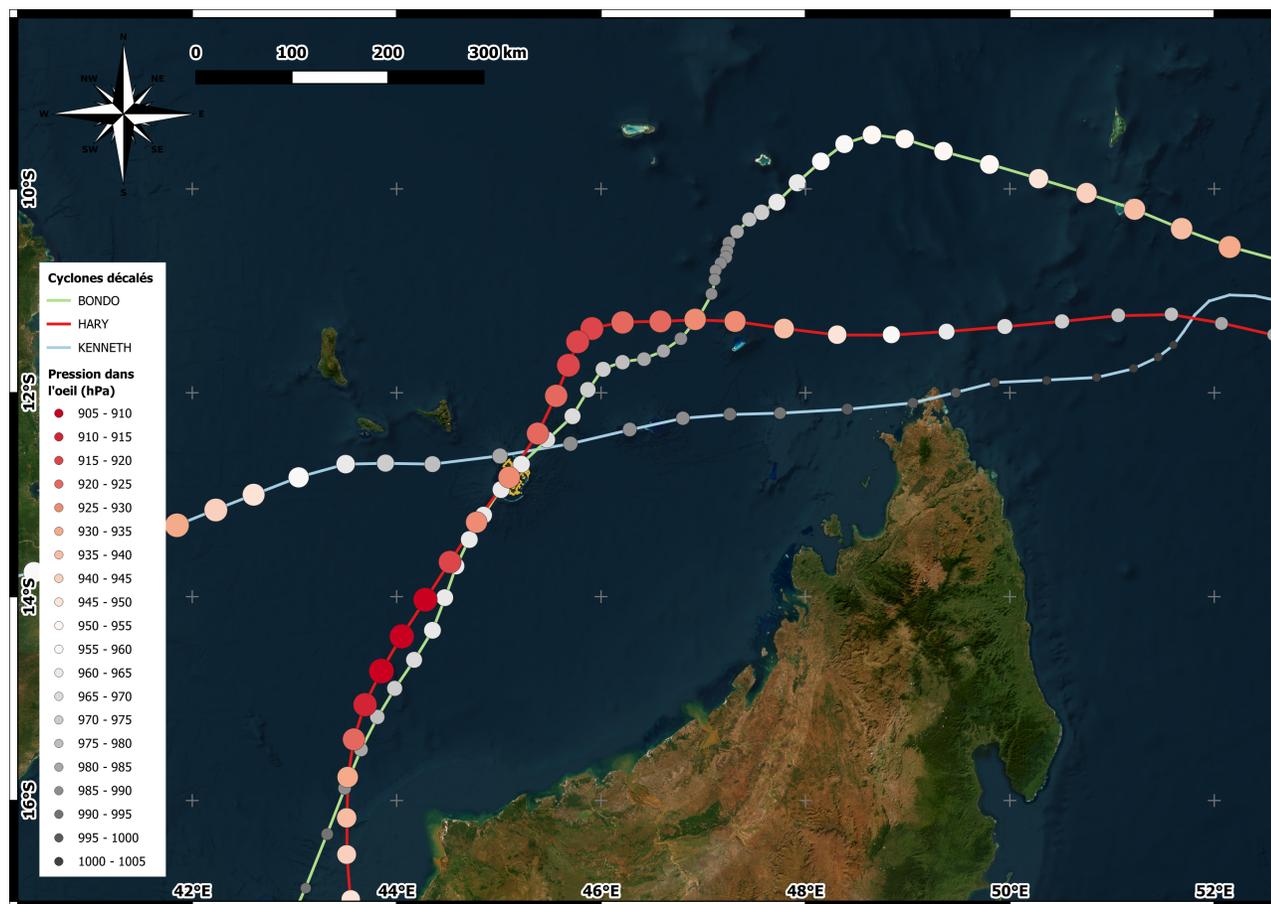
- ✓ Caractériser les conditions cycloniques historiques et pouvant être attendues
- ✓ Dimensionner des ouvrages et infrastructures en bord de mer
- ✓ Zone à faible activité cyclonique (protection par Madagascar) : Kamisy 1984, cyclone 1934





## OBJECTIFS ET DÉROULÉ DES ÉTUDES RÉALISÉES

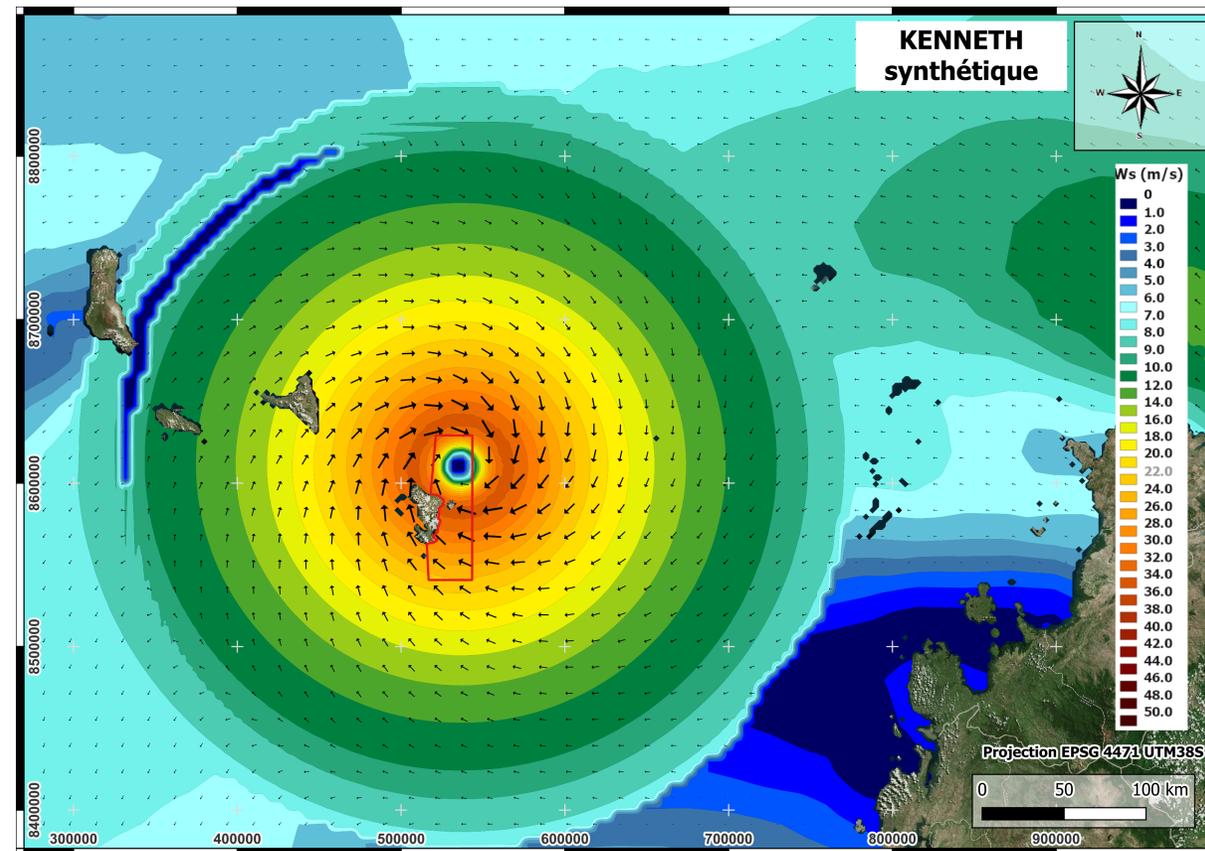
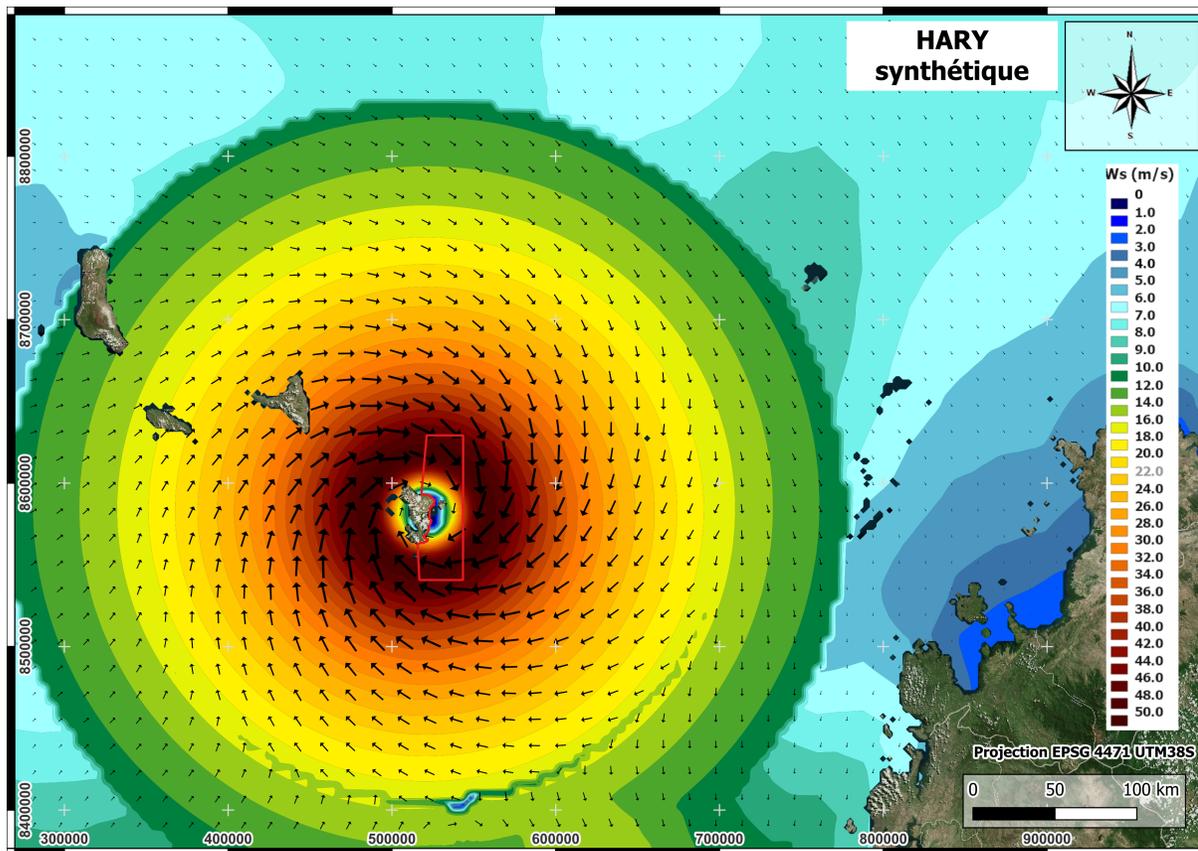
- ✓ Approche retenue (automne 2024) : sélection de 3 cyclones récents (Hary 2002, Bondo 2006, Kenneth 2019)
- ✓ Décalage des trajectoires au plus pénalisant pour Mayotte





