

Editorial

Chèr(e) Mercatorien(ne),

L'année 2002 commence avec de l'*in situ*.

Plus précisément, cette lettre met l'accent sur la validation "boucle longue" de MERCATOR, avec une double confrontation pour la configuration PSY1-v1, simulation A001.

Ainsi, le premier article concerne le niveau de la mer avec la comparaison entre la réanalyse et les données de 5 marégraphes, et le troisième article met en face à face la température modèle et la température observée, issue de plus de 60000 profils mesurés dans l'Atlantique Nord entre 1993 et 1998.

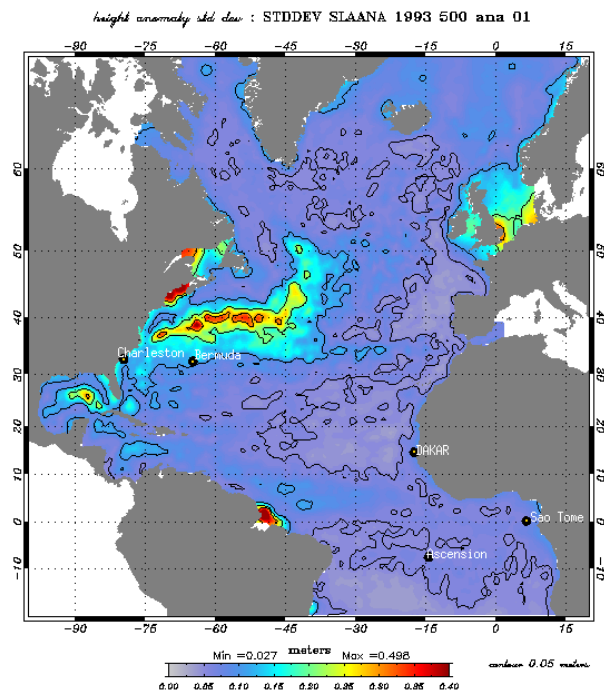
Entre les deux, une devinette...

Bonne lecture !

- Comparaison de niveau de la mer : la réanalyse contre 5 marégraphes -

par C. Le Provost, P. Téchiné et E. Greiner

Introduction



Positions des marégraphes surposées sur la carte de déviation standard du niveau de la mer analysé de 1993 à 1995

Sommaire

1. [Comparaison de niveau de la mer : la réanalyse contre 5 marégraphes](#)
 - [Méthodologie](#)
 - [Corrélations](#)
 - [Bermuda](#)
 - [Charleston](#)
 - [Dakar](#)
 - [Sao Tomé](#)
 - [Ascension](#)
 - [Conclusions](#)
2. [Devinette](#)
3. [In situ : premières confrontations systématiques](#)
 - [Un patchwork de données in-situ](#)
 - [Deux exemples : les mouillages "Irminger Sea" et "Gulf Stream 1 XBT"](#)
4. [Bloc Note](#)

Dans cette étude, nous allons comparer le niveau de la mer de la réanalyse PSY1-v1 "A001" pendant la période 1993-98 avec 5 marégraphes qui sont à la fois bien échantillonnés et représentatifs de régimes océaniques différents.

Bermuda est situé dans la gyre subtropicale, à l'est du Gulf Stream.

Charleston est une station côtière à la latitude des Bermudes, sur le flanc ouest du Gulf Stream.

Dakar est une autre station côtière qui se trouve sur le bord ouest de la gyre subtropicale, en région d'upwelling côtier.

Sao Tomé se trouve dans le Golfe de Guinée, tout au bout du guide d'ondes équatoriales.

Ascension, sommet émergeant de la dorsale médio-Atlantique, se trouve au centre de l'Atlantique sud tropical, et au voisinage de la zone de rappel à la climatologie de la limite sud du domaine simulé (20°S).

Ces marégraphes se trouvent à proximité d'une ou plusieurs [traces des satellites altimétriques TOPEX/POSEIDON, ERS-1 ou ERS-2](#). Sao Tomé est le mouillage le moins favorisé avec une seule trace altimétrique.

Comparaison de niveau de la mer : la réanalyse contre 5 marégraphes (suite)

Méthodologie

On va comparer deux séries temporelles de niveau de la mer. La première est simulée par le modèle avec assimilation de traces satellitales altimétriques (TOPEX/POSEIDON depuis 1993, ERS-1 en 1994, ERS-2 depuis avril 1996). Très exactement, il s'agit du champ de niveau de la mer simulé par le modèle juste un pas de temps (30') après l'analyse : c'est une série hebdomadaire brute qui inclut les chocs d'assimilation. La série originelle des marégraphes est horaire, mais on y a appliqué un filtre passe-bas (à 3 jours) pour éliminer la marée et les ondes de gravité, qui ne sont pas simulées par le système PSY1-v1. De plus, il y a des trous dans ces séries qui ont été comblés grâce à des splines ou à un traitement spectral, de manière à générer une série complète pour les calculs de spectres. On va comparer visuellement les deux séries, calculer les corrélations, et comparer leurs spectres, ainsi que leurs variations à basse fréquence, via une moyenne glissante annuelle.

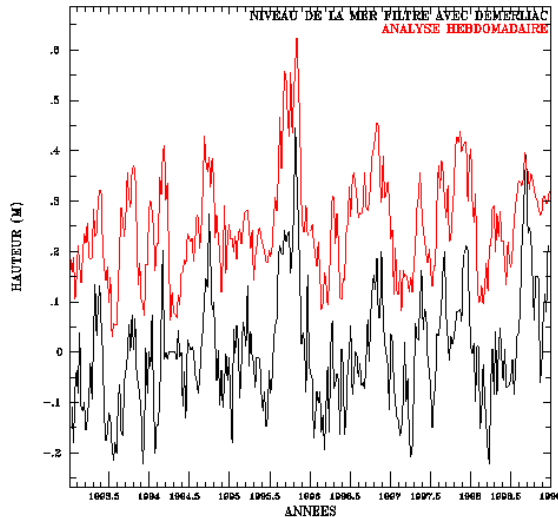
Corrélations

	Bermuda	Charleston	Dakar	Sao Tomé	Ascension
coefficient de corrélation	0.73	0.54	0.54	0.54	0.33

Comparaison de niveau de la mer : la réanalyse contre 5 marégraphes (suite)

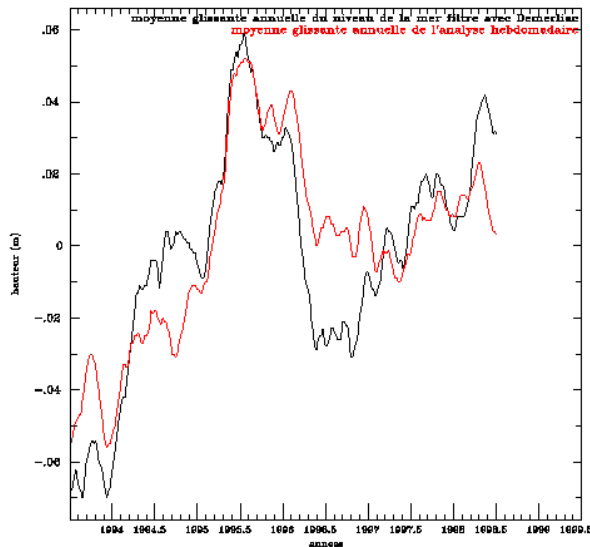
Bermuda

Il y a une bonne correspondance visuelle entre les deux séries :



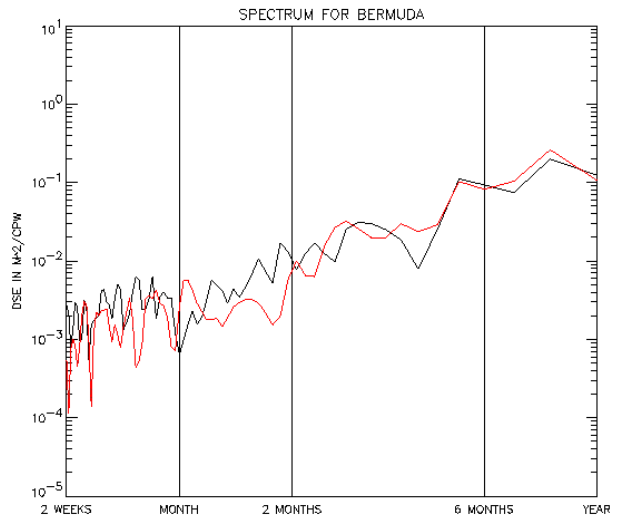
COMPARAISON A BERMUDA - MAXIMUM CROSS CORRELATION = 0.73

