

Programme Mouton. Etat d'avancement et perspectives

Annick Pichon

Le programme " modélisation d'Un Théâtre d'Opérations Navales fait partie d'un "Plan d'Etudes Amont" du SHOM, ayant pour objet la modélisation océanique très haute résolution (de l'ordre du km) d'une partie de l'Atlantique Nord-Est. Les différentes échelles spatiales et temporelles couvrant la dynamique grande échelle, la dynamique méso échelle (tourbillons, fronts), la dynamique de marée et la variabilité à moyen terme de la couche de mélange doivent être représentées. Ce programme est basé sur l'utilisation du modèle aux équations primitives HYCOM, dans lesquelles l'évolution de la surface libre est introduite. Ces équations sont résolues en coordonnées généralisées. Un solvant numérique définit le nombre de niveaux utilisant soit une coordonnée isopycnale (pour les couches de fond typiquement entre 200m et 6000m), soit une coordonnée géo potentielle ou sigma par petits fonds (entre 0 et 200m). Ce mode de fonctionnement permet l'étude de processus aussi divers que :

- les ondes de gravité (typiquement la marée barotrope et barocline) ou la circulation le long des marges continentales, pour lesquelles la coordonnée isopycnale est bien adaptée,
- l'évolution des couches de mélange en surface ou au fond près des côtes pour lesquelles la coordonnée sigma ou géo potentielle est préférée.

Une première maquette couvre la zone Manche Gascogne de 43N à 51N et de 15W à la côte avec une résolution spatiale de 1.8km. Sur cette zone le modèle est forcé aux frontières ouvertes par une marée barotrope issue du LEGOS*. Il utilise en conditions initiales et en relaxation aux frontières ouvertes, une solution du système MERCATOR au 1/15deg. Le modèle a été testé sur toute l'année 2004 en utilisant les forçages atmosphériques du modèle ARPEGE de Météo France et un forçage de marée comportant les quatre ondes semi diurnes principales.

La **figure 1** représente d'une part l'évolution de la température de surface au 08 Juin 2004 soit cinq mois après le début de la simulation réalisée sans assimilation de données et d'autre par la température de surface mesurée par AVHRR au 16/06 2004. Les résultats de la maquette sont qualitativement corrects et permettent de bien représenter le front froid au dessus du talus qui est théoriquement lié à la présence des ondes internes. L'impact de la marée barocline sur la température de surface reste à confirmer. La **figure 2** représente l'évolution de la température de surface modélisée par HYCOM le 24 Février 2004 et à droite l'évolution de la salinité de surface modélisée le 16 Avril 2004. Ces résultats semblent montrer un trop fort refroidissement des couches de surfaces près de la côte et des advections d'eaux douces importantes. Une analyse poussée des résultats de la maquette en zone côtière et un ajustement des différents paramètres doit être entamée. La **figure 3** représente des résultats de modélisation de la marée interne en conditions de stratification type d'automne. Ces résultats montrent que les marées internes se propagent dans tout le golfe de Gascogne le long de directions bien privilégiées. Cependant pour prendre en compte l'ensemble de la propagation 3D de ce processus, la discrétisation verticale de la stratification utilisée dans la maquette n'est pas suffisamment précise dans les couches de fond.