## OBJECTIFS ET DÉROULÉ DES ÉTUDES RÉALISÉES

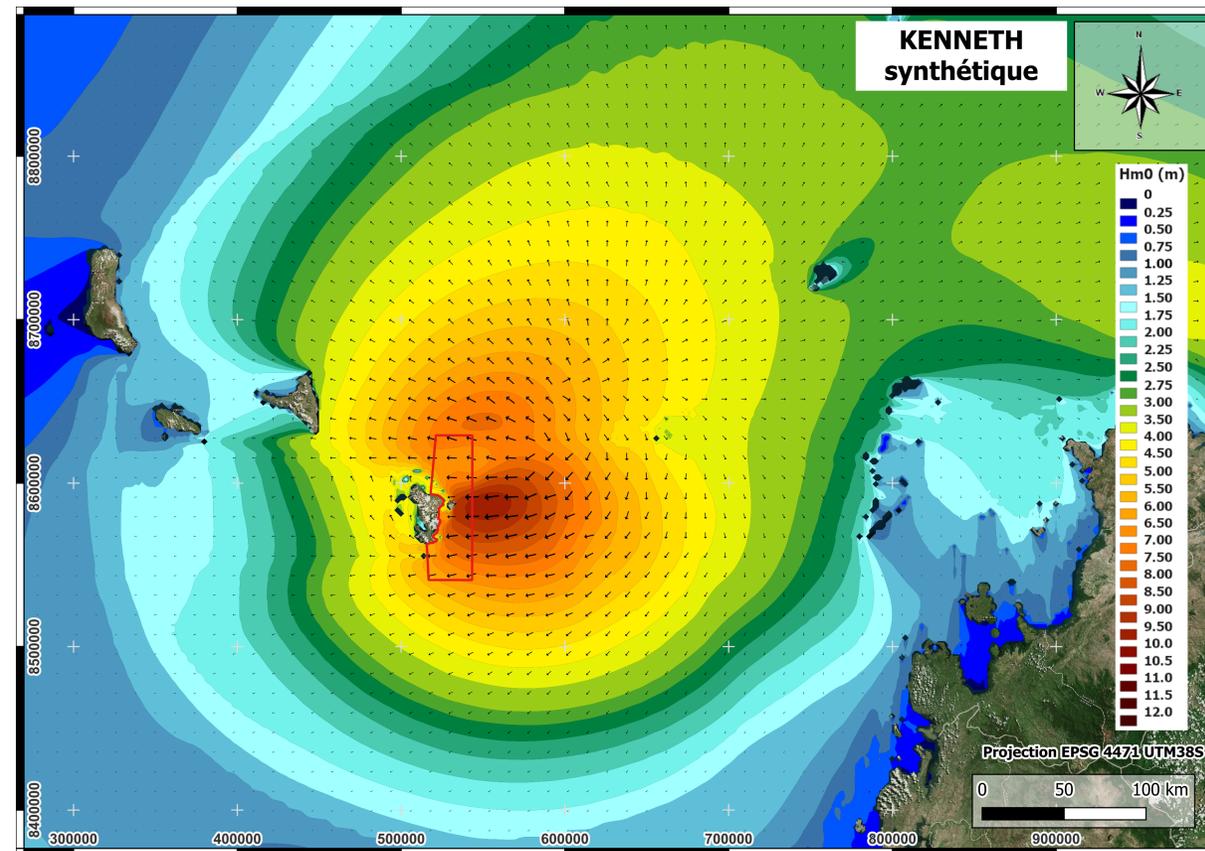
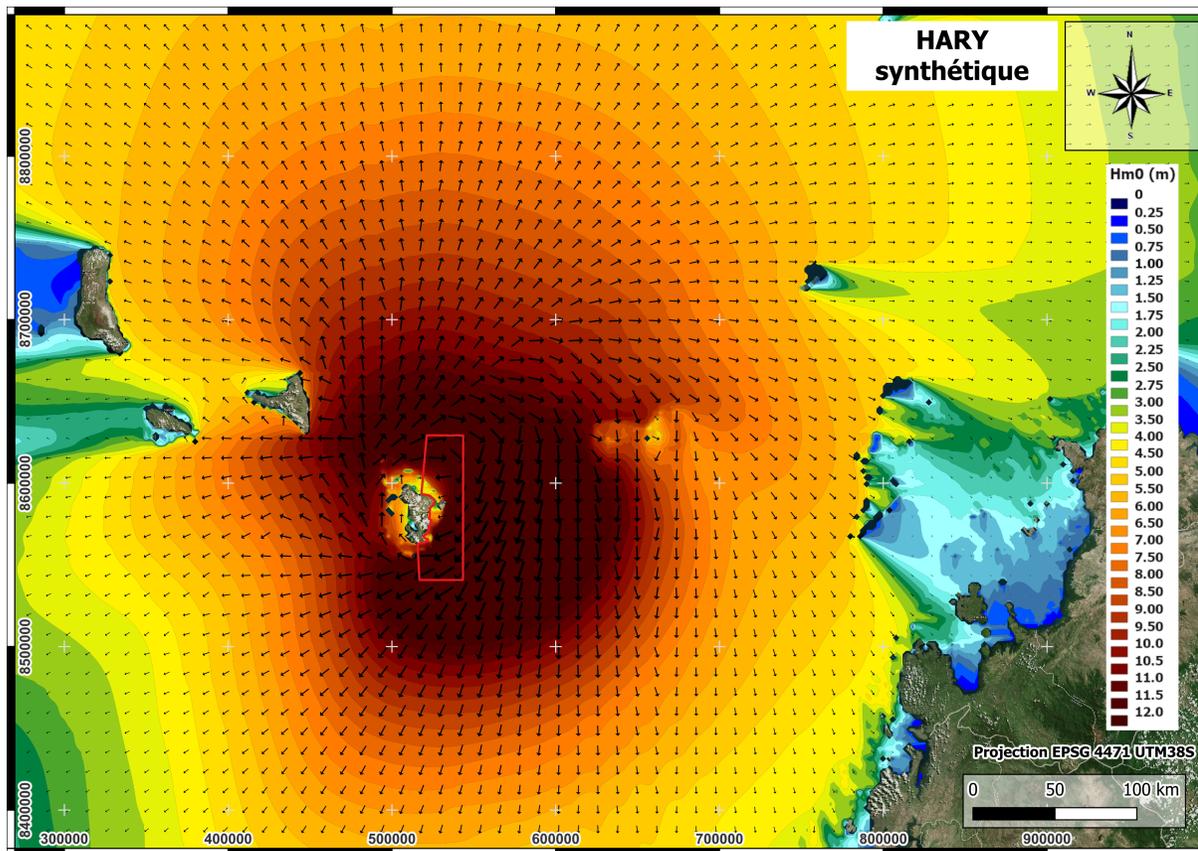
- ✓ Modélisation des champs de vent et de pression par modèle paramétrique (Holland, 2010) fusionnés avec ERA5





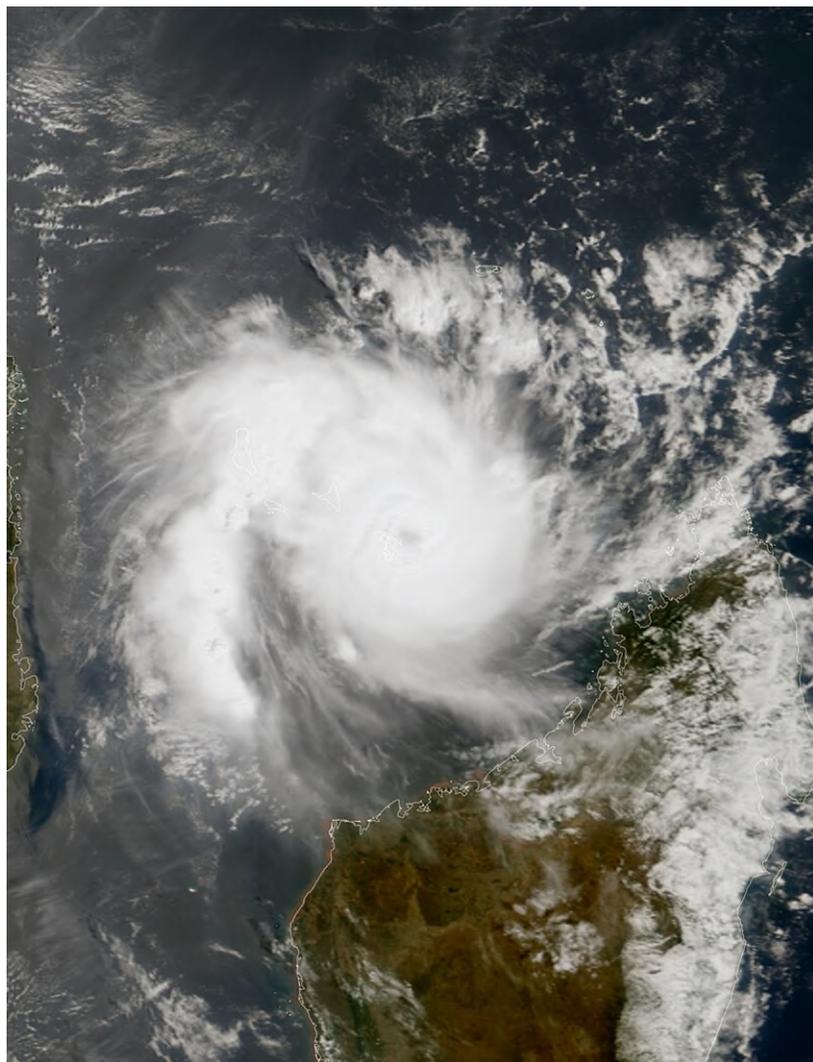
## OBJECTIFS ET DÉROULÉ DES ÉTUDES RÉALISÉES

- ✓ Modélisation de la houle cyclonique du large par modèle SWAN, puis modélisation sur la façade Est de Mayotte par modèle hydrodynamique 3D TELEMAC / TOMAWAC



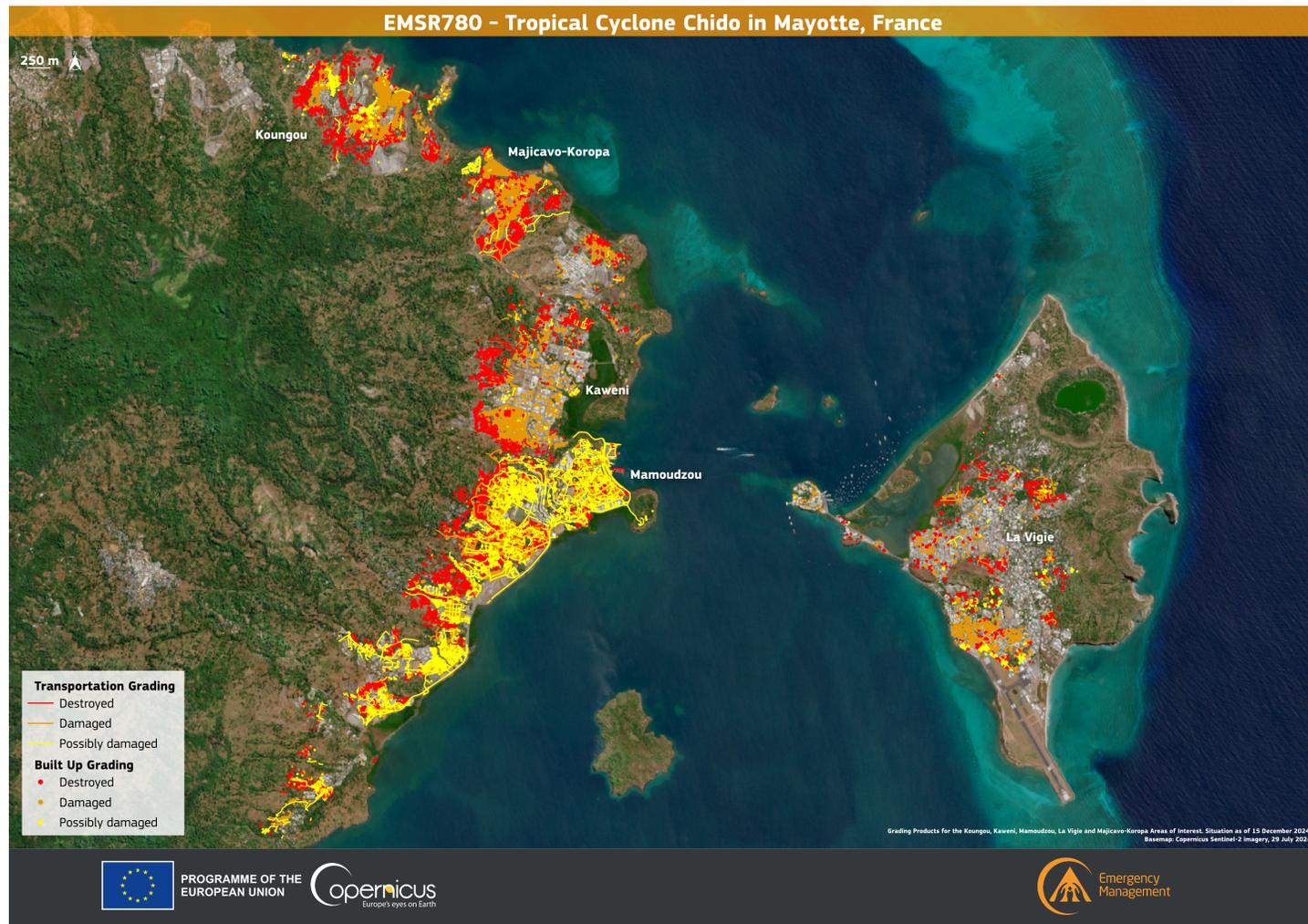


# CYCLONE TROPICAL INTENSE CHIDO DU 14/12/2024





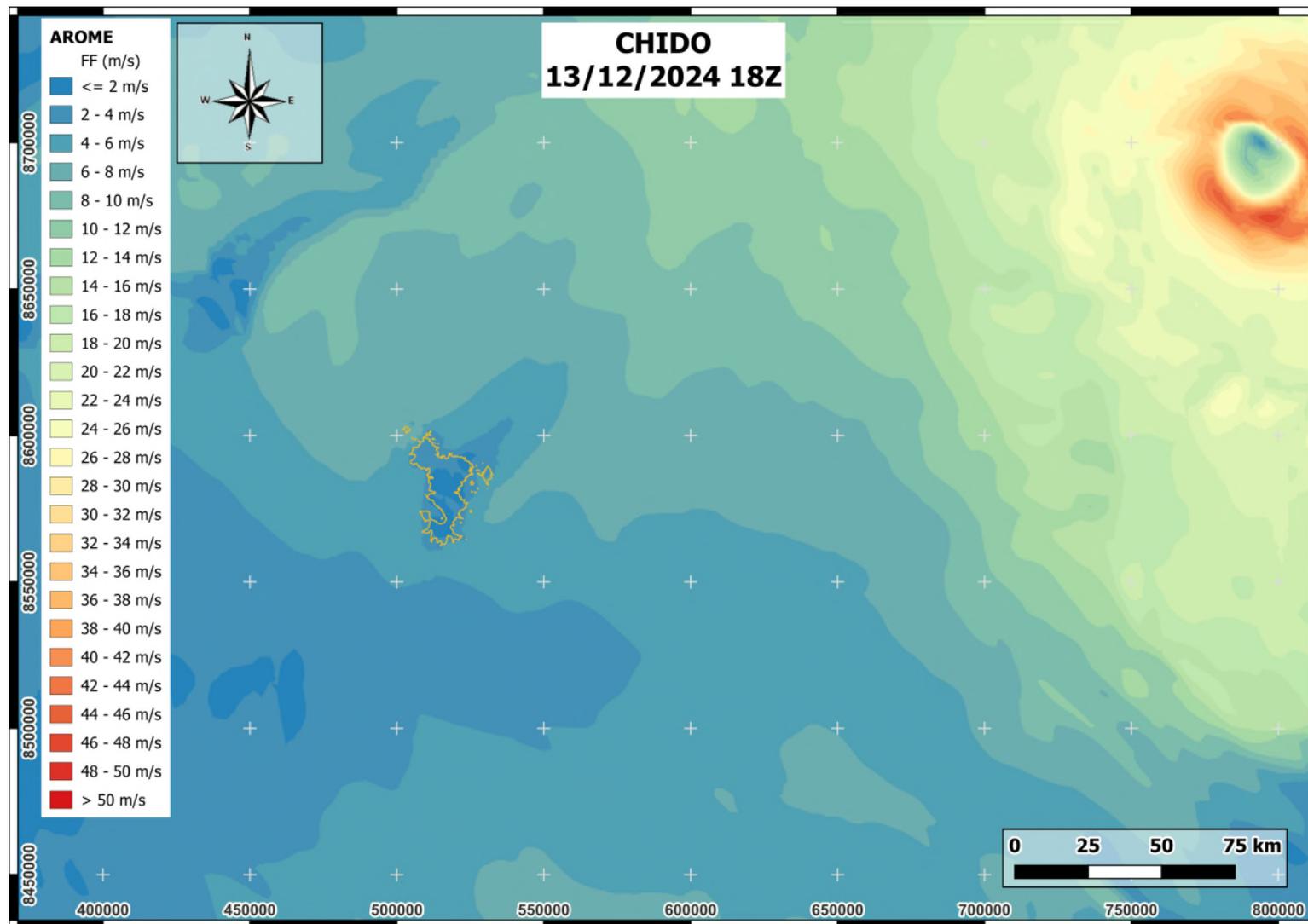
# CYCLONE TROPICAL INTENSE CHIDO DU 14/12/2024