Pour étudier en détail l'accord aux basses fréquences, on a utilisé une moyenne glissante annuelle :



Comparaison entre les moyennes glissantes annuelles a BERMUDA

Ceci est confirmé par un coefficient de corrélation de 0.73 et une concordance des spectres remarquable :



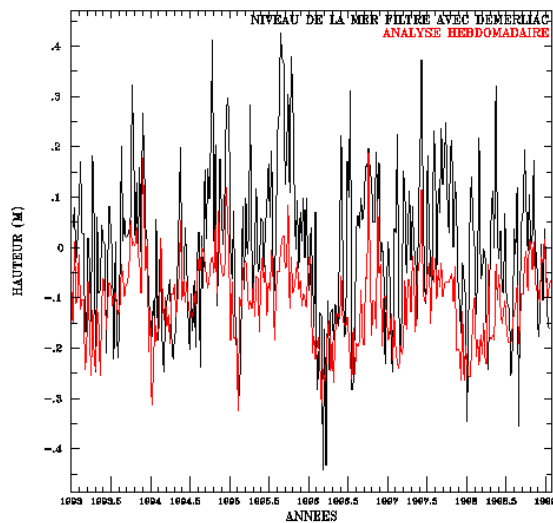
On peut noter une montée du niveau observé sur toute la période, tandis que PSY1-v1 présente une montée pendant 1993-96, puis une stagnation. Si les fluctuations rapides sont souvent en accord, il existe donc des différences notables à basse fréquence. Il est difficile de mettre le doigt sur une raison. On peut citer diverses origines possibles pour ce comportement :

- montée en régime lente de l'assimilation (changement de circulation moyenne, onde de Rossby, advection de masse d'eau...)
- hétérogénéité et discontinuité du système d'observation (TOPEX/POSEIDON, ERS-1, ERS-2)
- hétérogénéité et discontinuité du forçage atmosphérique (4 changements majeurs pendant la période : réanalyse, analyse opérationnelle, changement de troncature, passage au 4D-Var)

Comparaison de niveau de la mer : la réanalyse contre 5 marégraphes (suite)

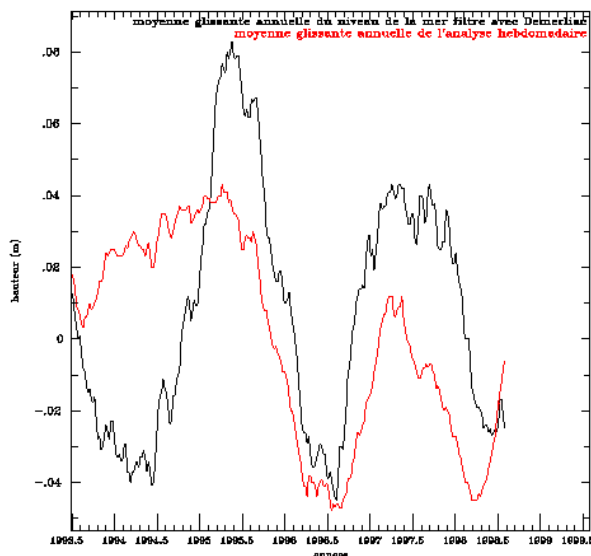
Charleston

Il y a une assez bonne correspondance visuelle entre les deux séries :



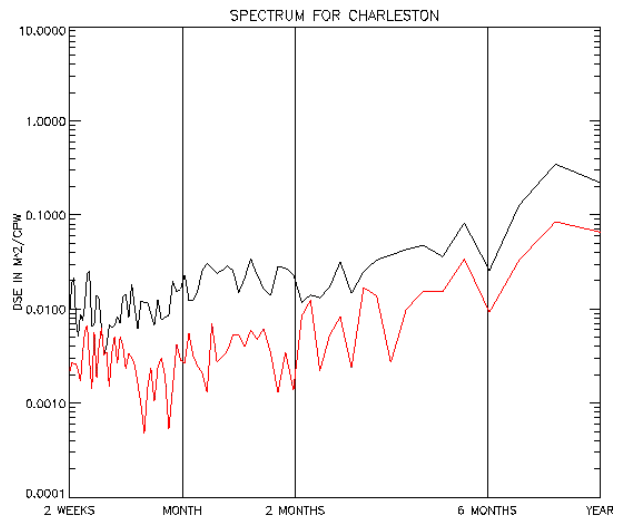
COMPARAISON A CHARLESTON - MAXIMUM CROSS CORRELATION = 0.54

Charleston est une station côtière ; la radiation de l'énergie tourbillonnaire du Gulf Stream sur le talus, ou simplement les fluctuations du niveau de la mer propre au talus continental sont naturellement atténuées par ce modèle hauturier de moyenne résolution spatiale (1/3°).



Comparaison entre les moyennes glissantes annuelles a CHARLESTON

Ceci est confirmé par un coefficient de corrélation de 0.54. Il y a toutefois une amplitude systématiquement plus forte de la variabilité des signaux marégraphiques. Ceci se retrouve dans les spectres d'énergie qui sont similaires, mais avec un niveau plus élevé pour les observations in situ :



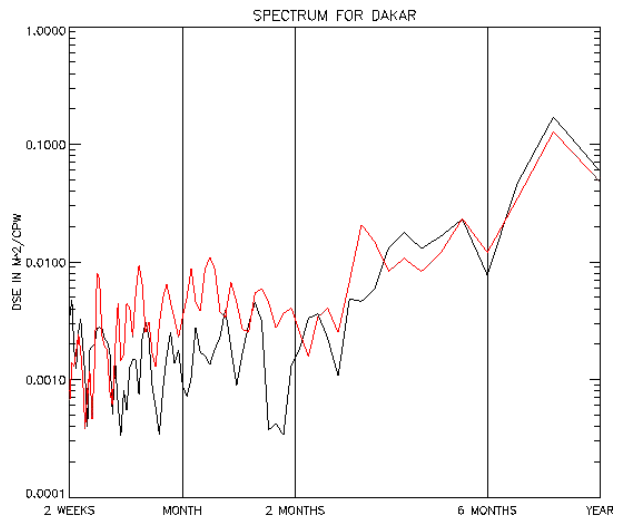
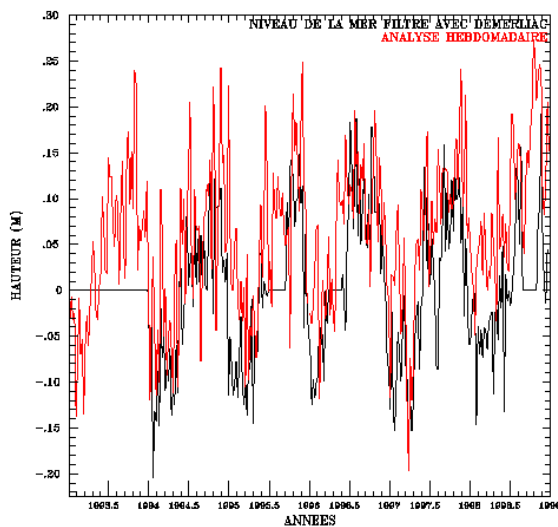
La moyenne glissante annuelle révèle un départ catastrophique de la réanalyse, qui sur 1993-94 est décorrélée des observations. PSY1-v1 ne se retrouve en accord avec les observations que vers le milieu de 1995. Cette lente montée en régime de l'assimilation est sans doute dû au changement de circulation moyenne (MSSH) imposé dans l'assimilation : la gyre subtropicale se renforce avec assimilation. A partir de 1996, les fluctuations basses fréquences sont relativement bien en phase, quoique sous-estimées. Notez que on retrouve les [oscillations bi-annuelles](#) de ce marégraphe dans le [transport du Gulf Stream au large de la Floride déduit des observations du cable](#).

