



mercator-ocean.eu
marine.copernicus.eu

Impact des observations Argo dans le système global $\frac{1}{4}^\circ$ de Mercator Océan

Elisabeth Remy¹, Victor Turpin¹, Charly Regnier¹,
Olivier Legalloudec¹, Jean-Michel Lellouche¹,
Pierre-Yves Le Traon¹
¹Mercator Ocean, France





Motivations

Les systèmes Mercator Océan ont une grande dépendance aux observations.

- Elles permettent de corriger la solution du modèle forcé pour tendre vers une description plus réaliste de l'état de l'océan.
- Argo représente la principale source d'information pour l'intérieur de l'océan.

La disponibilité en temps réel et la qualité des observations impacte directement la qualité des analyses et prévisions.

La couverture spatio-temporelle "relativement homogène" des données Argo est un atout pour contraindre efficacement les grandes échelles de variabilité océanique via un système d'assimilation.

Mercator Océan est impliqué, en outre, dans le projet E-AIMS (Euro-Argo Improvements for the GMES Marine Service) sur les thèmes suivants :

- étude de l'impact des observations Argo pour les analyses et prévisions océaniques globales à courte échéance.
- étude d'impact potentiel des développements futurs (Argo profond).



Etudes d'impact

Expériences dédiées:

Les OSEs (Observing System Evaluations) consistent à comparer les analyses et prévisions faites avec et sans une partie des observations pour en quantifier leur impact.

Les OSSEs (Observing System Simulation Experiments) sont basées sur l'assimilation de données simulées. Les OSSEs permettent de préparer l'assimilation et d'estimer l'impact d'un réseau d'observation futur ou son évolution. L'état estimé après assimilation des données simulées est comparé à la simulation dont on a extrait les observations.

- OSSEs and OSEs requièrent une infrastructure dédiée lourde (disposer d'un système opérationnel en double).
- Les conclusions sont dépendantes du système considéré (physique du modèle/observations, spécification des erreurs sur le modèle et les observations dans l'assimilation).



Description des expériences OSEs

Expériences d'un an 2012 avec le système global au $\frac{1}{4}^\circ$ (PSY3V3)

Run name	Assimilated data sets			
	SST	SLA	INSITU No-argo	INSITU argo
Run Ref	X	X	X	<u>All</u>
Run no argo	X	X	X	<u>No</u>
Run argo/2	X	X	X	<u>50%</u>

Modèle et schéma d'assimilation :

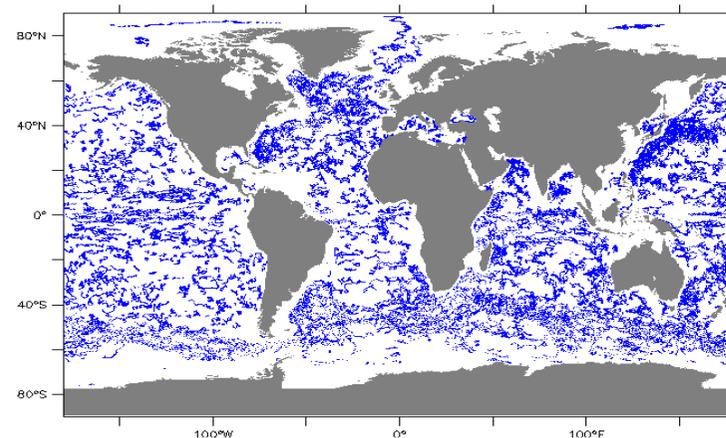
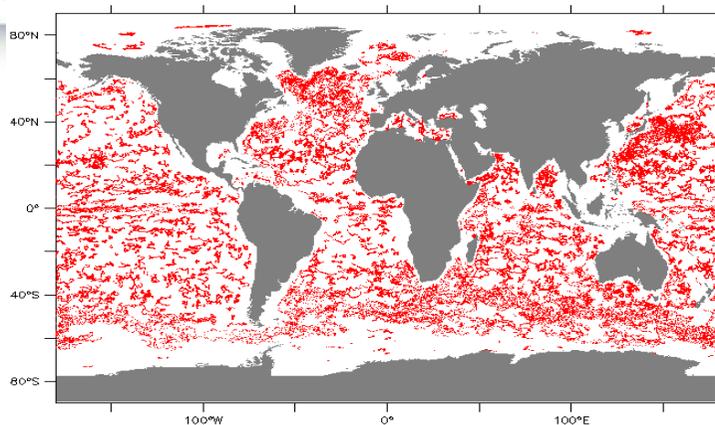
- Modèle d'ocean-glace NEMO3.1,
- Analyse "locale" hebdomadaire multivariée (SAM2) et correction des biais grande échelle de type 3DVar sur T,S