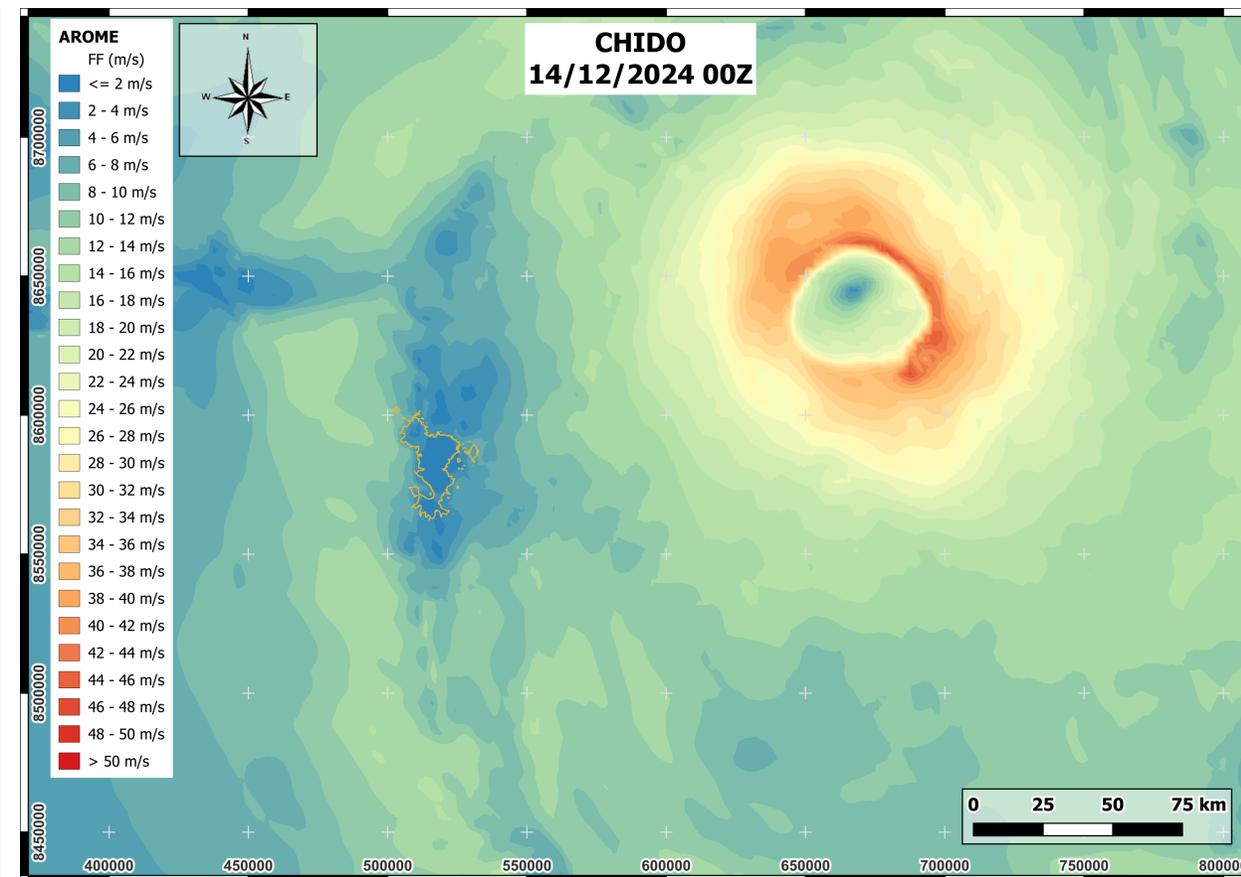
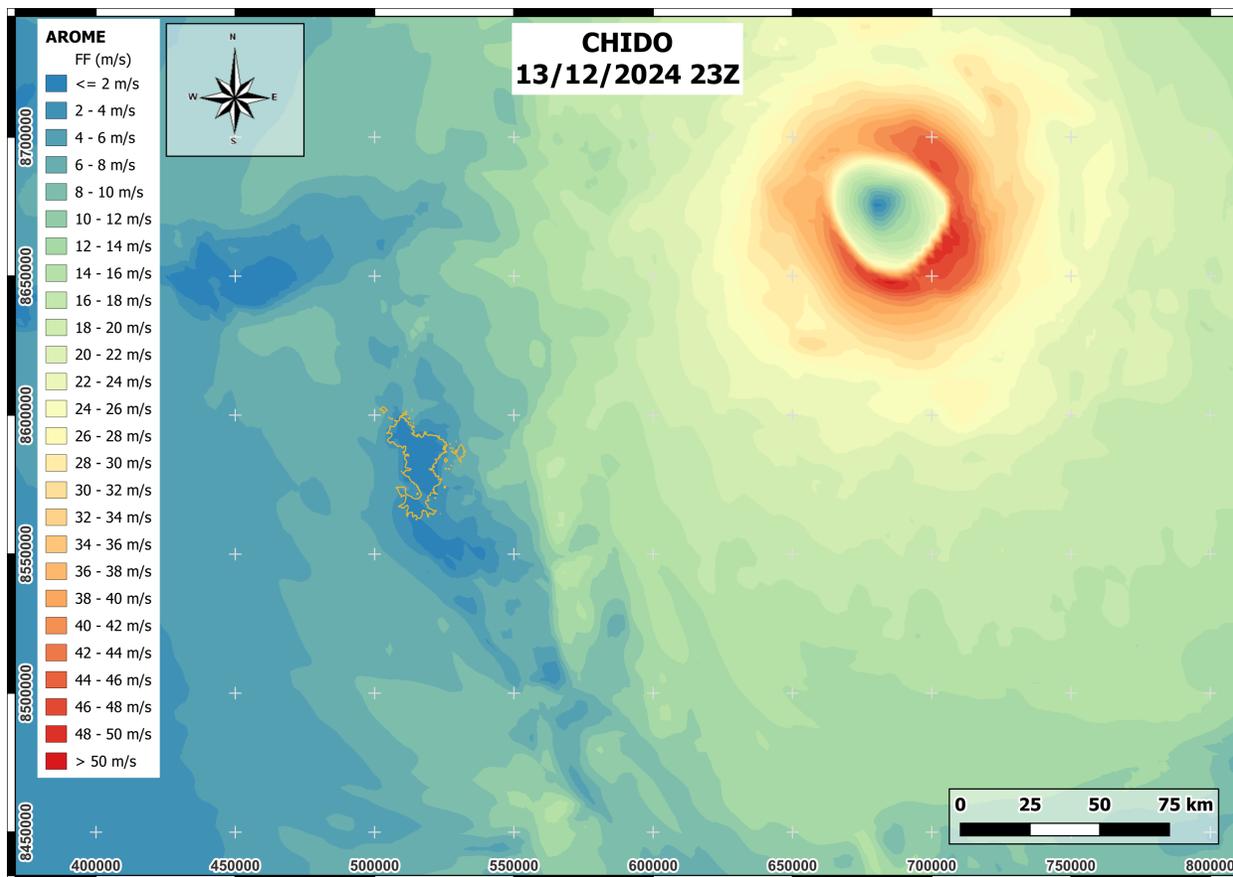
## MODÈLE OPÉRATIONNEL AROME OCÉAN INDIEN DE MÉTÉO-FRANCE

- ✓ Résolution spatiale 0,025° (~ 2,5 km)
- ✓ Résolution temporelle 1 heure
- ✓ Runs 0Z, 6Z, 12Z, 18Z  
→ 6 pas de temps exploitables par runs avant réinitialisation
- ✓ Données gracieusement fournies par Météo-France



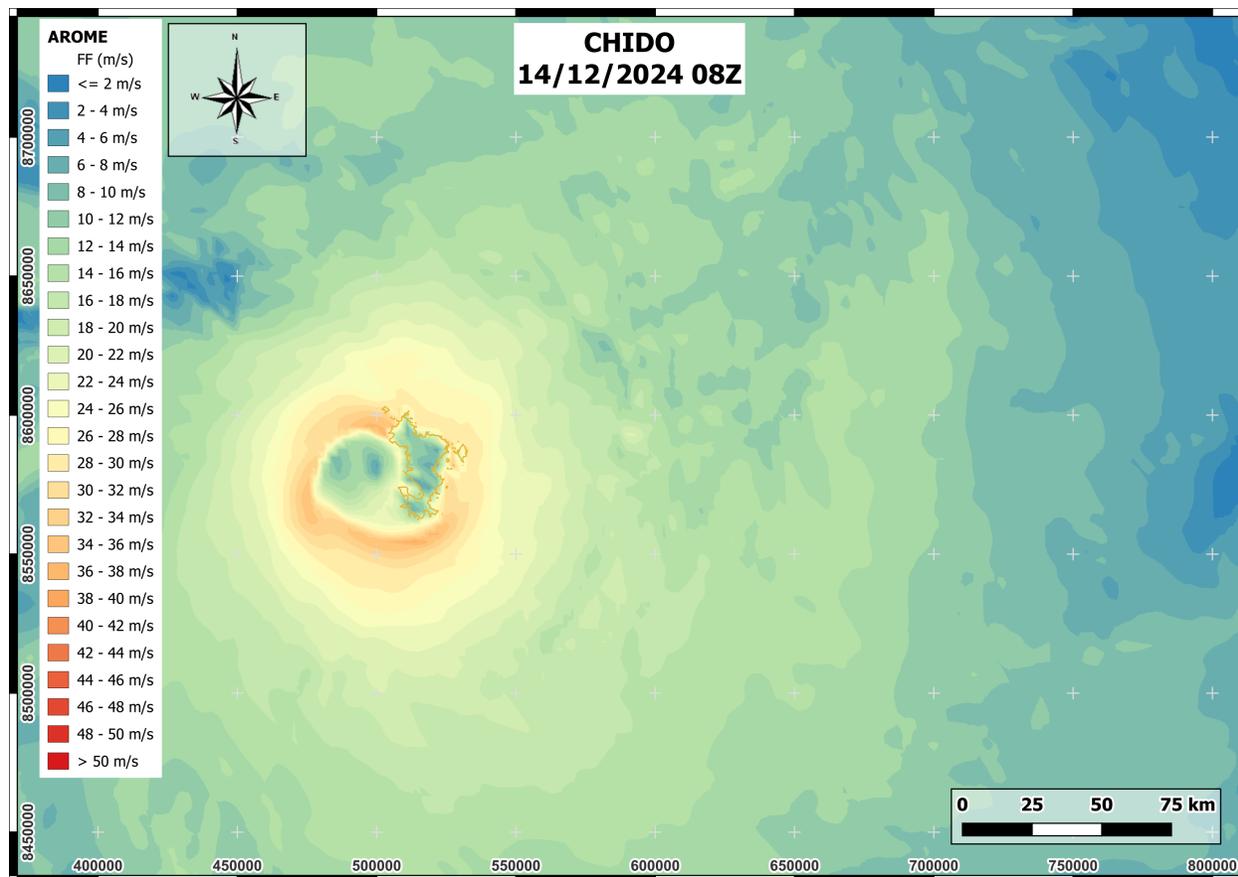
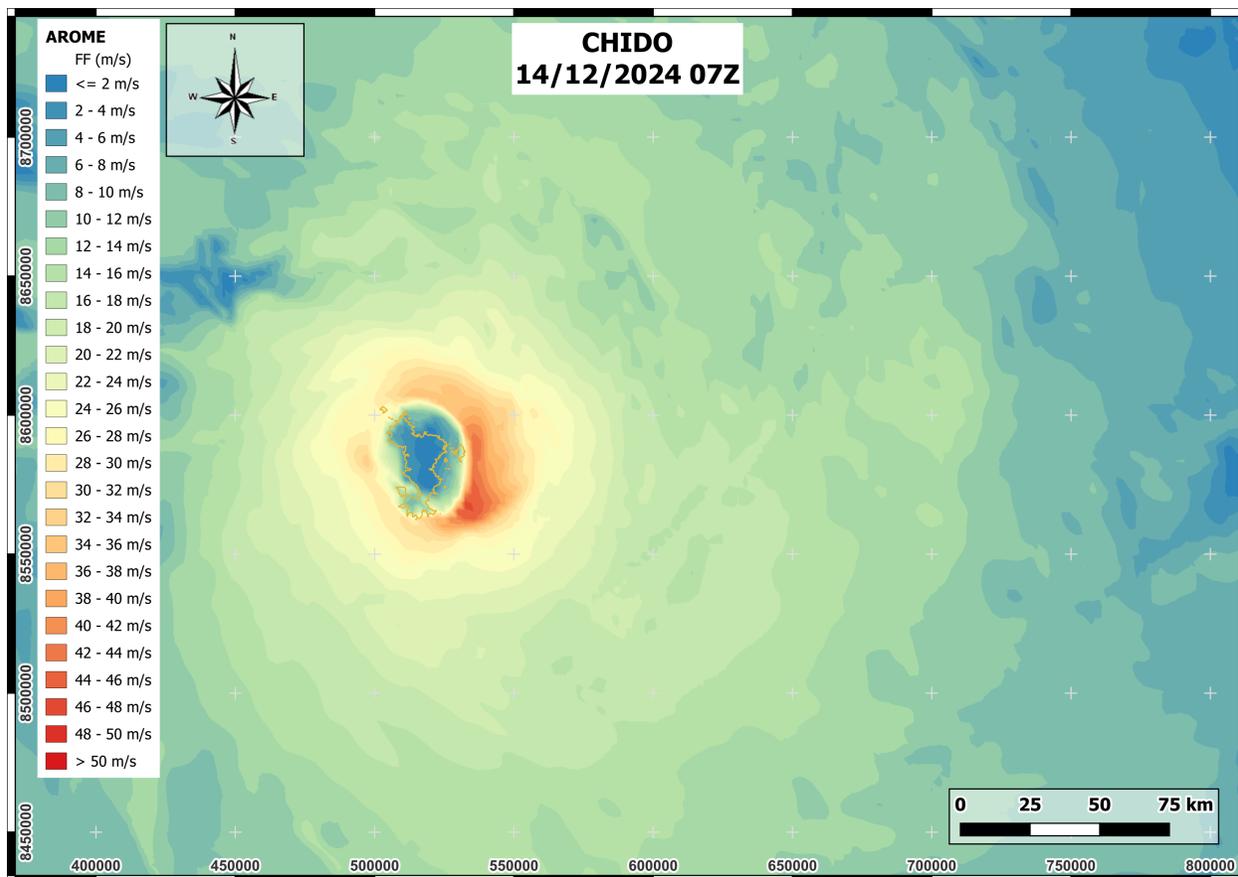