Comparaison de niveau de la mer : la réanalyse contre 5 marégraphes (suite)

Dakar

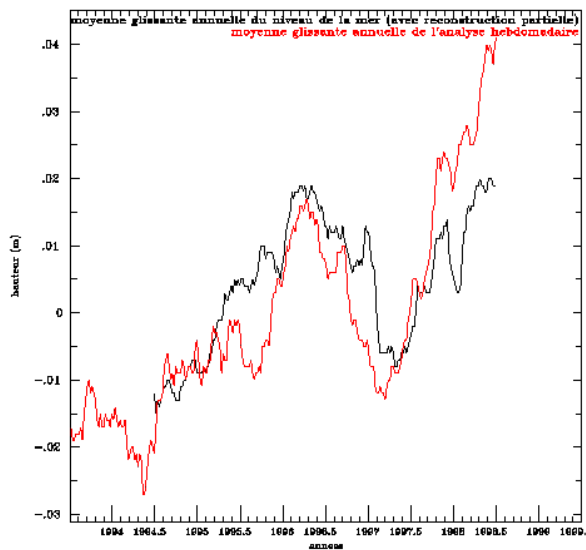
Il y a une assez bonne correspondance visuelle entre les deux séries (les trous dans les observations marégraphiques sont représentées par des droites). Plus précisément, il y a de très bonnes périodes (1994, fin 1996) et d'autres où quelque chose est manqué (début 1995, début 1996, début 1997, début 1998) :

Ces décrochages correspondent à l'upwelling côtier qui survient en décembre. Ce [phénomène bien que présent dans la réanalyse](#) n'est donc pas parfaitement rendu. L'accord des spectres d'énergie est convenable, avec toutefois une surestimation de la part de la réanalyse en ce qui concerne les fréquences saisonnières.



COMPARAISON A DAKAR - MAXIMUM CROSS CORRELATION = 0.54

La moyenne glissante montre un assez bon accord entre les variations interannuelles observées et analysées. Le décrochage final est probablement plus un artefact du manque d'observation qu'une dérive du modèle.



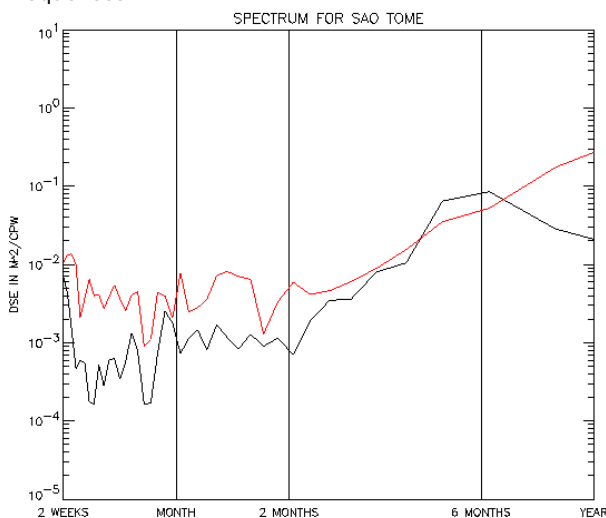
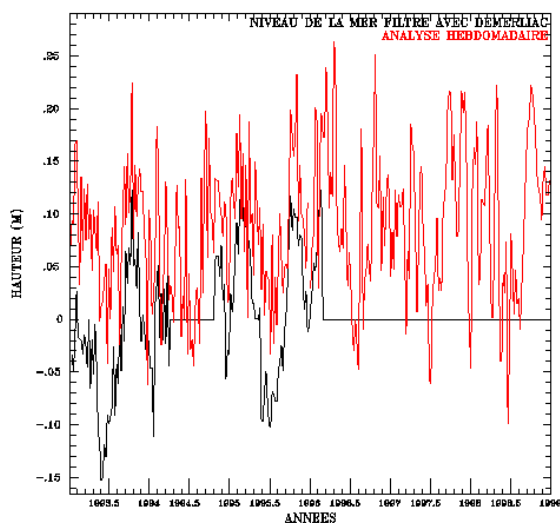
Comparaison entre les moyennes glissantes annuelles a DAKAR

Comparaison de niveau de la mer : la réanalyse contre 5 marégraphes (suite)

Sao Tomé

Il y a nettement moins d'observations marégraphiques et la corrélation de 0.54 est plus un indice qu'une mesure de l'accord entre les séries. Visuellement, cet accord est assez convenable :

De même qu'à Charleston, on peut noter une montée en régime de l'assimilation en 1993. Notez qu'il est délicat de parler de biais entre les deux séries car la moyenne de la série marégraphique provient en grande partie de l'extrapolation. Ce qui est clair en revanche, c'est que la réanalyse surestime les hautes fréquences :



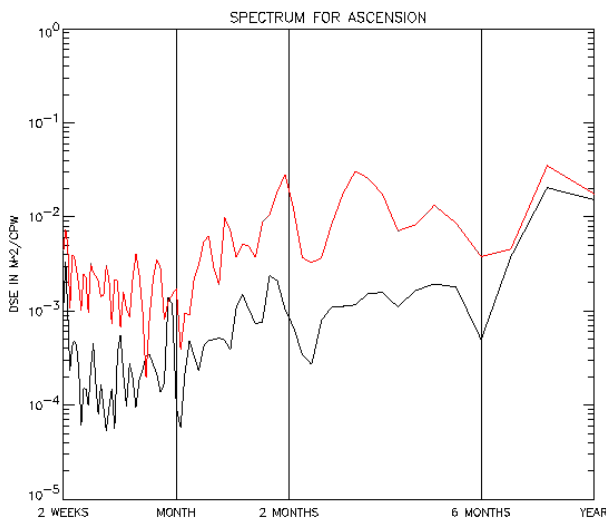
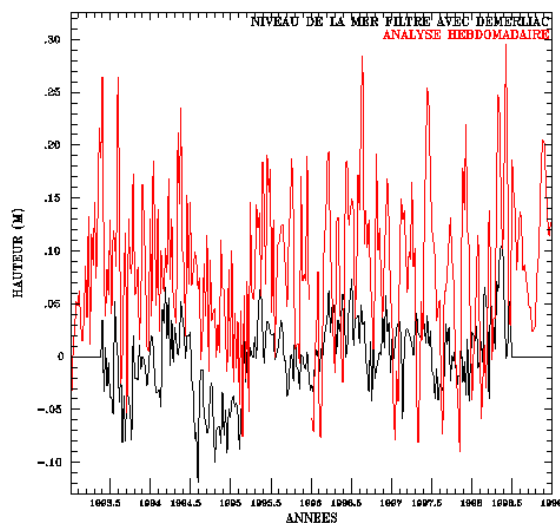
COMPARAISON A SAO TOME - MAXIMUM CROSS CORRELATION = 0.54

La position de Sao Tomé, au voisinage immédiat de l'équateur peut suggérer une tendance de la réanalyse à déclencher des ondes équatoriales.

Ascension

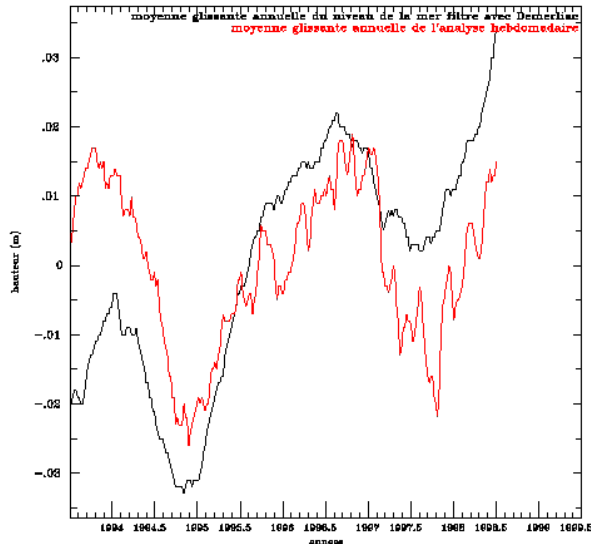
C'est le point qui présente le moins bon accord visuel :

La corrélation n'est que de 0.33, ce qui est peu significatif. En fait, la réanalyse surestime nettement les hautes et moyennes fréquences.