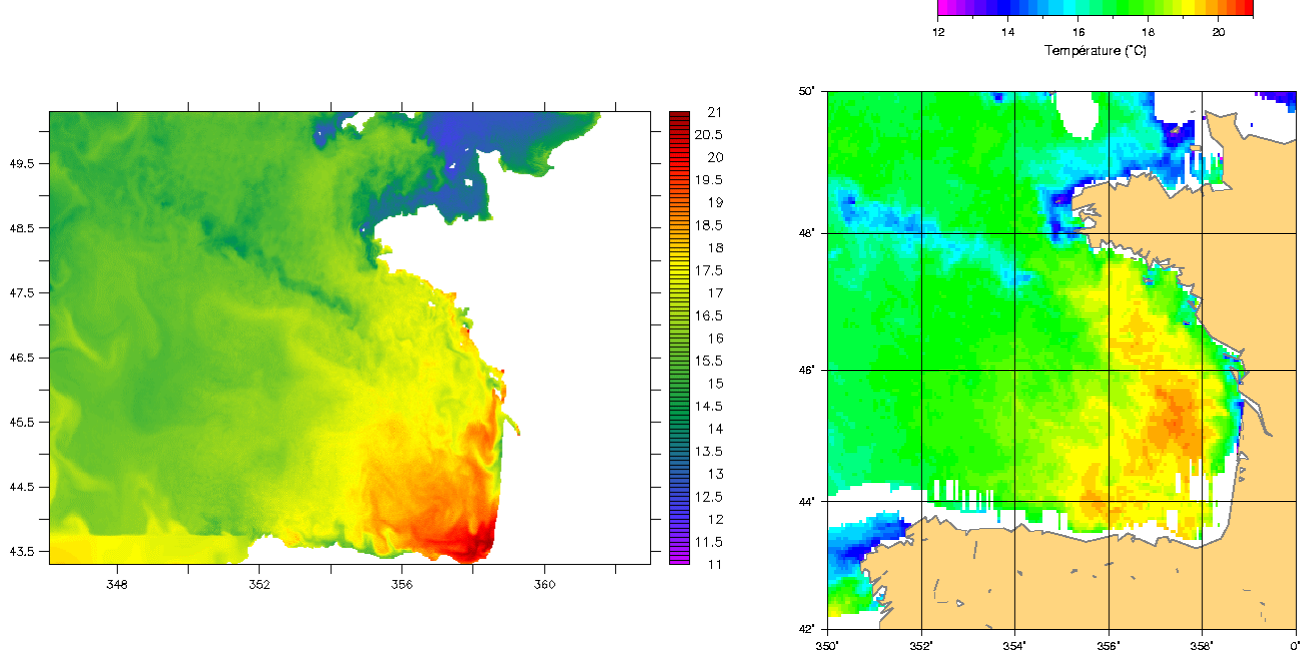


Figure 1 : à gauche évolution de la température de surface modélisée par HYCOM le 08 Juin 2004. A droite évolution de la température de surface mesurée le 16 Juin 2004 par AVHRR

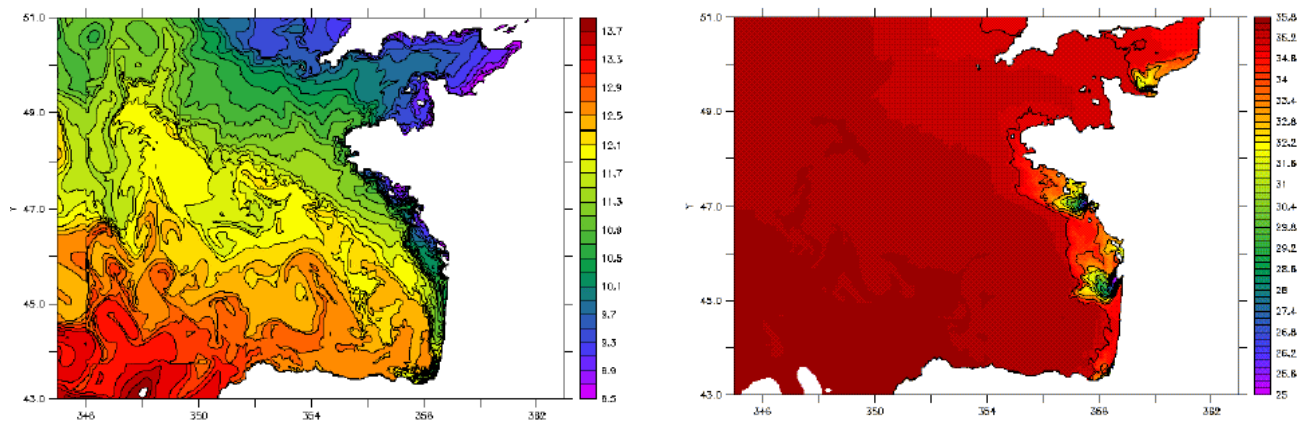


Figure 2 : à gauche évolution de la température de surface modélisée par HYCOM le 24 Février 2004. A droite évolution de la salinité de surface modélisée le 16 Avril 2004.