Observations assimilées :

- profils in situ T,S Coriolis
- SST AVHRR Reynolds
- SLA le long des traces SSALTO/DUACS avec CNES-CLS09 MDT

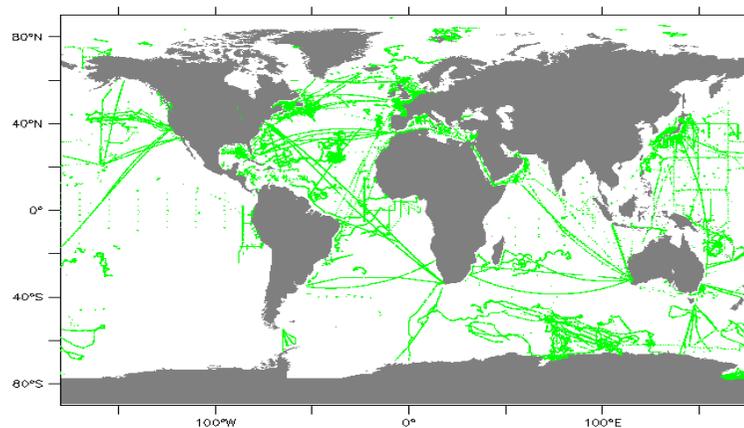


Distribution spatiale des observations



Position des profils Argo sur l'année 2012 : à gauche les plateformes paires à droite, impaires à gauche.

Position de toutes les autres données in situ de la base Coriolis utilisé en temps réel en 2012.



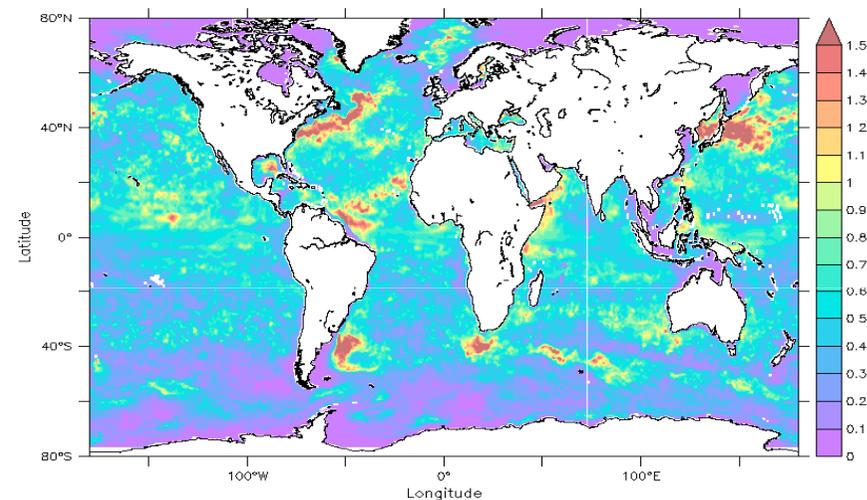


Impact sur les analyses

Différences entre les analyses avec et sans profils Argo assimilés

Les régions les plus sensibles à l'assimilation des données Argo sont :

- en surface la bande tropicale, les régions énergétiques (bord ouest, circumpolaire,...)
- En profondeur jusqu'à 2000 m les régions d'outflow (Islande, Méditerranée,...), les régions de convection et l'ACC.