COMPARAISON A ASCENSION - MAXIMUM CROSS CORRELATION = 0.33

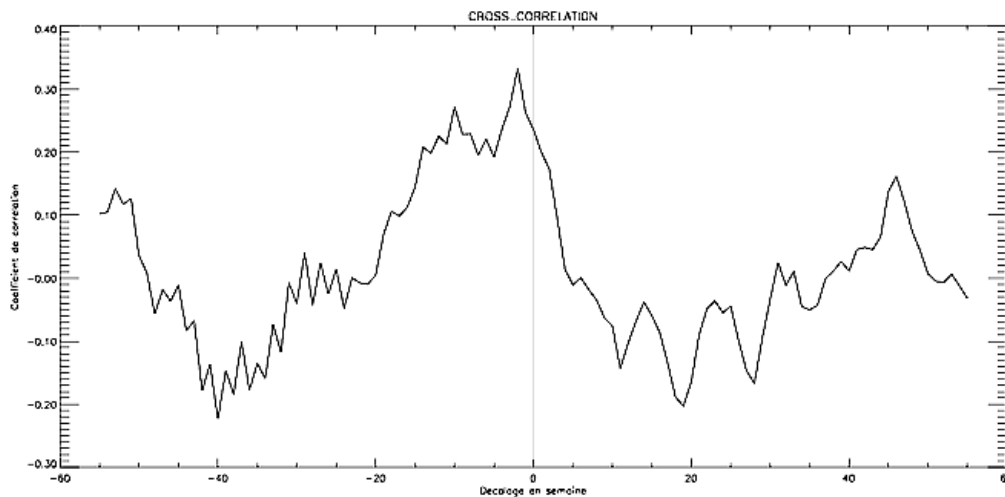
Comparaison de niveau de la mer : la réanalyse contre 5 marégraphes (suite)



En revanche, si l'on regarde les moyennes glissantes, on constate un bon accord de phase des fluctuations. Mis à part la montée en régime de 1993, on peut surtout noter que la réanalyse ne présente pas de tendance à la montée du niveau, comme cela est net dans les observations. Il faut se souvenir que Ascension est à quelques degrés de la zone de rappel à la climatologie : il n'est pas surprenant que la réanalyse n'ait guère de possibilités de s'éloigner du cycle immuable de la climatologie.

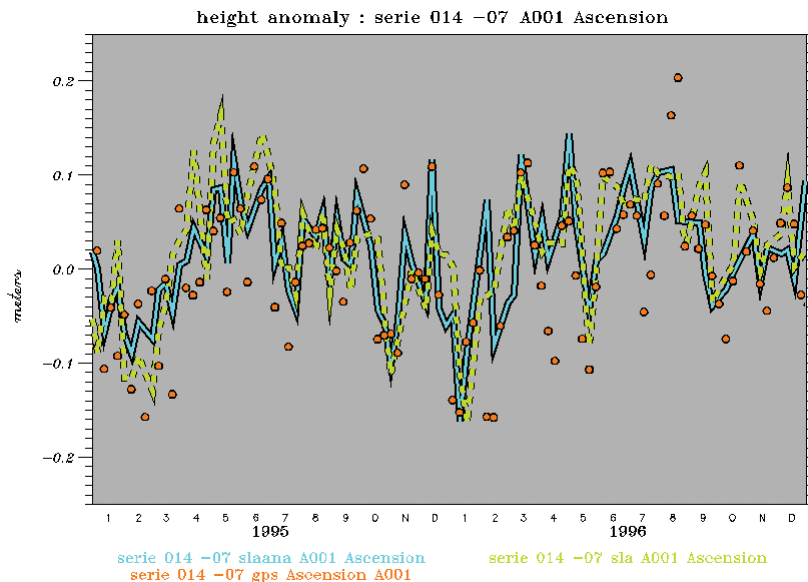
Comparaison entre les moyennes glissantes annuelles à ASCENSION

Si les lag-corrélations croisées entre les séries montrent un maximum pour un retard nul pour tous les autres marégraphes, Ascension présente une corrélation croisée qui est maximale pour un retard de 2 semaines. Ceci est vraisemblablement le fait du rappel dissipatif qui implique une latence dans le suivi de la climatologie :



Comparaison de niveau de la mer : la réanalyse contre 5 marégraphes (suite)

Finalement, il reste à élucider la surestimation de la variabilité du niveau de la réanalyse. En fait, cette variabilité n'est pas présente dans l'analyse des observations satellitales altimétriques (en cyan ci-dessous). Le bruit que l'on retrouve dans la réanalyse est donc uniquement dû au redémarrage du modèle : ce sont des "chocs d'analyses" (en rouge ci-dessous) qui atteignent typiquement 10cm :



Séries temporelles de niveau de la mer de la réanalyse :
prévision à 7 jours (vert), analyse (cyan), et après redémarrage (rouge)

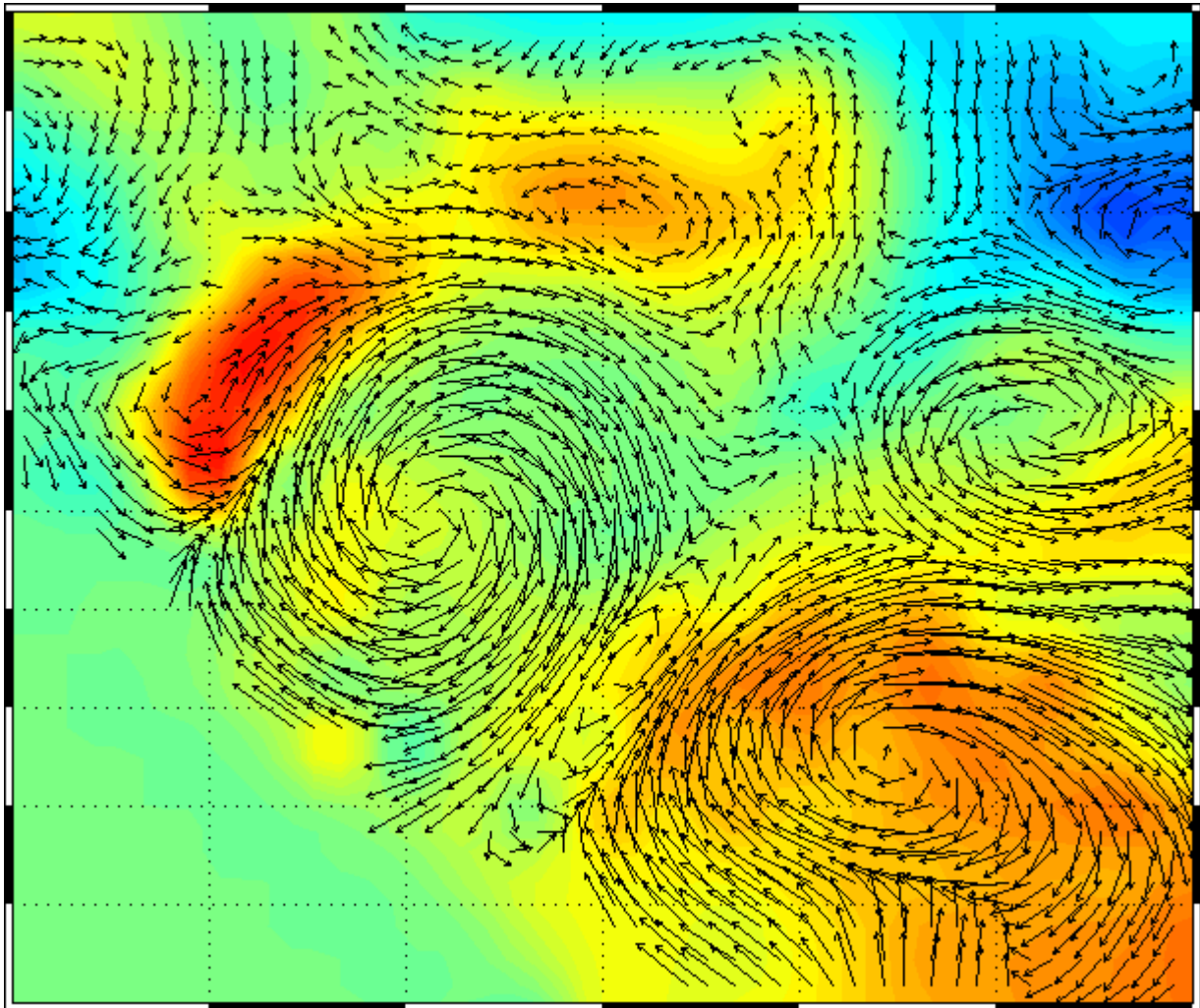
Ces chocs de nature barotrope sont amortis en quelques jours par le modèle, et leurs effets ne sont pas visibles sur la prévision à 7 jours (en vert ci-dessus). Il est probable que la dorsale médio-Atlantique joue un rôle important dans la génération de ces chocs. Le plus original est que ces chocs ne sont pas systématiques : parfois le modèle "saute" au redémarrage, parfois non (début 1995). C'est la raison pour laquelle ces chocs se répartissent sur une large gamme de fréquence. Ce qui est mystérieux, c'est l'origine de ces chocs d'initialisation. Ce sont des phénomènes de grande échelle puisqu'ils concernent l'ouest ou l'est (ou les deux) de la dorsale au sud de l'Atlantique. On peut imaginer que le rappel à la climatologie à 20°S peut imposer un rejet brutal de la correction d'analyse.