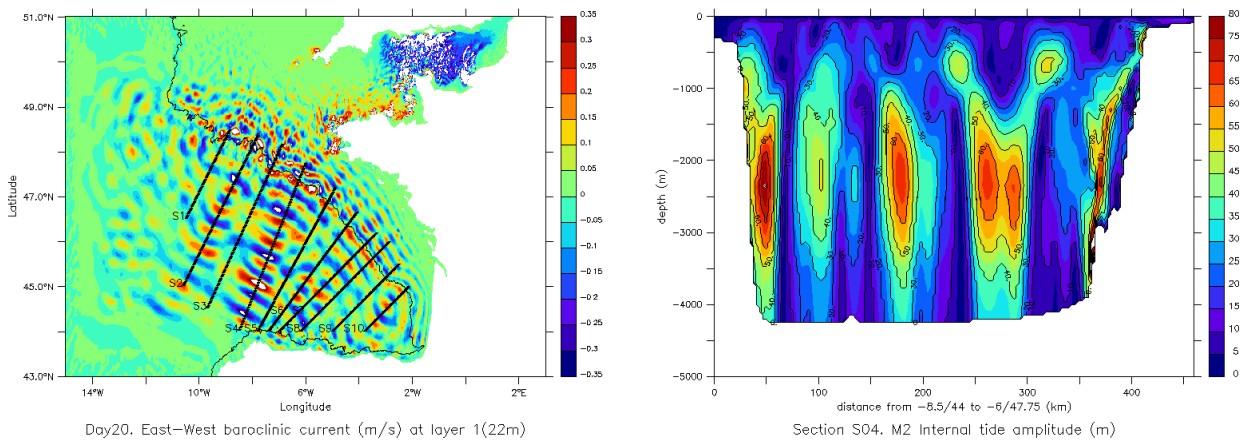


Figure 3 : Résultats sur le processus marée interne en conditions de stratification type d'automne. A gauche évolution de la composante Est-ouest du courant de marée barocline dans la couche de surface modélisée par

HYCOM. A droite, évolution de l'amplitude de la marée interne à la fréquence de l'onde semi diurne M2 modélisée le long de la radiale S4 (radiale Brest la Corogne représentée à gauche).

Cette première maquette comporte 720x471x32 points, 4 ondes de marée et tourne actuellement en mode validation sur le calculateur IBM du SHOM. La taille mémoire demandée par le code parallélisé en MPI sur 12 processeurs est de 1.15Go par processeur et 34.5h de calcul (x12) pour 30 jours de simulation. Des tests effectués en introduisant 15 traceurs pour le modèle de biologie, 20 flotteurs pour le suivi de particules, et 40 niveaux pour augmenter la résolution verticale montrent que l'on atteint une taille mémoire de 4.06 Go par processeur lorsque le code est parallélisé sur 8 processeurs. Il est prévu à moyen terme une utilisation de cette maquette en mode de prévision temps réel avec des simulations journalières sur une durée de 3 à 7 jours soit environ 3 à 4h de temps calcul pour une parallélisation sur 12 processeurs. Il serait pour cela nécessaire d'obtenir sur le prochain calculateur de l'Ifremer un créneau sur une file d'attente spécifique ayant au moins 3 nœuds de 4 processeurs pour pouvoir faire tourner cette maquette en mode opérationnel.

Dans le cadre du projet Mouton il en outre prévu de développer à court terme (un an) deux prochaines maquettes l'une à très haute résolution (100m) sur la zone de la baie du Mont St Michel (**figure 4**) et l'autre sur la zone Cadix Portugal (**figure 5**) à la même résolution que le modèle Manche Gascogne. Ces projets de modélisation demanderont, en mode de validation, une capacité en temps calcul similaire à la première maquette avec des créneaux d'utilisation nécessitant régulièrement l'emploi de 12 processeurs.

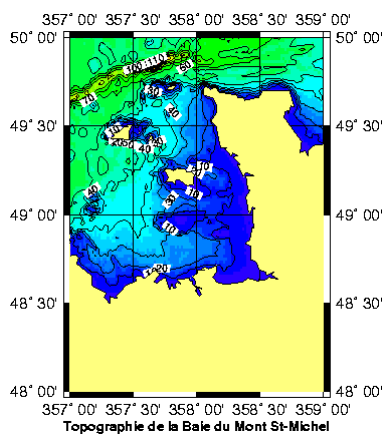


Figure 4 : Maquette Mont Saint Michel

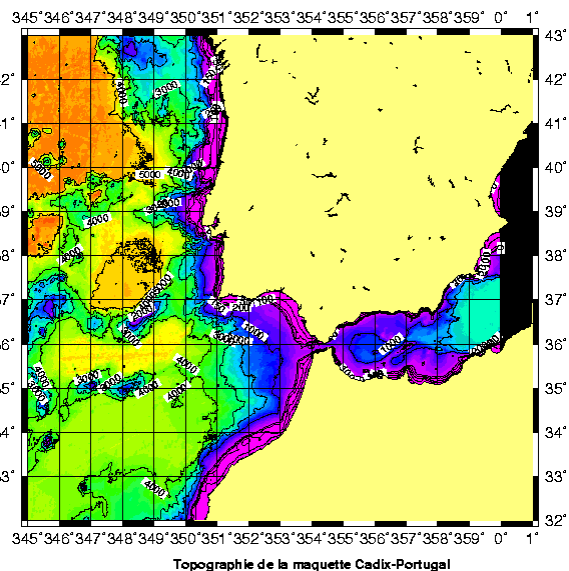


Figure 5 : Maquette Mont Saint Michel