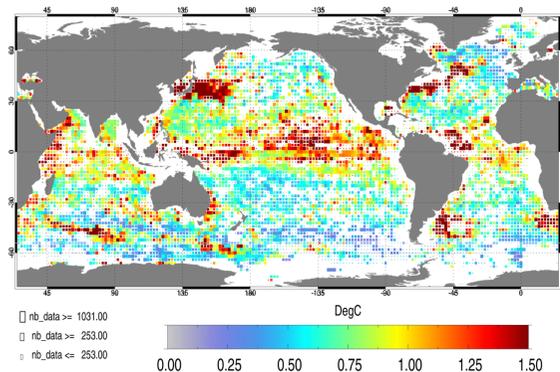
RMS des différences de température moyenne sur 0-300 m entre le Run-Ref avec Argo et le Run-NoArgo



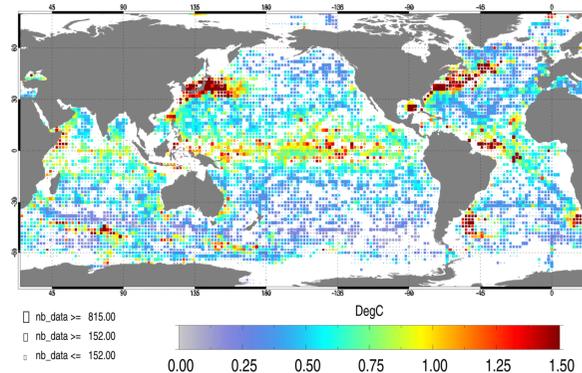
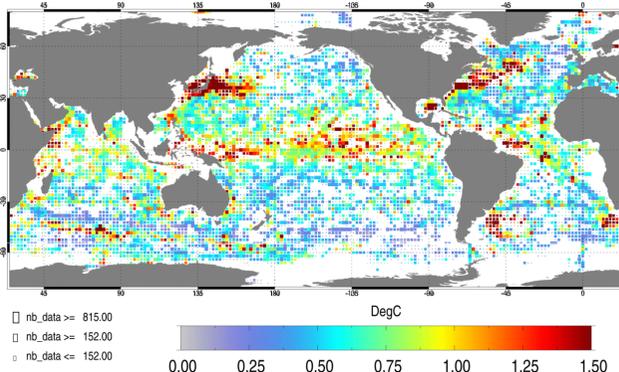
Impact sur les différences modèle-observations

RMS des écarts analyse-observations en température sur les 6 derniers mois de chaque expérience OSEs