Conclusions

La bonne concordance entre les variations du niveau de la mer de la réanalyse et celles des marégraphes constitue plutôt une bonne surprise car le modèle océanique hauturier de moyenne résolution n'était pas censé représenter un signal réaliste au voisinage des îles ou de la côte. Cet accord fluctue parfois dans le temps ce qui soulève quelques questions quant à la continuité du système d'observation ou des forçages atmosphériques. On peut aussi s'interroger quant à la contamination imposée par la zone de rappel à la climatologie à la frontière artificielle sud du bassin. Ce qui est sûr, c'est que le modèle est représentatif des observations marégraphiques lorsque celles-ci sont filtrées du signal de marée. La confrontation des simulations aux observations marégraphiques est donc un diagnostic significatif qu'il y a lieu d'approfondir. Ceci ouvre par ailleurs la porte à l'assimilation des observations marégraphiques dans les futurs systèmes d'analyse-prévision de MERCATOR.

- Devinette -

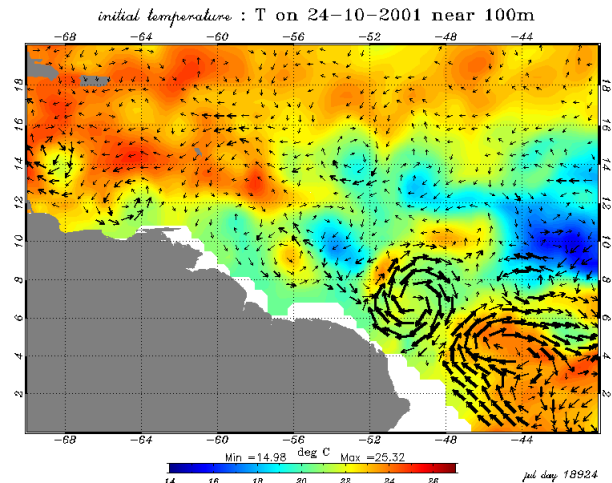
Tourbillon. Facile. Pas d'indice.



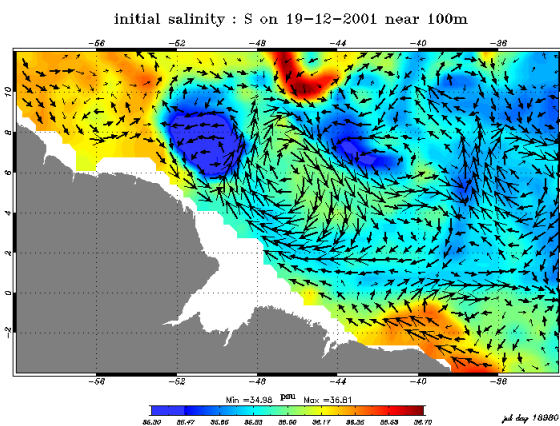
[Réponse page suivante](#)

- Devinette : Réponse -

Il s'agissait bien d'un tourbillon du Courant du Nord Brésil (NBC eddy). Ce tourbillon est remarquable par sa forme quasi parfaite, et par sa séparation très récente de la réflexion du Contre-Courant Nord Equatorial (NECC) vers 45°O-5°N. On a ici une illustration claire du principe de conservation de l'ensrophie : la réflexion est un mouvement anti-cyclonique, et le tourbillon a conservé ce caractère anti-cyclonique, un peu comme une toupie qui conserve sa vitesse de rotation initiale. En principe et sans actions extérieures, ce tourbillon devrait suivre la côte Brésilienne vers le nord ouest. Noter enfin la création d'une minuscule recirculation cyclonique, coincée entre la réflexion et le tourbillon, tel un système d'engrenages.



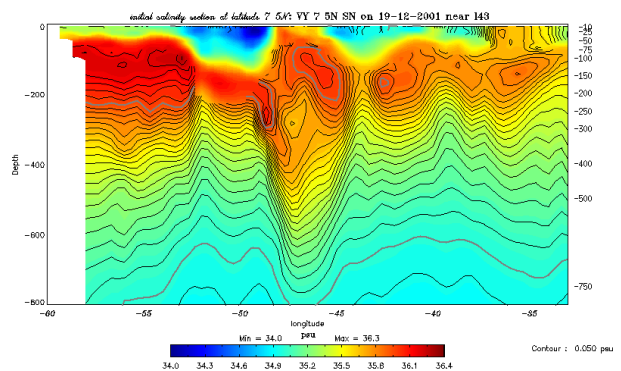
vitesse et température à 100m, le 24-10-2001



vitesse et salinité à 100m, le 19-12-2001

Lorsqu'ils sont créés de cette façon, les tourbillons conservent leur vitesse de rotation originelle, mais peuvent aussi conserver les propriétés des masses d'eaux (température et salinité) du milieu d'où ils sont issus. Si l'on en croit l'analyse, ce n'est toutefois pas le cas du tourbillon du 24-10-2001, qui est loin d'être aussi chaud que la réflexion. En revanche, le 19-12-2001, on peut voir que le tourbillon cyclonique à 50°O-7°N a emmagasiné en son centre des eaux très douces.

Ces eaux ne viennent pas de la réflexion, mais des eaux de surface qui sont désalées par l'Amazone. La section verticale à 7°N30' donne une idée de la structure verticale de ce que l'on appelle les "lentilles d'eau amazonienne" (Amazon Lenses). On voit qu'en dépit du voisinage des eaux plus salées de la réflexion et des eaux qui longent la côte nord ouest du Brésil, la lentille d'eau douce ne se mélange pas et reste bien distincte.