# MODÈLE OPÉRATIONNEL AROME OCÉAN INDIEN DE MÉTÉO-FRANCE





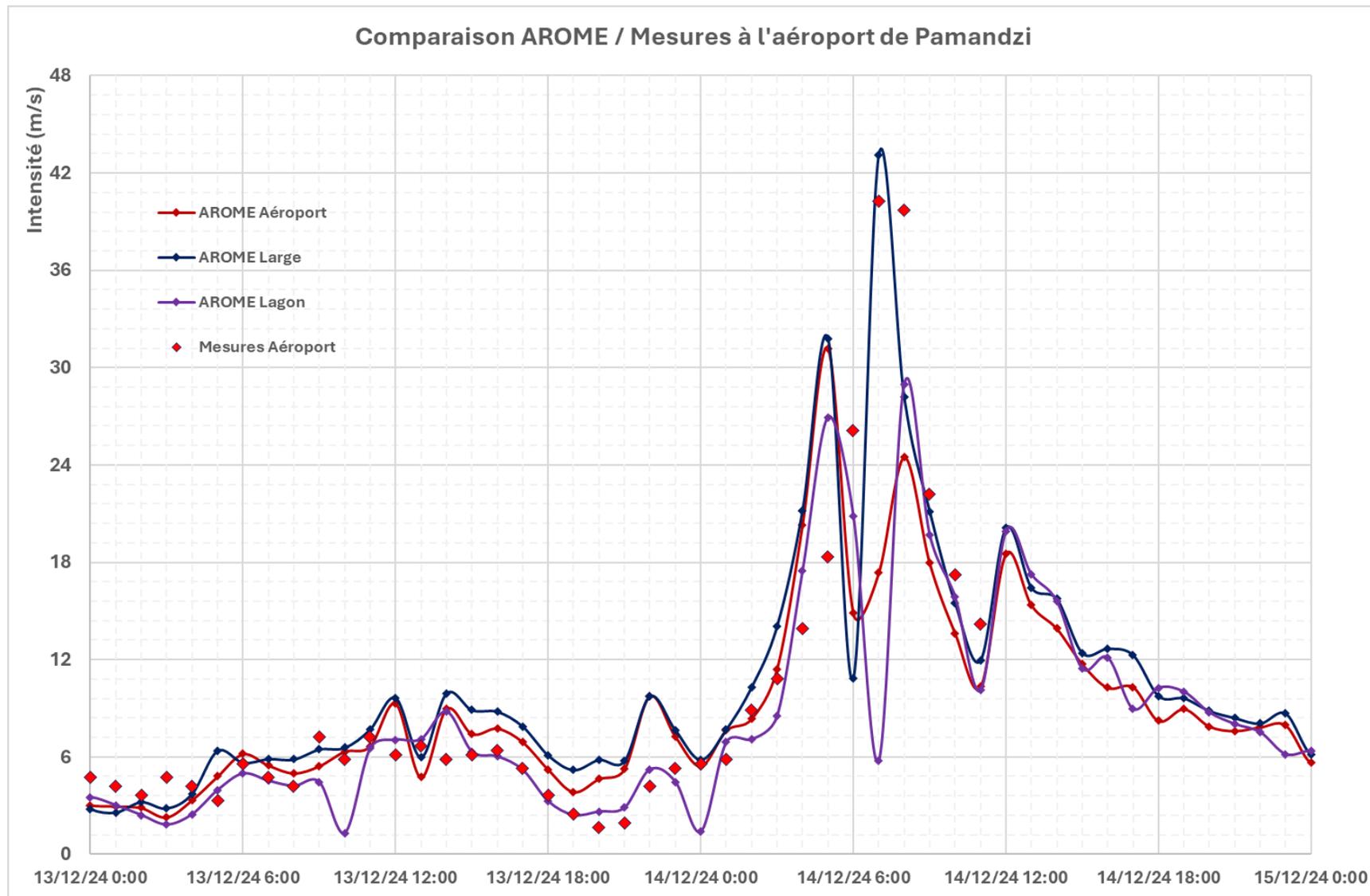
# MODÈLE OPÉRATIONNEL AROME OCÉAN INDIEN DE MÉTÉO-FRANCE





## COMPARAISON AROME / MESURES AÉROPORT

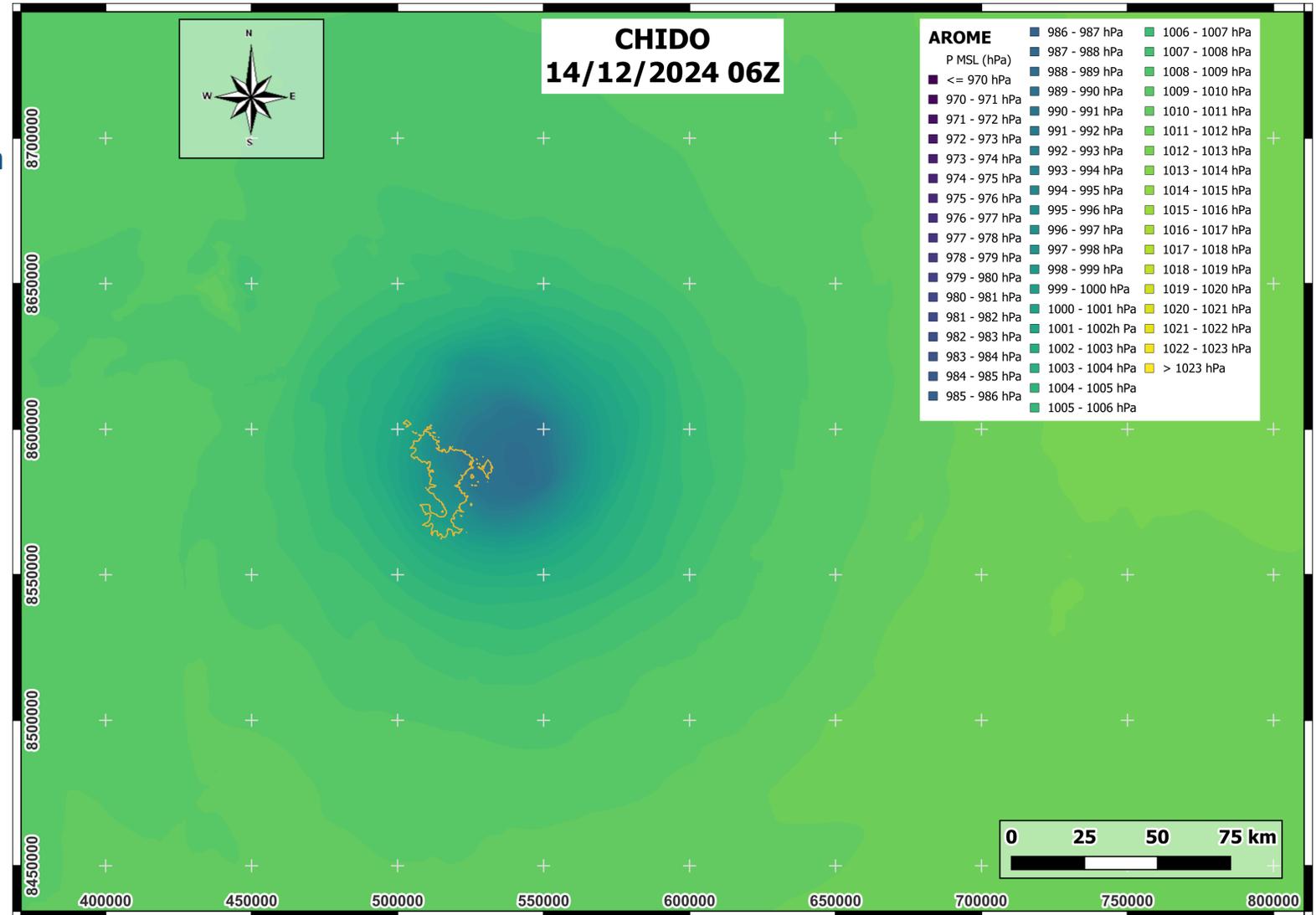
- ✓ Pas de temps de 1 heure petit devant le passage de l'œil et la variabilité spatiale
- ✓ Bon accord au large (zone de vent maximal au pas de temps AROME)
- ✓ Sous-estimation du vent dans le lagon ?





# MODÈLE OPÉRATIONNEL AROME OCÉAN INDIEN DE MÉTÉO-FRANCE

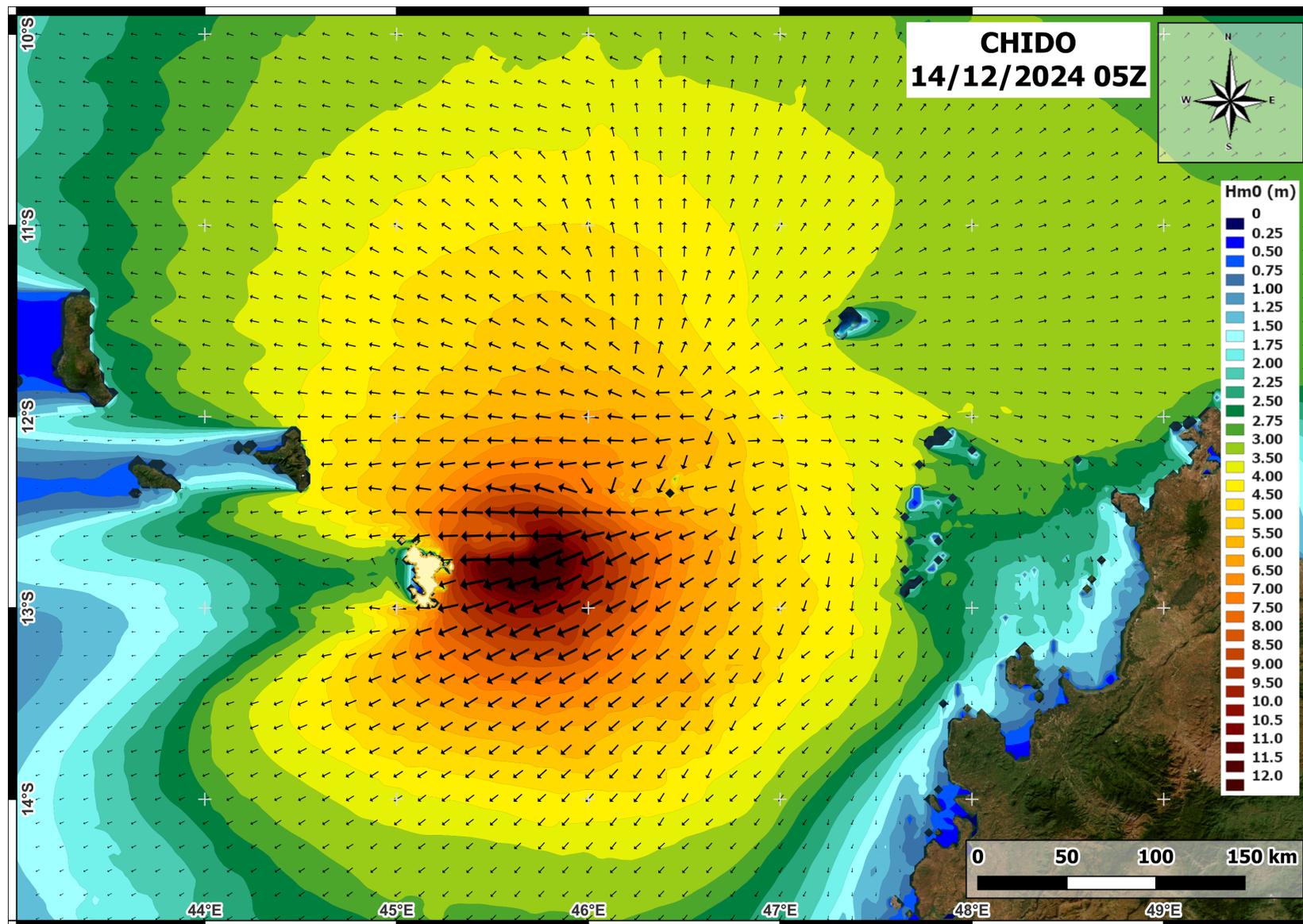
- ✓ AROME : 985 hPa
- ✓ Mesure Dzaoudzi : 985,2 hPa
- ✓ Centre cyclonique de la Réunion : 957 hPa
- ✓ IBTRACS (USA) : 952 hPa