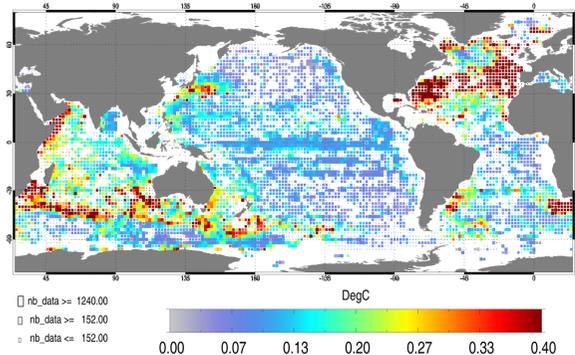
0-300m



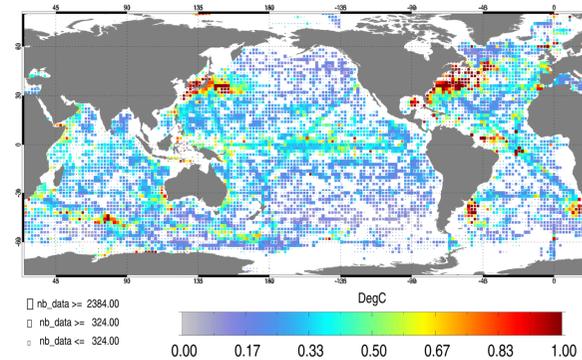
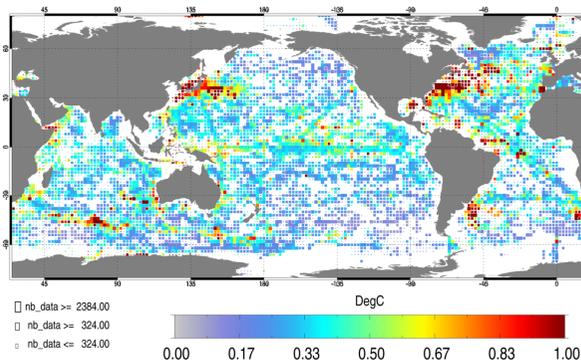
(hindcast-obs) RMS temperature : PSY3V3R3 0-300m 2012



700-2000m



(hindcast-obs) RMS temperature : PSY3V3R3 700-2000m 2012



Run NoArgo

Run Argo/2

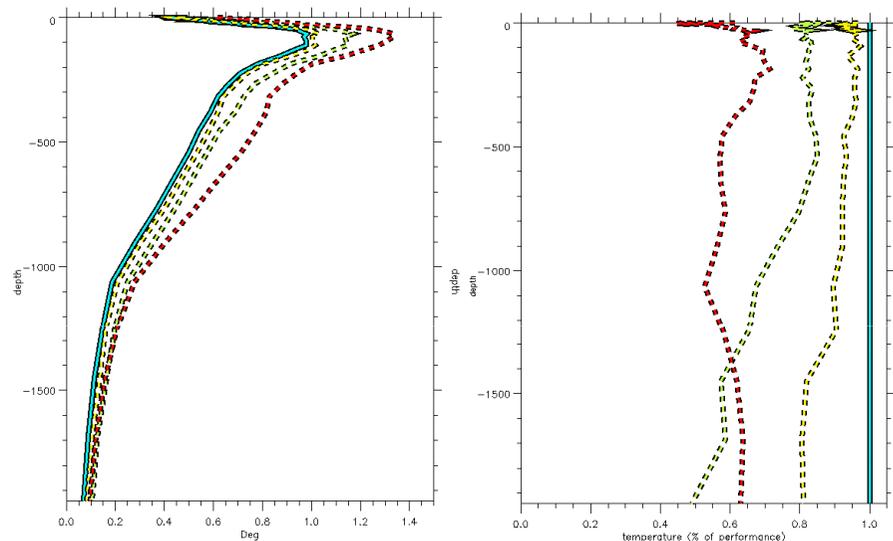
Run Ref (tout Argo)



Impact sur les différences modèle-observations

Impact de la densité des flotteurs Argo

- L'augmentation du nombre de profils Argo entraîne une réduction significative des erreurs en température et salinité.
- La réduction relative de l'erreur est quasi homogène de 0 à 2000m.
- L'impact vu sur les analyses correspond donc bien à une amélioration.
- Les données in situ sont complémentaires aux données altimétriques .
- Les estimations de contenu de chaleur sont significativement différentes selon la densité du réseau.