- In situ : premières confrontations systématiques -

par N. Verbrugge et E. Greiner

1. Introduction

Dans les lettres 2 et 3, nous avons confronté la température de surface (SST) de la simulation 1993 - 1998 avec assimilation de l'altimétrie satellitale (simulation A001 de la configuration PSY1-v1) à la SST satellitale (AVHRR) ainsi qu'à la SST de la climatologie Reynaud. Pour valider des résultats de modèles, on peut aussi exploiter tout le jeu des données in-situ (profils océaniques). C'est ce que nous avons commencé à faire en comparant l'année 1998 de la température modèle avec une partie du réseau d'observations PIRATA de l'Atlantique Tropical (cf. lettre trimestrielle 2). Mais beaucoup de travail reste à faire. En effet, grâce aux bases de données SISMER/CORIOLIS de l'IFREMER (Brest) et WOCE, nous disposons aujourd'hui de plus de 60000 profils en température dans l'Atlantique Nord pour la période 1993 - 1998. Cette densité d'observations in-situ constitue un axe majeur pour la validation de la température de surface et de subsurface dans A001. Dans le jargon Mercatorien, on parle de la validation " boucle-longue ".

Plus précisément, un des objectifs de la validation " boucle-longue " avec les données in-situ est d'obtenir une estimation des barres d'erreur pour la simulation A001. Cet objectif repose sur les besoins exprimés pour PSY1-v2 qui sera la deuxième version du prototype système MERCATOR prévu pour 2002. En effet, cette nouvelle version devra intégrer l'assimilation d'observations in-situ, en plus de l'altimétrie, ce qui nécessite de connaître les structures d'erreur sur les trois dimensions spatiales. Dans un second temps, ces informations sur les performances du modèle seront intégrées dans la " chaîne opérationnelle validation " pour les produits en ligne afin que l'utilisateur puisse se faire une idée objective de la qualité des produits en temps réel.

Cet article est une étude préliminaire qui vise à présenter les données in-situ sur l'ensemble de l'Atlantique Nord, leur densité ainsi que leur intérêt et pertinence pour les tâches de validation.

2. Un patchwork de données in-situ

Petit lexique sur les profils océaniques :

On distingue tout d'abord les profils haute résolution des profils basse résolution. Le terme " haute résolution " est utilisé pour des profils qui sont le plus souvent échantillonnés tous les 1 ou 2 mètres sur la verticale. Ils requièrent un important contrôle de qualité et de calibration et sont, pour cette raison, disponibles en temps différé. Les données basse résolution sont des profils qui ont été condensés : les mesures ne sont récupérées qu'à certains niveaux clés sur la verticale qui permettent de conserver une large partie de l'information physique. Ces données sont transmises normalement et disponibles en temps réel ou peu différé (le délai de transmission est inférieur au mois).

- Les **XBT** sont des profils océaniques de température réalisés par des sondes bathythermographes perdables haute résolution. Leur résolution atteint le dixième de degré Celsius et elles sont, le plus souvent, échantillonnées à peu près tous les mètres sur la verticale.
- Les **CTD** (Conductivity-Température-Depth) sont des profils de température et de salinité qui ont une résolution sur la verticale proche du mètre, et une résolution de un centième sur la mesure physique.
- Les données **BATHY** et **TESAC** sont des profils basse résolution. Les profils BATHY fournissent la température avec une résolution de l'ordre du dixième de degré Celsius. Les profils TESAC mesurent, eux, la température et la salinité avec une résolution qui atteint le centième.

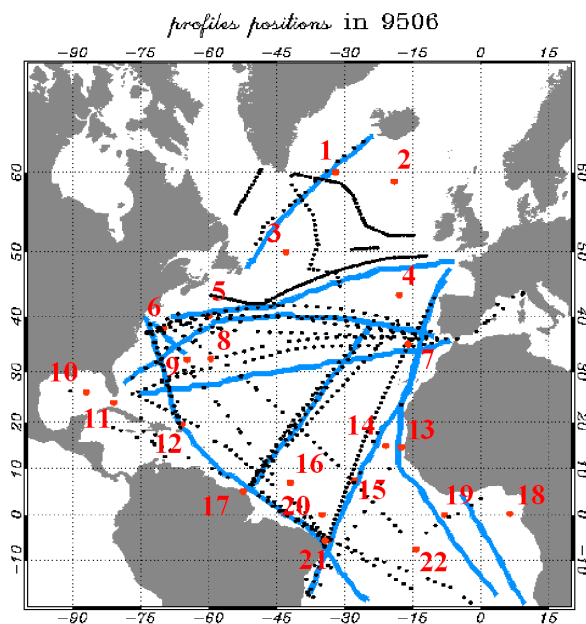
L'origine des données in-situ que nous utilisons est multiple et associe les profils temps réel et temps différé. On retrouve :

- Des profils **XBT** issus de la base de données du Sismer/Coriolis (Ifremer, Brest). Ils sont nombreux jusqu'en 1996 inclus. Après cette date (de 1997 à 1999) le travail de récupération, de traitement et de validation de ces observations n'est pas encore effective, mais est cependant pris en charge par les équipes Sismer/Coriolis en interaction avec le NODC (NOAA National Oceanographic Data Center).
- Des **CTD** issus de la base WOCE (World Ocean Circulation Experiment) et de la campagne française CANIGO (Canary Islands Azores Gibraltar Observations).
- Et enfin, quelques profils de température **BATHY** et **TESAC** IGOSS (Integrated Global Ocean Services System).

In situ : premières confrontations systématiques (suite)

Comme la densité des profils en salinité est encore insuffisante dans l'Atlantique Nord, notre comparaison ne concernera dans un premier temps que le paramètre de **température** qui a été mesuré sur plus de **60000** profils dans l'Atlantique Nord [20°S - 70°N] au cours de la période 1993 - 1998. Par ailleurs, la comparaison s'appuie sur les 22 points de mouillages (cf. tableau 1) qui ont été implantés dans la simulation A001 pour pouvoir extraire à haute fréquence (toutes les 1h30 entre 1993 et 1995, puis toutes les 24h à partir de 1996) plusieurs paramètres du modèle : température, salinité, vitesse, diffusion verticale et niveau de mer. Le choix de leur emplacement repose sur la fréquence de leur échantillonnage par des instruments de mesure in-situ. Ainsi, le mouillage 1 "Irminger_Sea" est à la croisée de deux sections WOCE. Au point 4, on trouve un Yoyo Pomme. Le point 9, "Bermuda_Tide", est échantillonné par un marégraphe. Le point 16, "Belem_XBT" est à la croisée de nombreuses lignes XBT et le mouillage 20 fait partie du réseau PIRATA.

Ces points sont aussi associés aux **22 régions** de l'outil SOFA d'assimilation des observations. Ces points ont donc pour objectif de fournir des séries temporelles susceptibles d'illustrer le comportement de l'assimilation dans les régions correspondantes (saut d'analyse, instabilité, dérive, diffusion du gradient vertical...). Certaines régions sont même suffisamment petites (régions 10 et 20, par exemple) pour avoir un comportement comparable au point de mouillage correspondant.



Pour nous rendre compte de la densité des profils, nous avons tracé mois par mois leurs positions superposées aux positions des mouillages MERCATOR (cf. exemple sur la figure 1). Ces figures permettent de visualiser rapidement la densité des observations sur l'ensemble du domaine et au voisinage des différents mouillages.

Figure 1 : Exemple des positions des observations pour le mois de Juin 1995 (points noirs) superposées aux 22 points de mouillage (points rouges) et aux 10 sections MERCATOR (lignes bleues). On observe que les mouillages de "North-Madeira_XBT" (mouillage 7) et du Gulf Stream (mouillages 5 et 6) sont bien échantillonnés. Par contre, on note l'absence de données aux points 2, 3 ou encore 18 pendant ce mois.

In situ : premières confrontations systématiques (suite)

Nous avons ensuite déterminé des critères de sélection des observations. Tout d'abord, nous ne regardons et n'analysons pas la simulation au delà de 700 mètres de profondeur en raison de la diminution importante de la densité des observations en dessous de cette limite. La sélection des profils observés s'effectue alors selon un critère de distance entre le point de mouillage et l'observation. En pratique, il faut qu'ils se situent à l'intérieur d'une ellipse de rayons rg_x , rg_y et centrée autour du point modèle. Ces rayons correspondent aux rayons de corrélation locaux calculés pour l'analyse (SOFA) à partir des anomalies du niveau de mer satellitale : en un point origine donné, l'échelle de corrélation est définie comme le point le plus lointain où la corrélation temporelle avec l'origine se situe dans l'intervalle [0.4, 0.6] (cf. figure 2).

