

STAGE DE FIN D'ÉTUDES



Nathan Grand

Évaluation d'un modèle de couche de mélange océanique dans la chaîne de prévision du temps globale ARPEGE

Tuteur.rice professionnel.le : Adrien Napoly / Carole Labadie

Tutrice pédagogique : Séraphine Grellier



CNRM UMR 3589

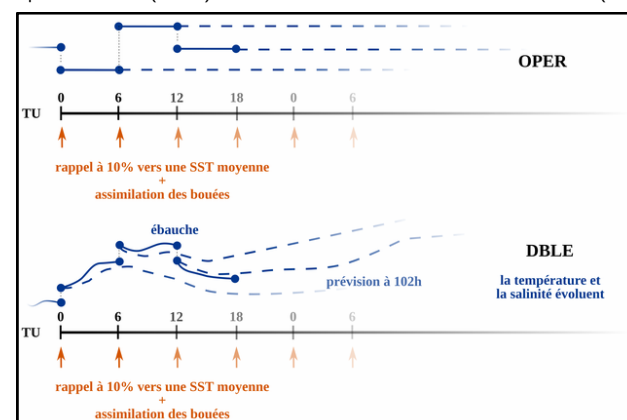
CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Actuellement, le modèle de prévision atmosphérique ARPEGE considère la température de l'océan **constante**, avec une valeur ajustée par les mesures in situ toutes les 6h (Fig.1.OPER). Mieux modéliser la température de surface de la mer (SST*) permettrait d'améliorer la représentation des échanges océan/atmosphère et finalement la qualité des prévisions météorologiques.

* Sea Surface Temperature

Pour ce faire, on utilise un modèle de Couche de Mélange Océanique unidimensionnel (CMO1D). Celui-ci modélise l'homogénéisation de la température et de la salinité de l'eau entre la surface et la thermocline (profondeur au-delà de laquelle les eaux sont plus froides) et renvoie des valeurs dynamiques de température au modèle ARPEGE (Fig.1.DBLE). Cette version, notée "DBLE", est une version utilisée en parallèle de la version opérationnelle ("OPER"). Ce sont ces prévisions qui doivent être améliorées durant ce stage.

Figure 1. Fonctionnement des réseaux de prévision de SST de la version opérationnelle (OPER) et de la version en test dite version 'double' (DBLE).



OBJECTIFS

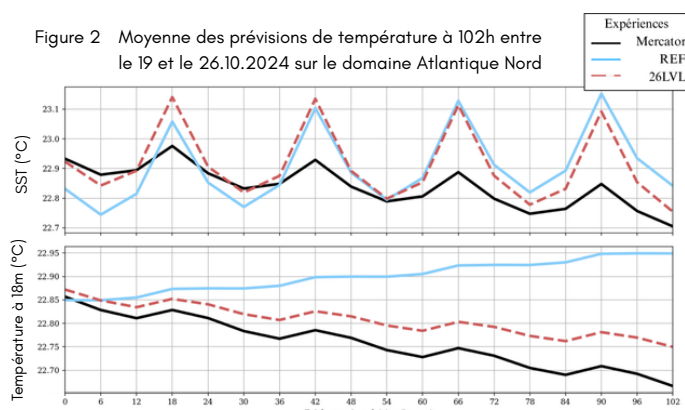
- Trouver la configuration des paramètres et variables du modèle de CMO1D (présentés dans le tableau ci-dessous) qui, une fois couplée avec ARPEGE, donnera de meilleures prévisions atmosphériques.

La validation utilise comme référence les prévisions d'un modèle 3D : Mercator-Océan

TESTS DE SENSIBILITÉ

1 Nombre de niveaux

Figure 2 Moyenne des prévisions de température à 102h entre le 19 et le 26.10.2024 sur le domaine Atlantique Nord



- Référence (REF): 12 niveaux → ~ 18 m
 - Test (26LVL): 26 niveaux → ~ 186 m
- 26LVL apporte des eaux plus froides venues des niveaux inférieurs.

Meilleure cohérence avec Mercator, malgré une amplitude diurne toujours trop importante.

2 Turbidité

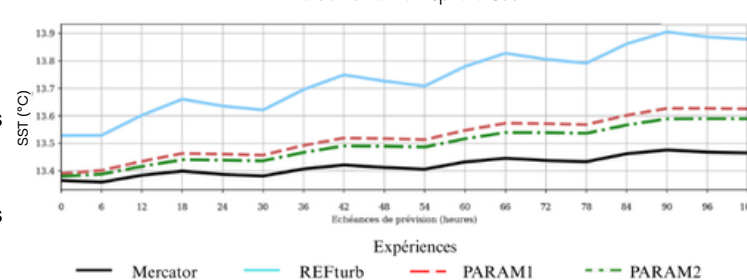
La turbidité de l'eau est paramétrisée constante en temps et en espace, à l'aide de 3 paramètres :

- D1 → longueur de pénétration des longueurs d'ondes rouges.
- D2 → longueur de pénétration des longueurs d'ondes bleues/vertes.

- R un coefficient de pondération.