## MODÈLE SWAN DE GÉNÉRATION / PROPAGATION DES HOULES CYCLONIQUES

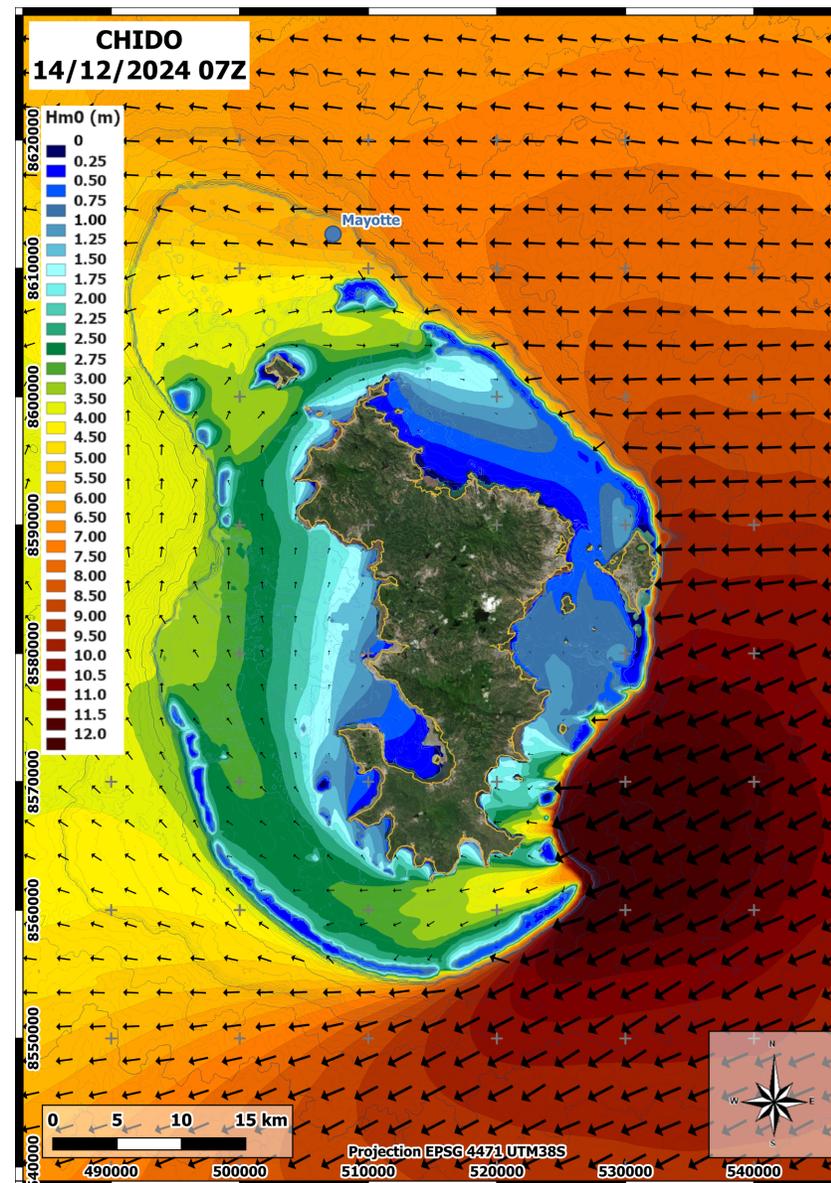
- ✓ 2 domaines de calcul
- ✓ Résolution spatiale 0,025° / 0,002°
- ✓ Résolution temporelle 1 heure
- ✓ Forçage par les champs de vent d'AROME uniquement (pas de houle en frontière)





## MODÈLE SWAN DE GÉNÉRATION / PROPAGATION DES HOULES CYCLONIQUES

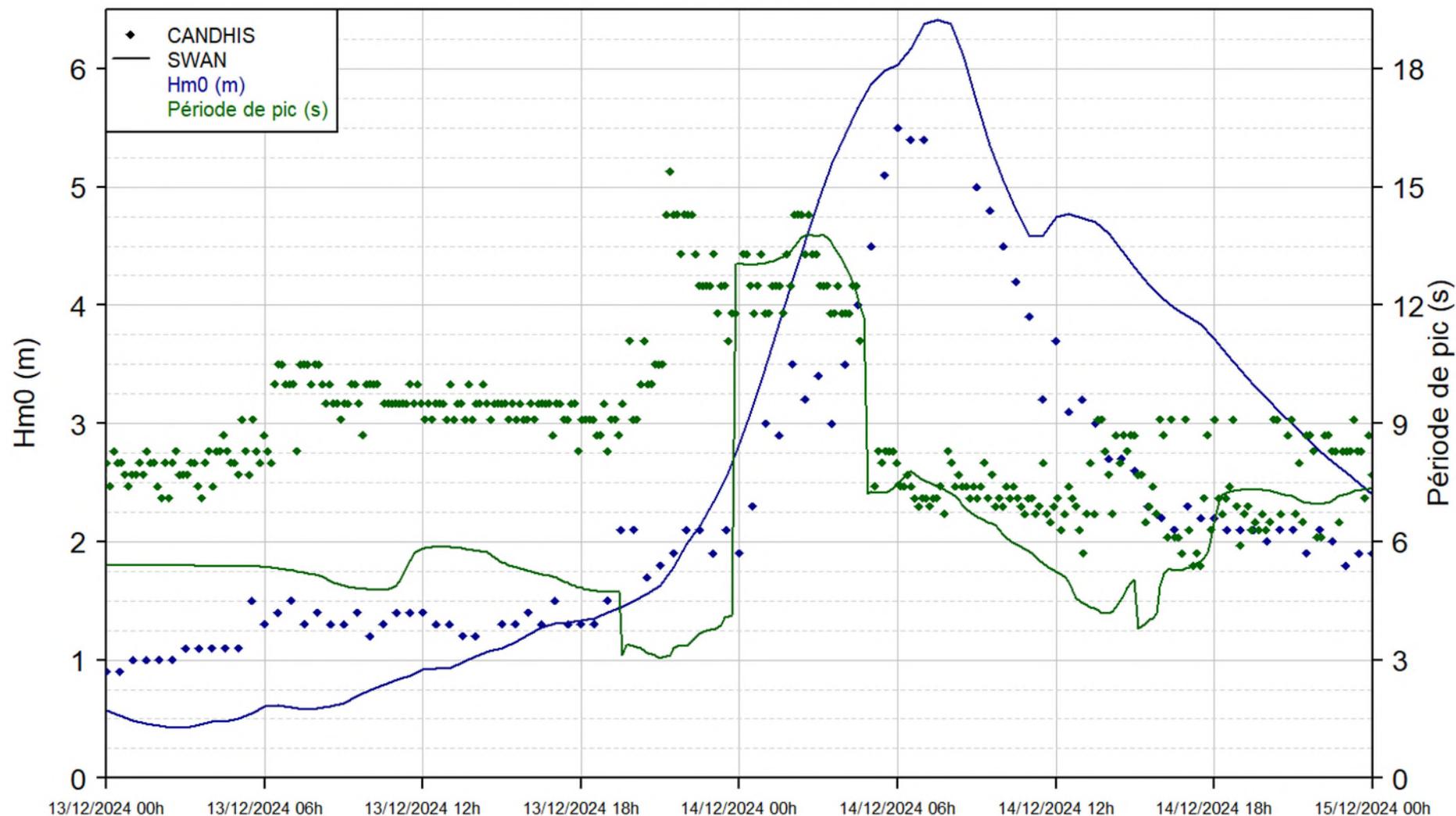
- ✓ 2 domaines de calcul
- ✓ Résolution spatiale 0,025° / 0,002°
- ✓ Résolution temporelle 1 heure
- ✓ Bathymétrie du modèle côtier :  
MNT bathymétrique de façade Mayotte (Shom)