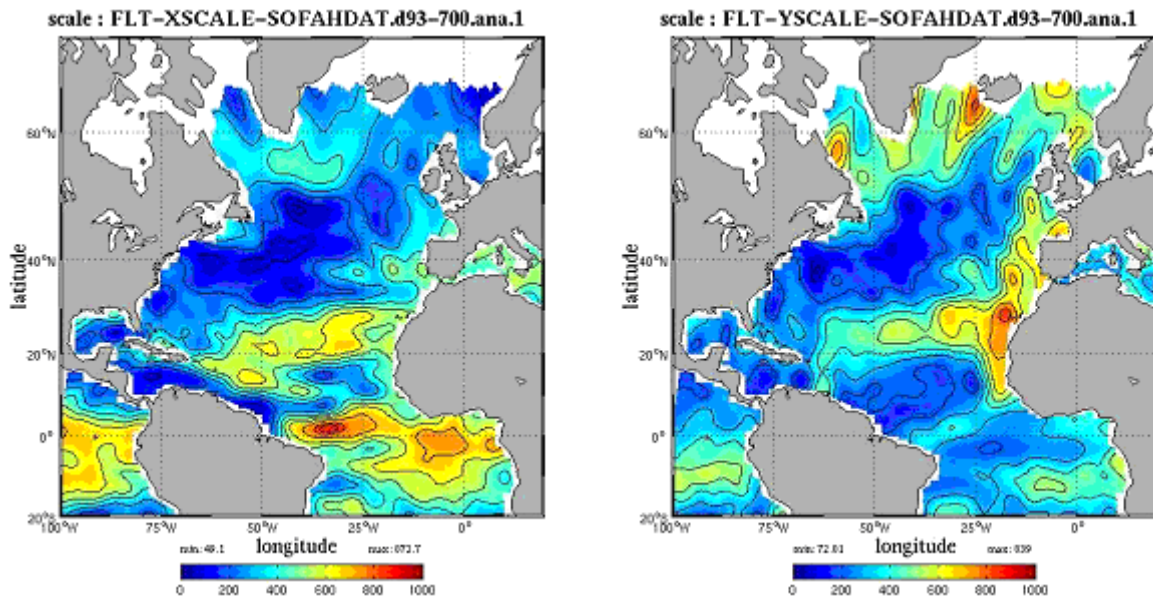


Figure 2 : rayons de corrélation zonal et méridien [km] calculés pour l'analyse (SOFA) et issus des anomalies de niveau de mer altimétriques.

Enfin, nous ne retenons que les observations qui se situent au voisinage des niveaux standards d'interpolation du modèle. En effet, nous avons au préalable interpolé linéairement les séries temporelles des différents mouillages MERCATOR sur des niveaux standards choisis en fonction de la profondeur locale de la couche mélangée. Le tableau 1 récapitule le nombre de profils que nous gardons finalement pour chacun des mouillages. Au total, sur les 60000 profils initiaux, 8117 auront été sélectionnés. On remarque que certains mouillages, " Irminger_Sea ", " North_Madeira_XBT ", " PIRATA " par exemple, sont très bien échantillonnés et ils vont pouvoir servir pour notre travail de validation.

In situ : premières confrontations systématiques (suite)

N° du Mouillage	Position et nom du mouillage	Nombre de profils sélectionnés
1	32W-60N : Irminger_Sea	512
2	19W-59N : Iceland_Basin	188
3	43W-50N : Newfoundland-Iceland	19
4	18W-43.5N : Yoyo_Pomme	51
5	60W-40N : Gulf_Stream_2	31
6	70W-38N : Gulf_Stream_1_XBT	867
7	16W-35N : North_Madeira_XBT	1171
8	59.6W-32.5N : Charleston_tide	81
9	64.7W-32.37N : Bermuda_tide	104
10	87W-26N : Gulf_of_Mexico	138
11	81W-24N : Florida_Straits_XBT	78
12	66W-19.5N : Puerto_Rico_XBT	566
13	17.5W-14.7N : Dakar	487
14	21W-15N : Cape_Verde_XBT	540
15	28W-7.5N : Rio-La_Coruna_WOCE	580
16	42W-7N : Belem_XBT	104
17	52.4W-5.1N : Cayenne_tide	37
18	6.4W-0.2N : Sao_Tome_tide	169
19	8W-0.0 : XBT	266
20	35W-0.0 : PIRATA	1323
21	33.5W-5.5S : Rio-La_Coruna	605
22	14.3W-7.6S : Ascension_tide	250

Tableau 1 : Numéro, position et nom des mouillages MERCATOR et nombre de profils in-situ sélectionnés pour chacun de ces mouillages.

3. Deux exemples : les mouillages " Irminger Sea " et " Gulf Stream 1 XBT "

La mer d'Irminger

Après les régions chaudes équatoriales et les upwellings de la lettre trimestrielle numéro 3, déplaçons nous, le temps de ces quelques lignes, vers une région moins clémente mais tout aussi intéressante pour illustrer notre propos : la mer d'Irminger vers la latitude 60°N. Pour ce mouillage (n°1), 8 niveaux verticaux standards ont été retenus : 10, 75, 150, 225, 300, 400, 500 et 700 mètres. La comparaison des séries temporelles de la température de la simulation A001 pour chacun de ces niveaux avec la température in-situ (cf. figure 3) montre que la température est sous-estimée de 1 à 3°C dans le modèle, excepté en surface où le modèle est très proche des observations. Ce constat rejoint celui déjà énoncé dans la lettre trimestrielle n°2 et déduit de la confrontation entre la température simulée et la température de la climatologie Reynaud. On note également que les observations sont plus dispersées autour de la série du modèle pour les niveaux 75 à 700 mètres qu'en surface. Cette dispersion indique clairement que la variabilité est grandement sous-estimée en subsurface dans le modèle. Par contre, la tendance au réchauffement à partir de 1994 ou 1995 selon les profondeurs est en accord avec les observations pour tous les niveaux (1 à 2°C en 4-5 ans). En subsurface, la variabilité est fortement contrainte par des structures de méso-échelle qui ne sont pas correctement reproduites par la simulation A001. En surface, par contre, la variabilité traduit essentiellement des processus de grande échelle qui sont, eux, bien représentés dans le modèle par le biais des échanges entre l'océan et l'atmosphère.

In situ : premières confrontations systématiques (suite)