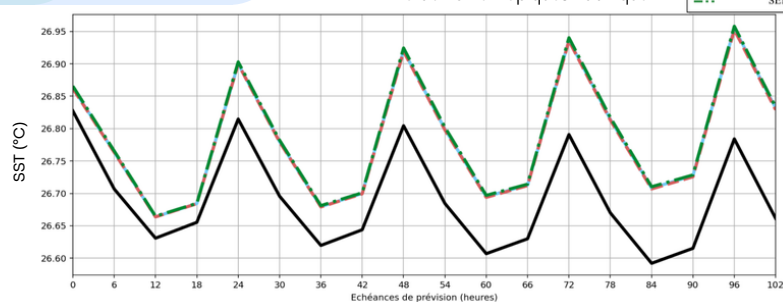
En testant différentes paramétrisations, les prévisions les plus proches de celles de Mercator sont issues de la PARAM2 (en vert, fig.3) : R = 0.55 ; D1 = 2.5 ; D2 = 32, qui sera retenue pour la suite.

Figure 3 Moyenne des prévisions de SST à 102h entre le 19 et le 26.10.2024 sur le domaine Hémisphère Sud



3 Albédo

Figure 4 Moyenne des prévisions de SST à 102h entre le 19 et le 25.10.2024 sur le domaine Tropiques Pacifique

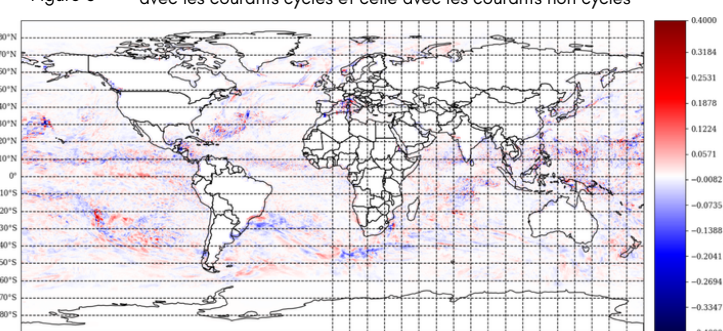


- Albédo diffus :
 - Référence (REFalb) = 0.06
 - Test (albMER) = albédo de Mercator = 0.066
- Albédo direct :
 - Référence (REFalb) = Param. de Taylor (1996)
 - Test (SEF) = Param. de Séférian (2018)
- Impact négligeable des différentes paramétrisations
- Configuration retenue :
 - Albédo diffus = 0.066
 - Albédo direct : Taylor

4 Courants

La CMO1D ne modélise pas les courants de grandes échelles, mais seulement l'impact local des vents de surface et de la force de Coriolis (Spirale d'Ekman), créant de la turbulence et donc du mélange. On compare une expérience dite "non cyclée" → valeurs de courants initialisées à 0 à chaque prévision pour des questions de stockage; et une expérience dite "cyclée" → considère les valeurs calculées durant l'ébauche (prévision courte, cf. fig.1) comme valeurs initiales de la prévision suivante.

Figure 5 Différences de SST moyennée sur 5 jours à 9h, entre l'expérience avec les courants cyclés et celle avec les courants non cyclés



- Peu de différences de SST
- Impact négligeable du cyclage sur les prévisions atmosphériques

On conserve la version non cyclée, pour l'économie de stockage qu'elle permet.

CONCLUSION

Configurations de l'expérience finale :

- Nombre de niveaux : 26
- Albédo diffus : 0.066
- Albédo direct : Taylor
- Turbidité : R = 0.55; D1 = 2.5; D2 = 32
- Courants : non-cyclés

	EUROPE		NORD20		SUD20		TROPIQUES	
	RS	Ana. IFS	RS	Ana. IFS	RS	Ana. IFS	RS	Ana. IFS
100hPa								
150hPa								
200hPa								
250hPa								
300hPa								
400hPa								
500hPa								
600hPa								
700hPa								
800hPa								
850hPa								
900hPa								
925hPa								
950hPa								
1000hPa								

Significativités :

- produit testé meilleur/moins bon à 95%
- produit testé meilleur/moins bon à 90%
- produit testé meilleur/moins bon à 66.7%
- pas de différence significative (à 66.7%)
- pas de données

Figure 6. REQM des scores aux radiosondages (RS) et aux analyses du modèle du centre européen (IFS) entre la configuration retenue et la DBLE, en fonction de l'altitude (1er - 27/06/2025).

La figure 6 met en compétition les scores qui évaluent la qualité des prévisions atmosphériques utilisant l'expérience finale et ceux utilisant la version DBLE de la CMO1D. On constate globalement de meilleures prévisions en surface (bleu) et une dégradation en altitude (rouge) de la part de la nouvelle version par rapport à la DBLE (en particulier sur le domaine Tropiques), ce qui représente un **résultat très satisfaisant pour le modèle de CMO1D** dont l'objectif est d'impacter l'interface océan/atmosphère.

Cependant, la présence d'une dérive à la hausse des températures proches de la surface est observée au fil des 102h de prévision, en particulier en été. Ceci peut être dû à une modélisation encore imparfaite de la turbidité ou bien à un forçage de rayonnement atmosphérique trop important de la part d'ARPEGE. D'autre part, l'impact du cyclage des courants sur la qualité des prévisions atmosphériques est négligeable dans l'ensemble même si une étude approfondie pourrait éventuellement montrer des impacts locaux significatifs.