## Comparaison à la bouée CANDHIS 97601 Mayotte

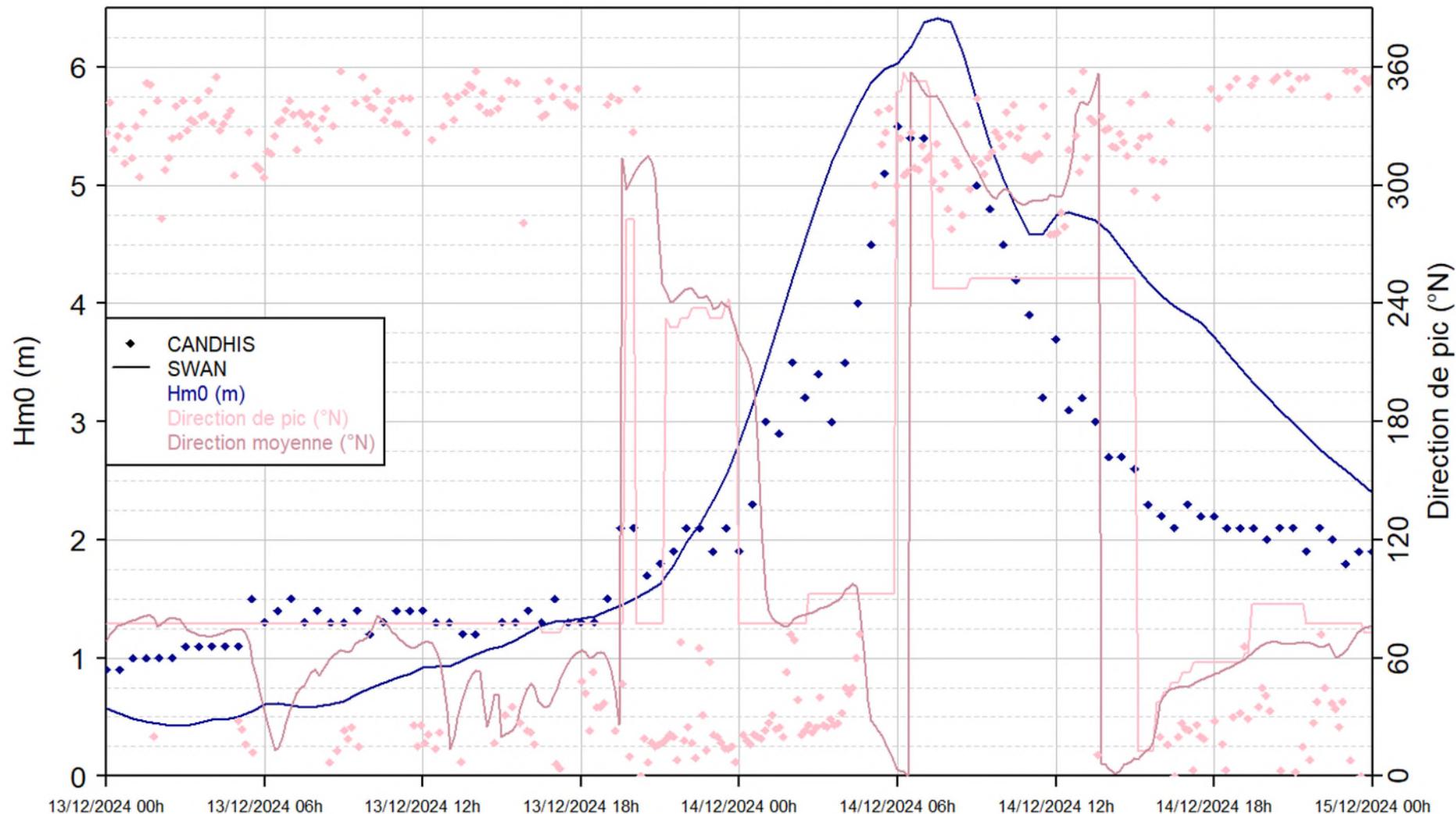
Mayotte - Série des observations





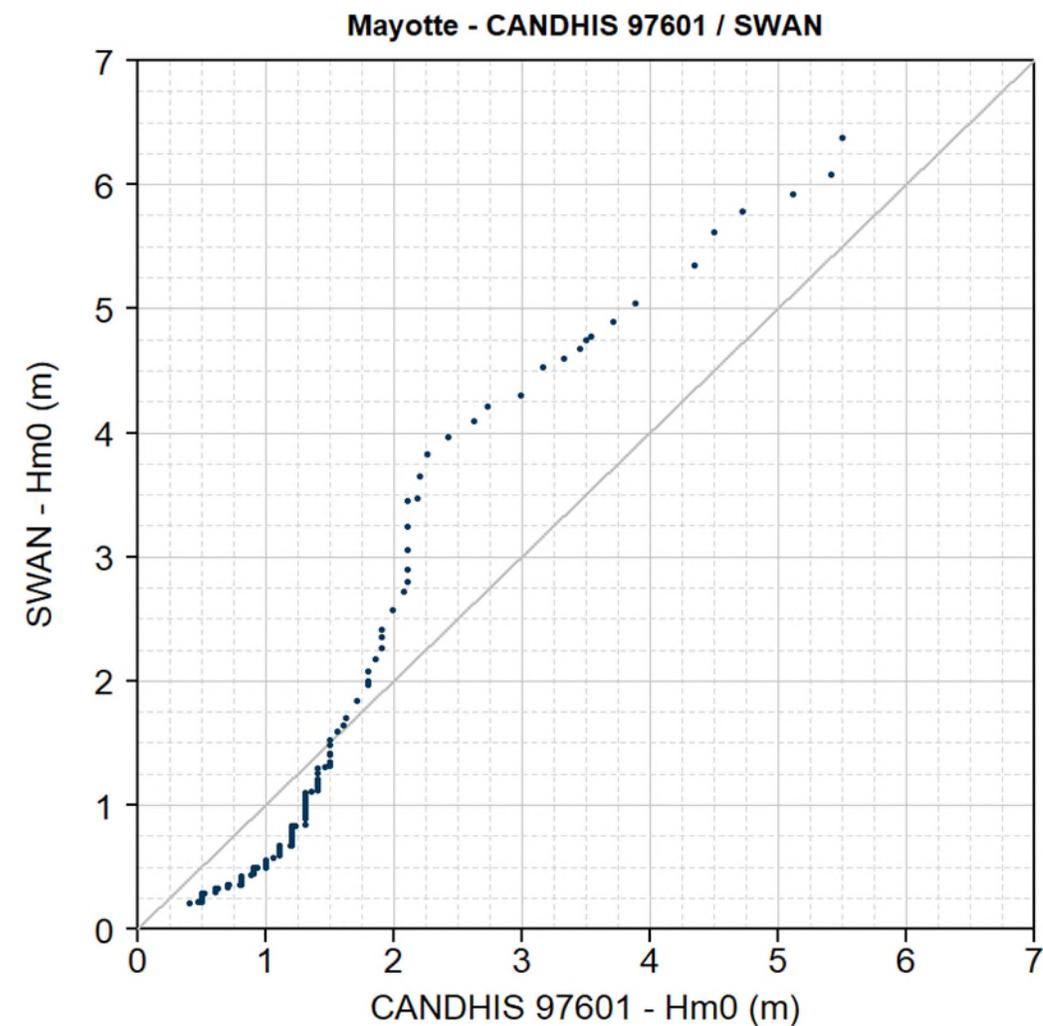
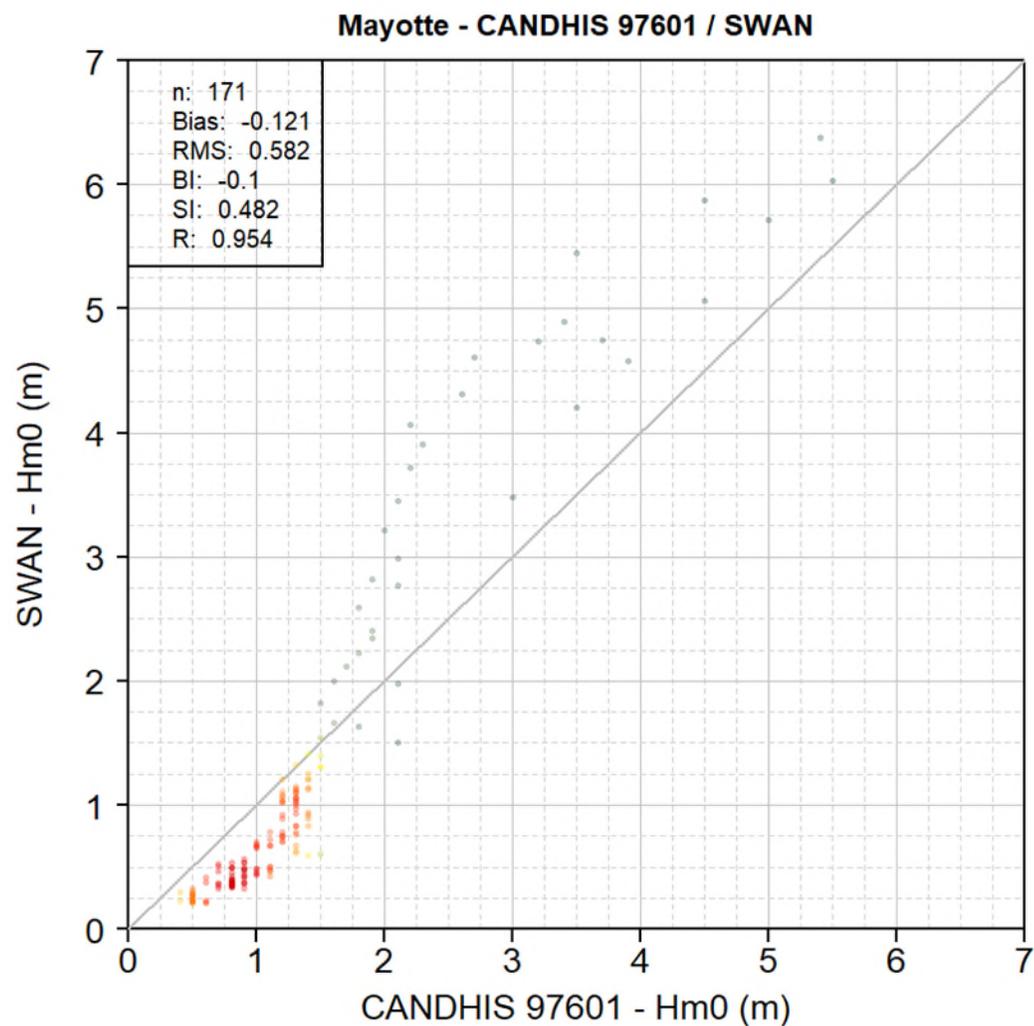
## Comparaison à la bouée CANDHIS 97601 Mayotte

Mayotte - Série des observations





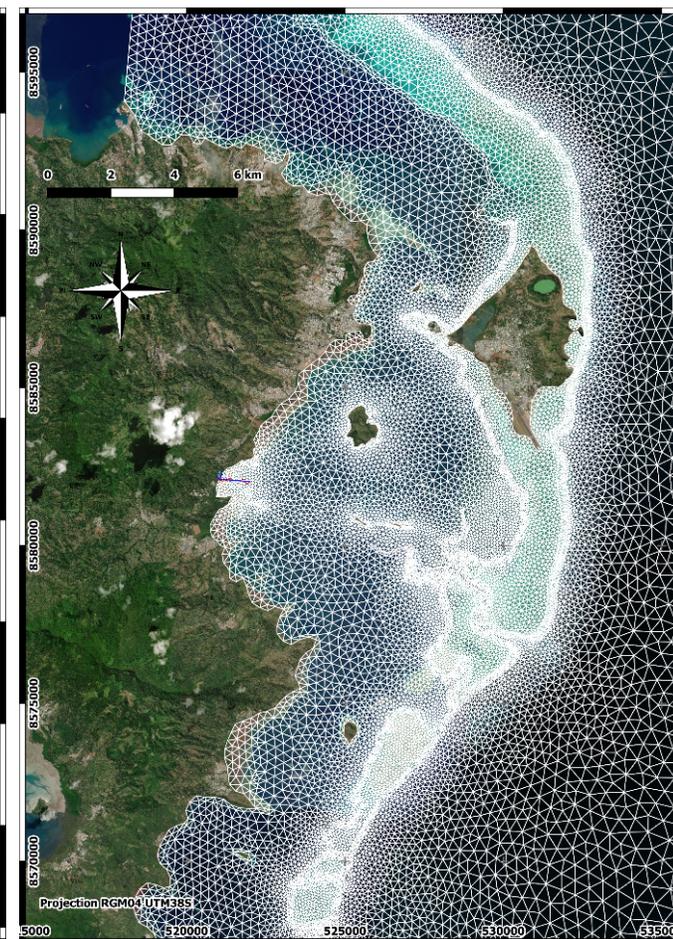
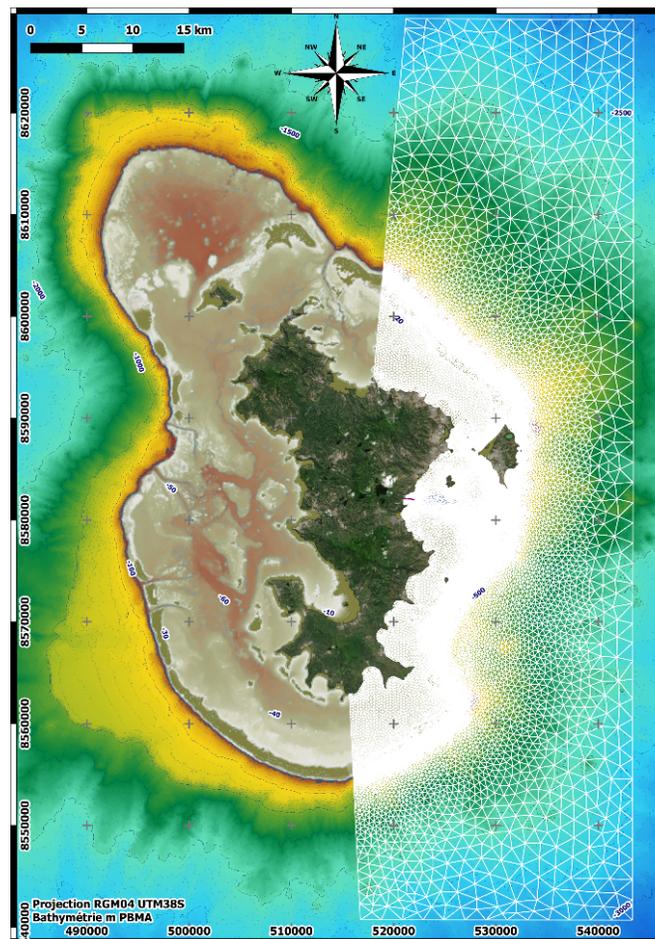
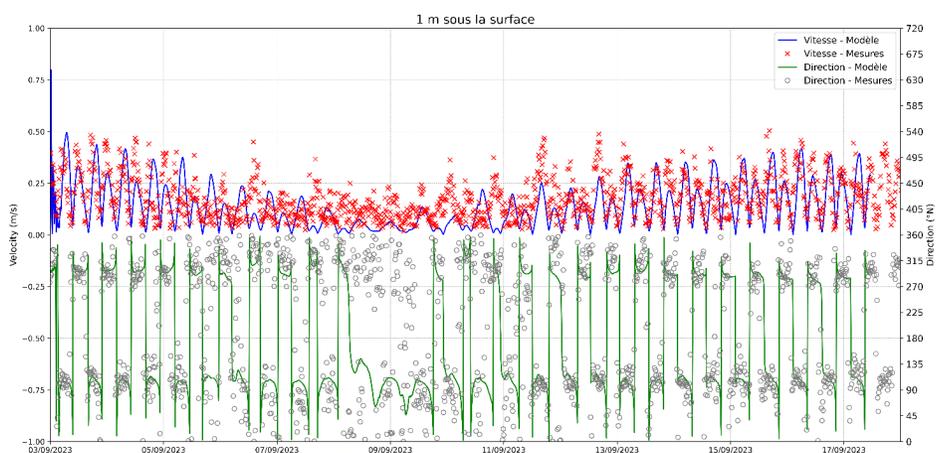
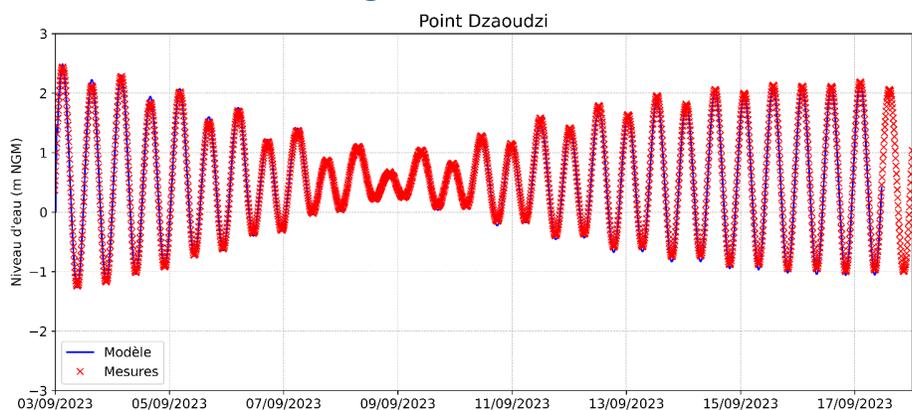
## Comparaison à la bouée CANDHIS 97601 Mayotte