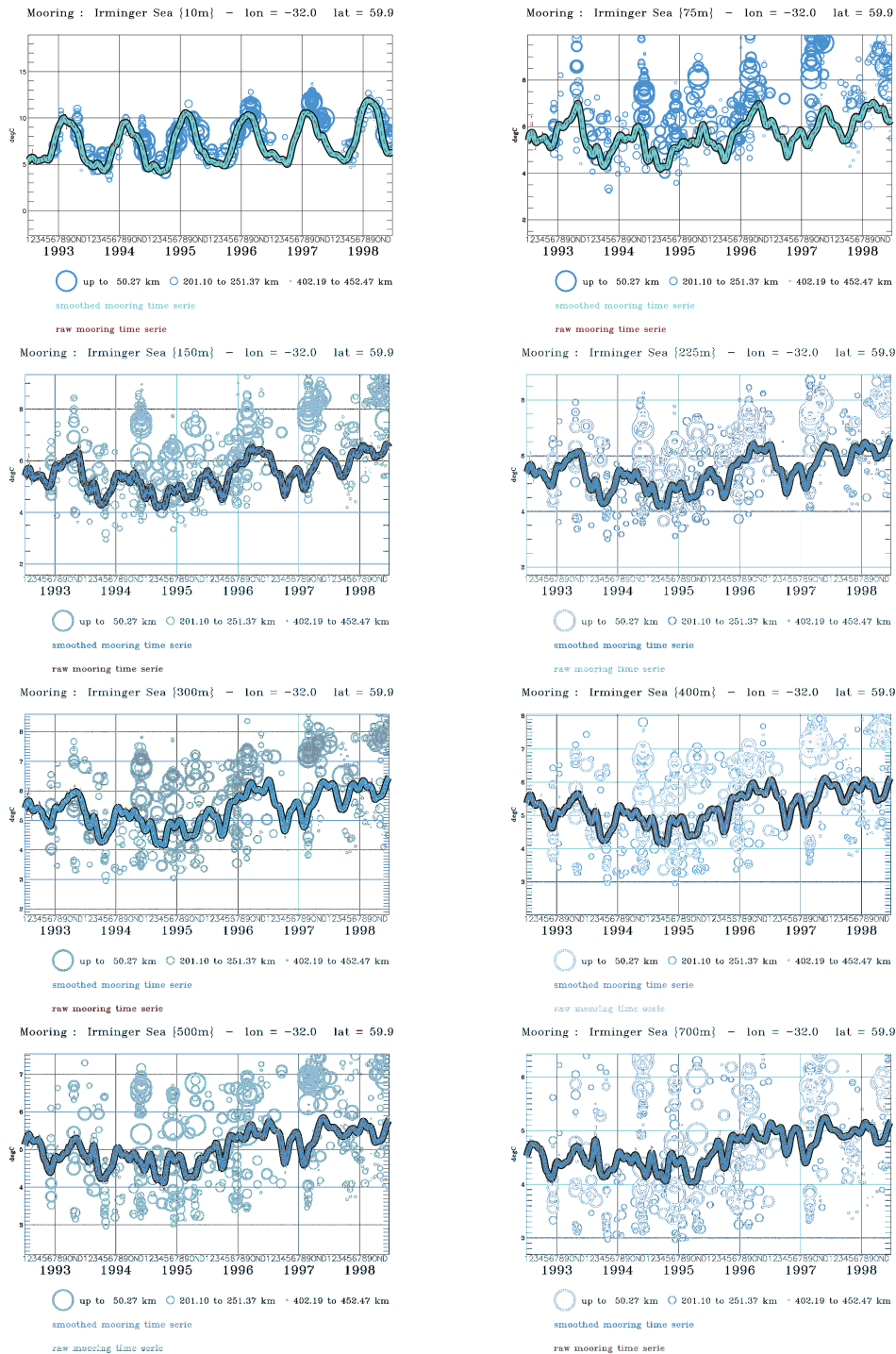


Figure 3 : Séries temporelles de la température simulée dans A001 au point de mouillage 1 " Irminger_Sea " (lissées à 30 jours : courbe verte continue, brutes : courbe rouge en pointillés) pour les niveaux de profondeur : 10, 75, 150, 225, 300, 400, 500 et 700 mètres. Les observations ont également été tracées (cercles bleus). La taille des cercles indique la proximité de l'observation avec le mouillage : Plus le cercle est grand, plus l'observation est proche du point modèle, et donc, a priori, plus l'observation est pertinente.

In situ : premières confrontations systématiques (suite)

Le Gulf Stream : mouillage n°6

Redescendons un peu plus au sud pour chercher un peu de chaleur dans le grand courant du Gulf Stream. Pour ce mouillage, 9 niveaux verticaux de référence ont été retenus. Si on regarde juste la profondeur 150 mètres (cf. figure 4), on remarque deux lignes bien distinctes d'observations : la première, la plus chaude, coïncide relativement bien avec la série du modèle ; la seconde se situe à environ 6 - 7 degrés au-dessous de la température simulée. Les observations traduisent l'existence du front entre les eaux froides qui s'écoulent le long de la côte nord-américaine depuis la Mer du Labrador, et les eaux chaudes que transporte le courant du Gulf Stream. Au point de mouillage MERCATOR n°6, on s'aperçoit qu'on demeure toujours dans des eaux chaudes " type Gulf Stream ". Or, à ce point, on devrait pouvoir observer des variations latitudinales de la position du Gulf Stream (déplacement du front) et donc détecter le signal de température associé à ce déplacement (transition entre des eaux chaudes et des eaux plus froides). En fait, la position trop au nord du Gulf Stream dans le modèle interdit la capture d'un tel signal dans le champ de température. Ce diagnostic condamne donc sans appel la position moyenne du Gulf Stream dans A001. Ceci devra être amélioré dans les futurs systèmes d'analyse/prévision de MERCATOR, en particulier grâce à l'adoption d'une nouvelle circulation de référence (MSSH : voir lettre trimestrielle n°2).

Mooring : Gulf Stream XBT (1) {150m} - lon = -70.0 lat = 37.9

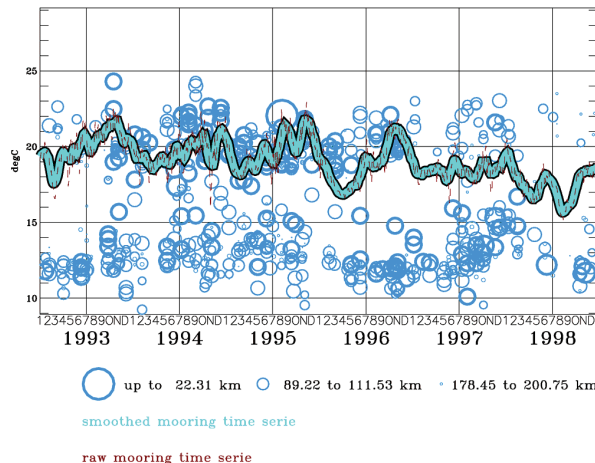


Figure 4 : Série temporelle de la température simulée dans A001 au point de mouillage 6 " Gulf_Stream_1_XBT " (lissée à 30 jours : courbe verte continue, brute : courbe rouge en pointillés) pour la profondeur 150 mètres. Les observations ont également été tracées (cercles bleus). La taille des cercles indique la proximité de l'observation avec le mouillage : Plus le cercle est grand, plus l'observation est proche du point modèle, et donc, a priori, plus l'observation est pertinente.

La suite...

Pour des mouillages tels que ceux de la Mer d'Irmingier ou du Gulf Stream illustrés ci-dessus, on note une très bonne couverture temporelle des données in-situ. Ceci va aussi nous permettre de construire des pseudo-séries temporelles en projetant les observations sur les points de mouillage MERCATOR suffisamment échantillonnés. Ces pseudo-séries vont alors nous servir pour toutes les analyses statistiques d'écart entre les champs de température observée et simulée. Dans un second temps enfin, nous nous intéresserons aussi aux 10 sections qui ont aussi été implantées dans la simulation (sauvegarde toutes les 24 heures), puis au champs 3D du modèle (sauvegarde tous les 5 et 7 jours). Ces travaux de validation en boucle longue seront l'objet d'une parution régulière dans la newsletter MERCATOR.

- Bloc Note -

A lire

Mercator est à l'honneur dans :

- MET MAR n°193 : "Température de la mer, de la surface au fond", avec la collaboration d'E. Greiner, p26, décembre 2001.
- MET MAR n° 193 : "Paré pour GODAE", d'après un article de Pierre Bahurel, p38-39.
- [Sciences et Avenir](#) : Une nouvelle ère pour l'océanographie, Jason à l'assaut des mers. Janvier 2002
- AVISO Altimetry Newsletter 8 : Jason-1 Science Plan : [MERCATOR, forecasting global ocean](#)

Edition

Corinne Guiose
Eric Greiner

Auteurs

Article 1 : C. Le Provost, P. Téchiné et E. Greiner
Article 2 : E. Greiner
Article 3 : N. Verbrugge et E. Greiner

Prochaine édition : Avril 2002

La prochaine Newsletter sera consacrée à PAM, le modèle haute résolution de l'Atlantique Nord et de la Méditerranée. Ce modèle est au coeur du deuxième prototype système de MERCATOR, qui offrira des bulletins d'analyses et de prévisions au 1/15° sur l'Atlantique Nord et la Méditerranée.

Il sera alors temps de faire un point sur la convection hivernale, comme chaque année à la fin de l'hiver...

Vivement le printemps et la prochaine newsletter !

Adresse

N'hésitez pas à nous faire part de vos remarques à l'adresse :

webmaster@mercator.com.fr