# MODÈLE HYDRODYNAMIQUE 3D TELEMAC / TOMAWAC DE LA FAÇADE EST DE MAYOTTE

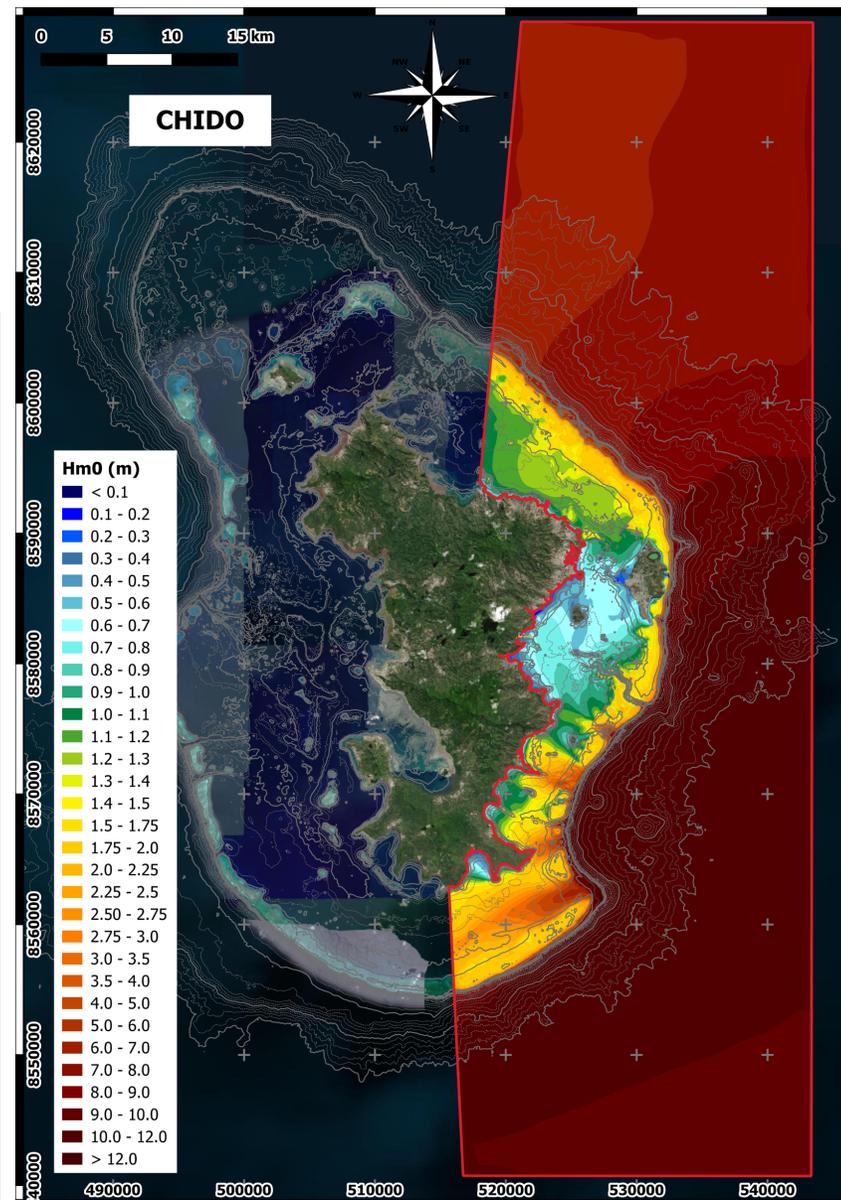
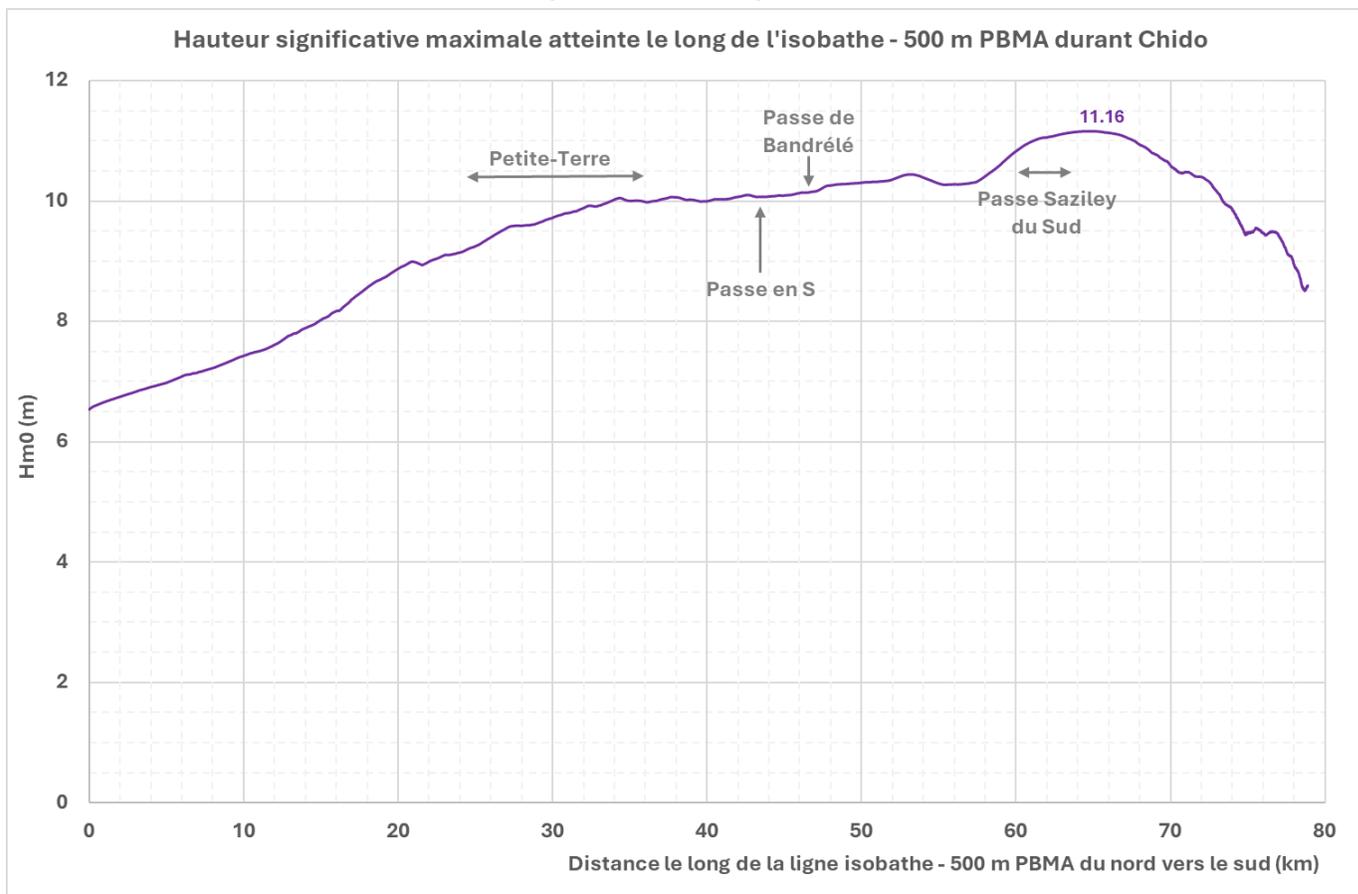
- ✓ Maillage horizontal : 16 600 nœuds, maille de 2 km au large à 50 m sur le récif
- ✓ Maillage vertical : 10 plans raffinés à la surface et au fond
- ✓ Forçage : houle cyclonique issue de SWAN couplé en frontière (1 h, 500 m) ; champs de vent et de pression AROME (1 h, 2,5 km)
- ✓ Calage sur mesures au marégraphe de Dzaoudzi et courants dans le lagon





## MODÈLE HYDRODYNAMIQUE 3D : HOULE AU LARGE

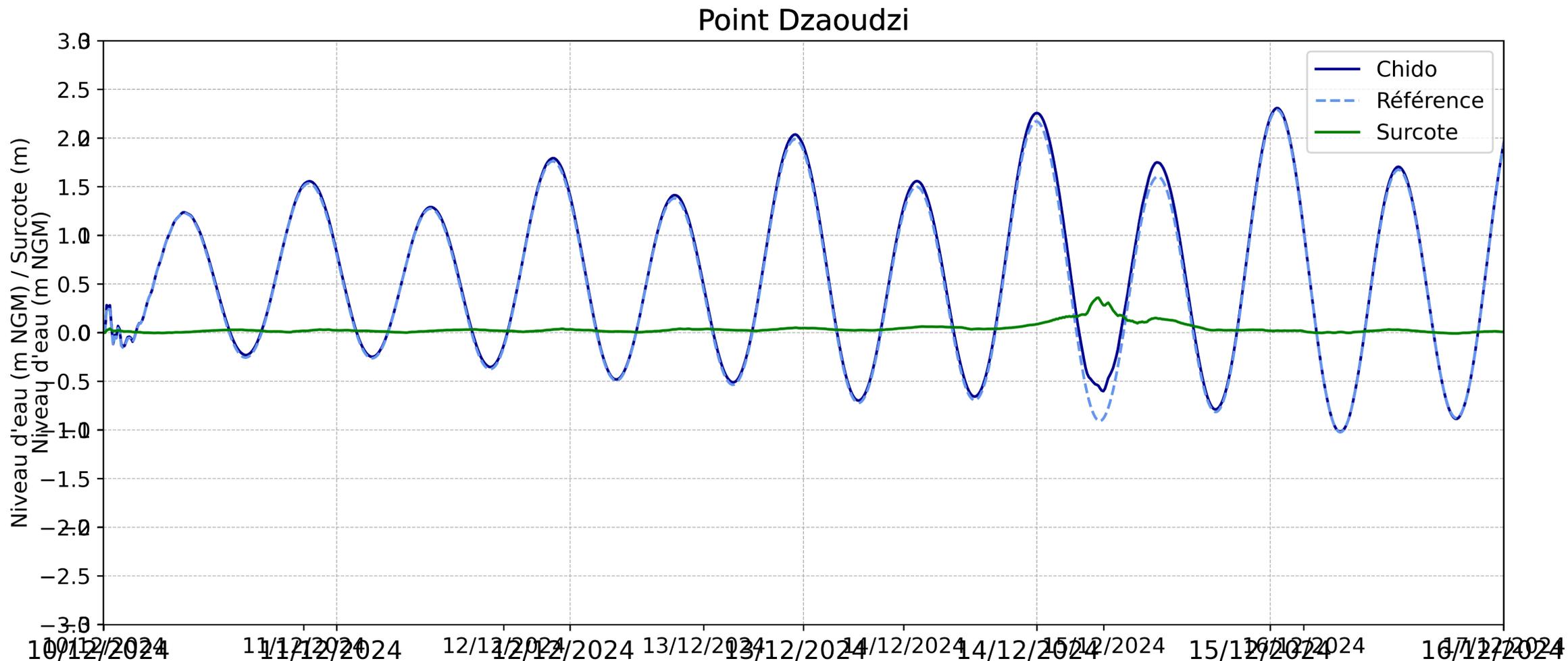
- ✓ Profil de Hm0 max réalisé le long de l'isobathe - 500 m PBMA
- ✓ Hauteurs maximales atteintes au sud de Petite-Terre
- ✓ Hm0 > 10 m devant les passes en S et de Bandré
- ✓ Hm0 > 11 m devant la passe Saziley du Sud et le récif du Sud





## MODÈLE HYDRODYNAMIQUE 3D : NIVEAUX À DZAOUDZI

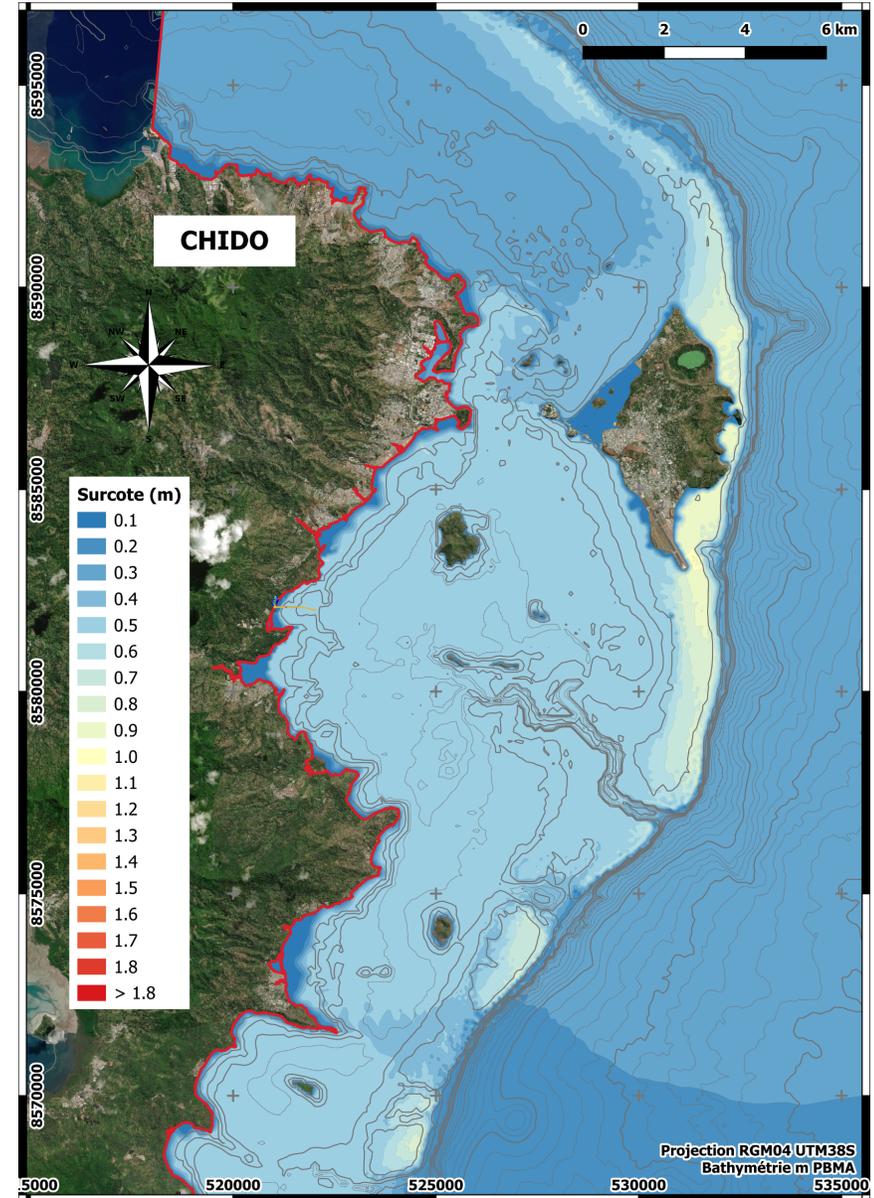
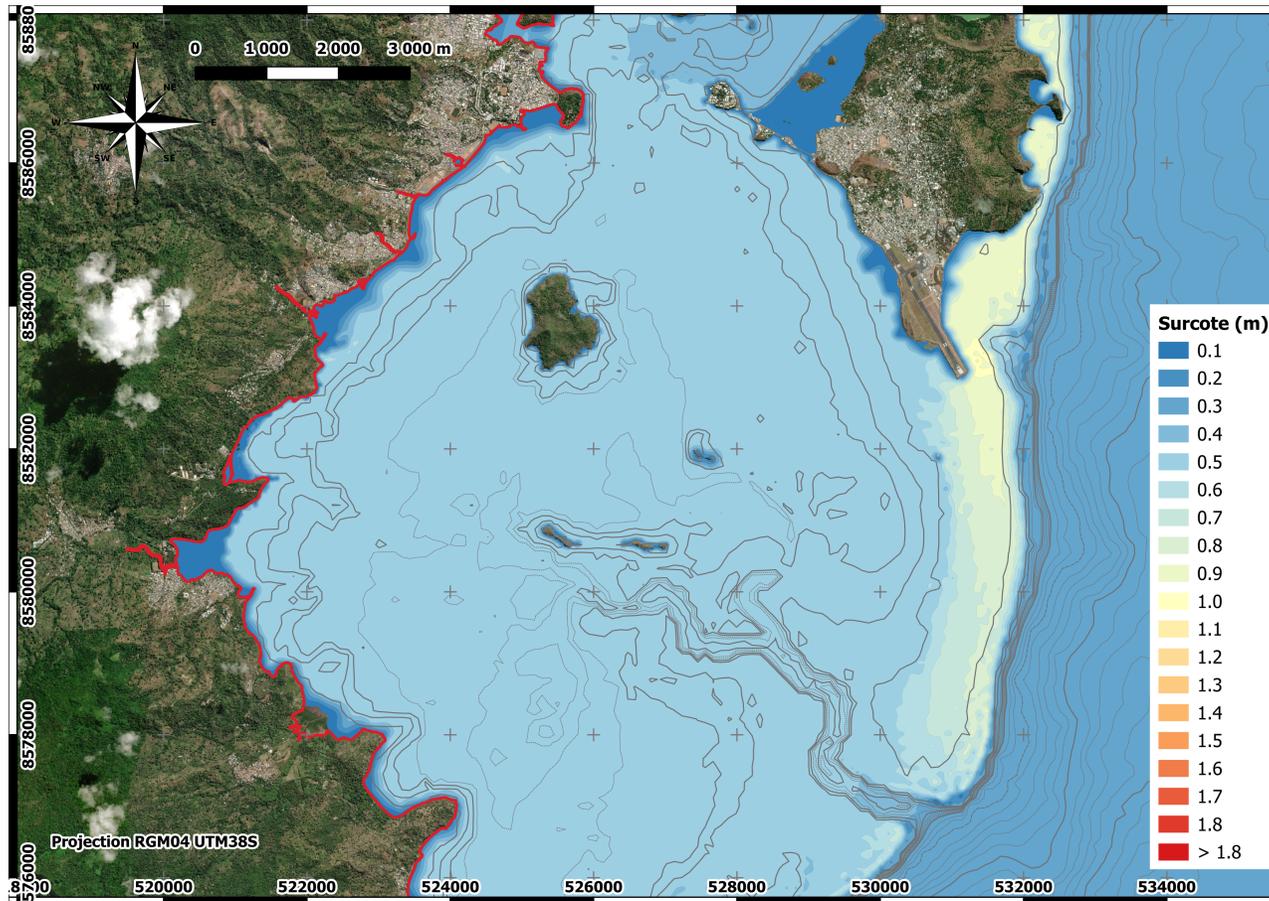
- ✓ Dysfonctionnement du marégraphe à basse mer depuis juillet 2024 puis destruction pendant le cyclone : pas de mesure
- ✓ Marée basse à 6h30 UTC, marée de vive-eau modérée





## MODÈLE HYDRODYNAMIQUE 3D : SURCOTE

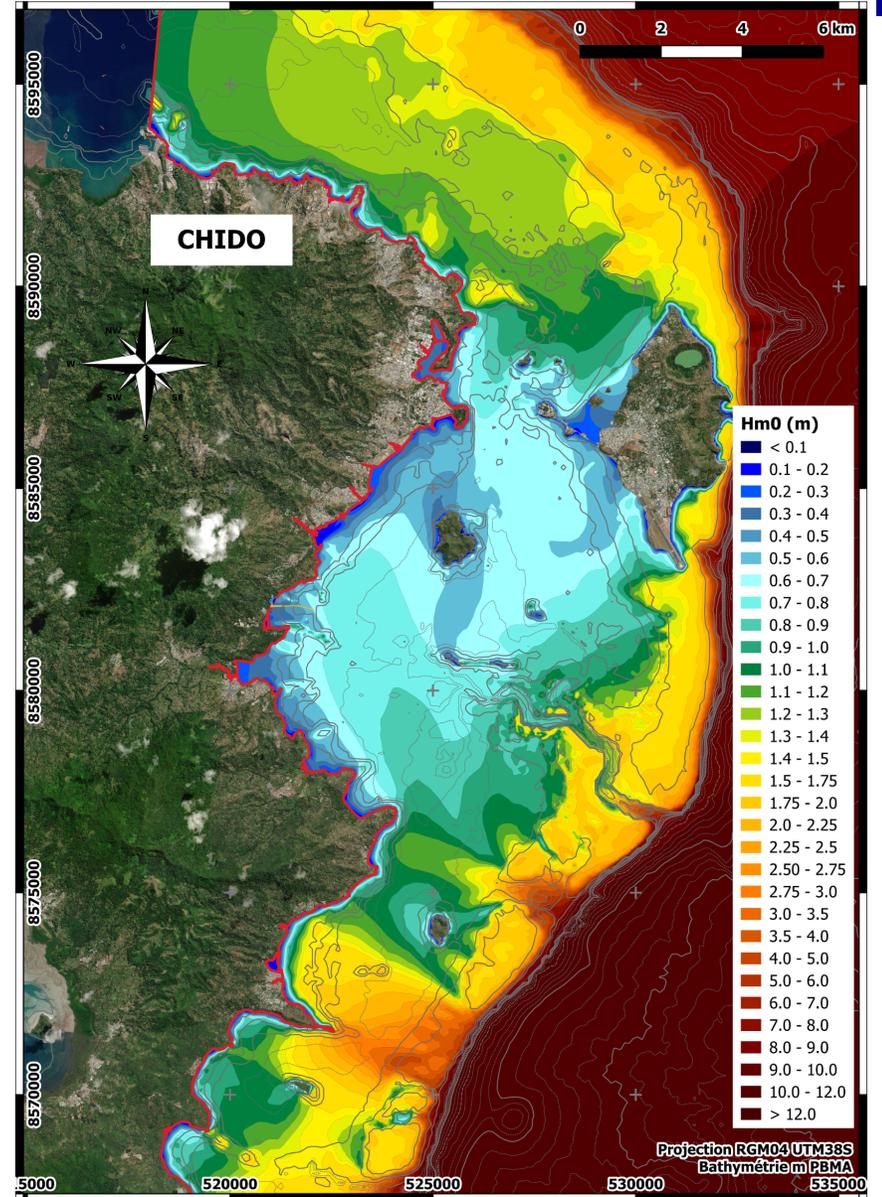
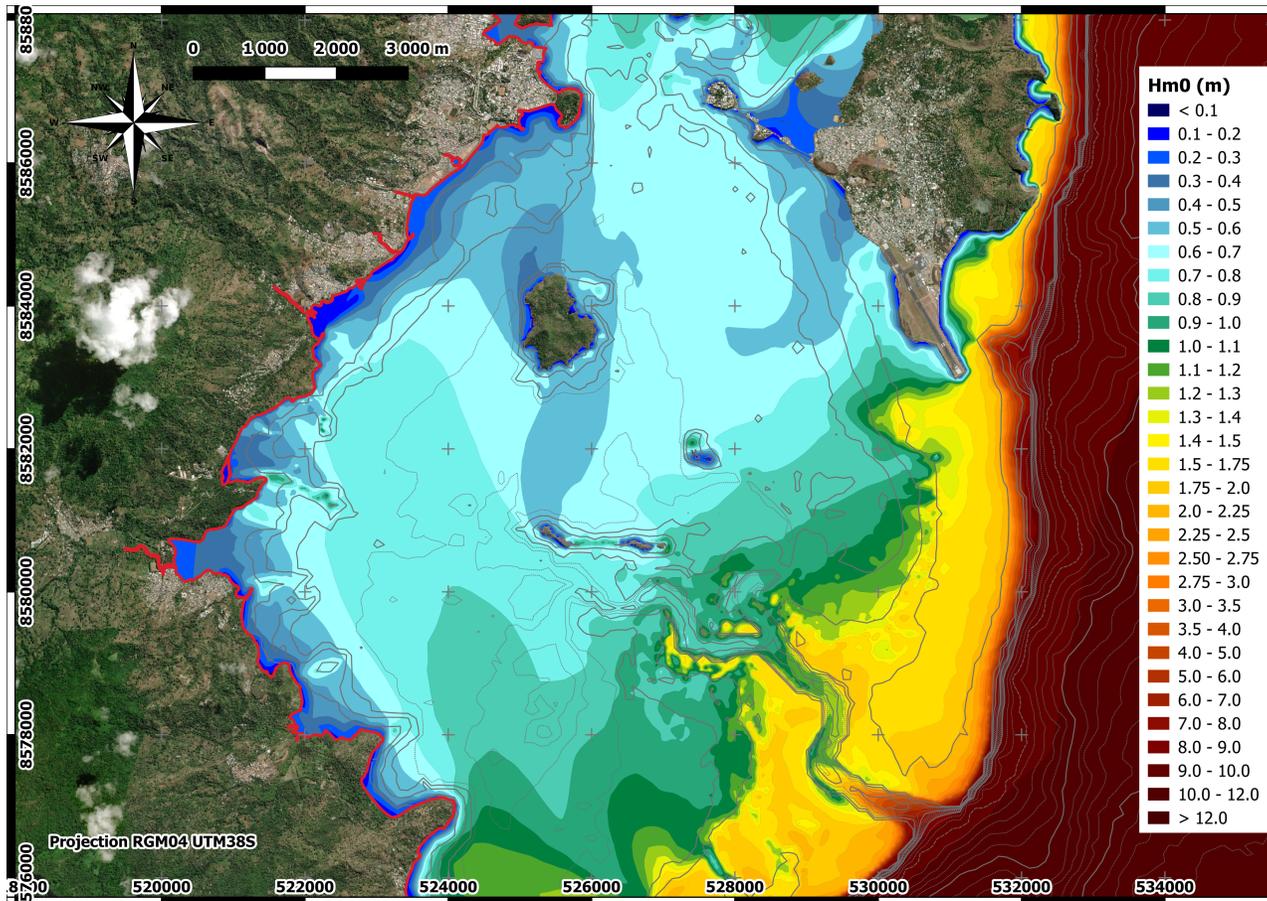
- ✓ Effet barométrique limité (985 hPa → 0,28 m)
- ✓ Surcote maximale sur le récif-barrière (~ 1 m)
- ✓ Effet du vent modéré dans le lagon (~ 0,5 m)





# MODÈLE HYDRODYNAMIQUE 3D : HOULE DANS LE LAGON

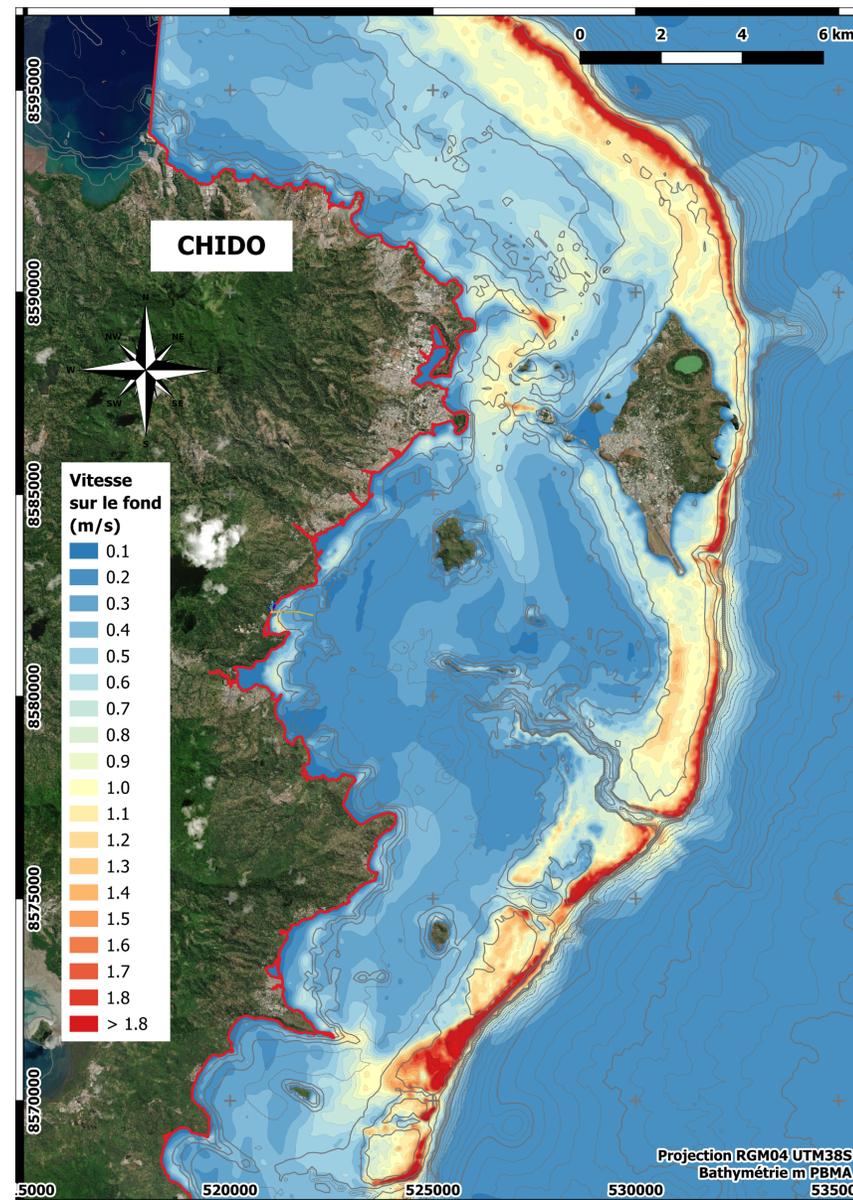
- ✓ Déferlement très intense sur le récif-barrière
- ✓ Propagation par les passes
- ✓ Régénération par le vent cyclonique faible sur le lagon, > 1 m





## MODÈLE HYDRODYNAMIQUE 3D : VITESSE SUR LE FOND

- ✓ Vitesse sur le fond maximales sur le récif-barrière par déferlement
- ✓ Vitesses modérées dans le lagon





## CONCLUSIONS

### ✓ **Caractéristiques de Chido :**

- ✓ Forte houle au droit de la façade sud-est de Mayotte (> 11 m)
- ✓ Pic de houle arrivant autour de la basse mer, en vive-eau modérée : bon effet de protection du récif-barrière
- ✓ Propagation de la houle par les passes
- ✓ Génération du clapot cyclonique dans le lagon : limité par les changements d'orientation du vent, calme de l'œil...
- ✓ Surcote : effet barométrique assez faible ; effet du vent dans le lagon également limité
- ✓ Fortes vitesses sur le fond au niveau du récif-barrière par déferlement

### ✓ **Modélisation et forçage :**

- ✓ Modèle de houle du large peut être amélioré à la marge (forçage en houle à la frontière, raffinement autour de la bouée CANDHIS, GEN3)
- ✓ Pas de temps horaire des vents AROME trop faible pour la régénération dans le lagon : méthodes d'interpolation spatio-temporelle pour pas de temps 10 à 15 min ?
- ✓ Précision de la pression atmosphérique dans l'œil du cyclone (effet sur la surcote)
- ✓ Sauts des champs de forçage d'un run à l'autre (toutes les 6 h)

- ✓ **Les champs AROME permettent une modélisation rapide post-événementielle avec un haut niveau de précision, en particulier dans les zones où la régénération des clapots cycloniques joue un rôle moindre (ex : Garance à La Réunion).**