Absolute (left) and normalized (right) RMS of temperature innovations for Run-Ref(blue), Run-Argo/2(yellow), Run-NoArgo (green) and Free Run (red)

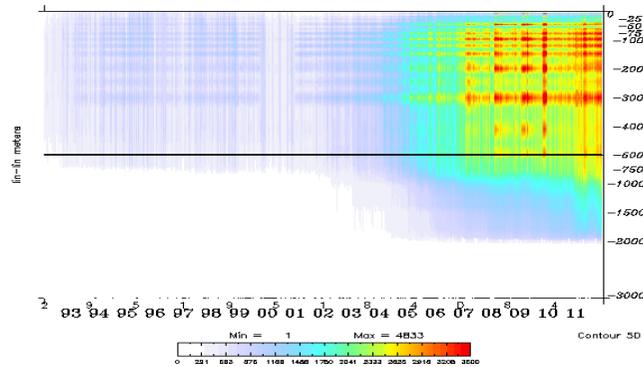


Ecart analyse-observation pour la réanalyse G2v3

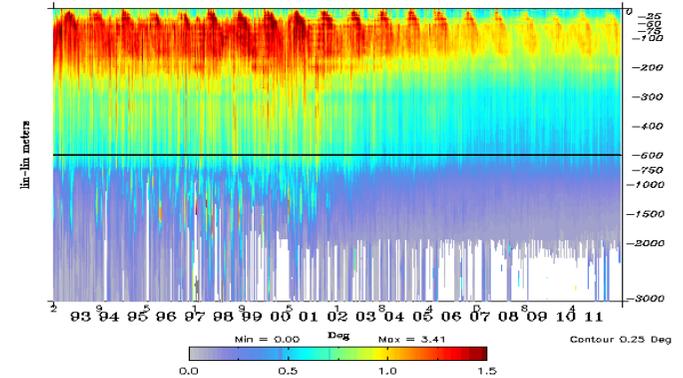
Glorys2v3: global number of in situ data and RMS innovations

Real time production validation:
 Observation misfit statistics
 800m-2000m
 And
 2000m-5000m en
2014

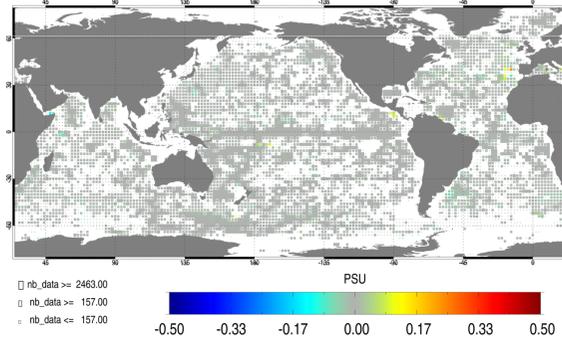
global : Temperature Profile Number (region 0)



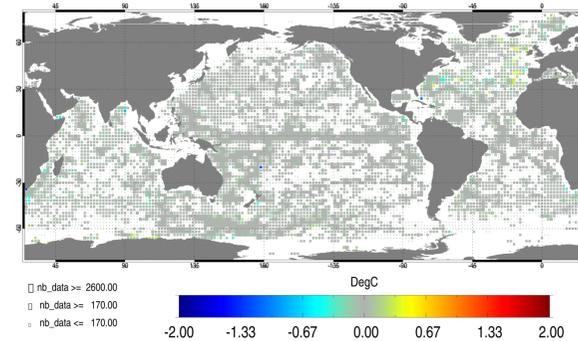
global : Temperature Rms Misfit (region 0)



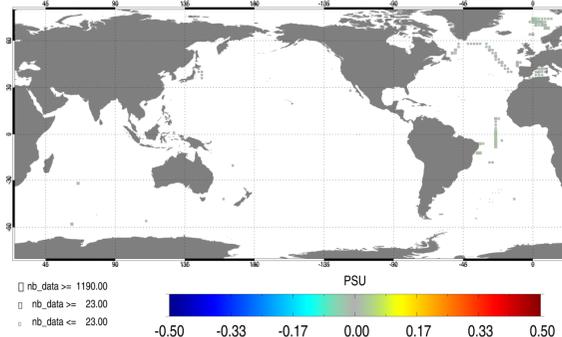
(hindcast-obs) MEAN salinity : PSY4V2R2 800-2000m 2014



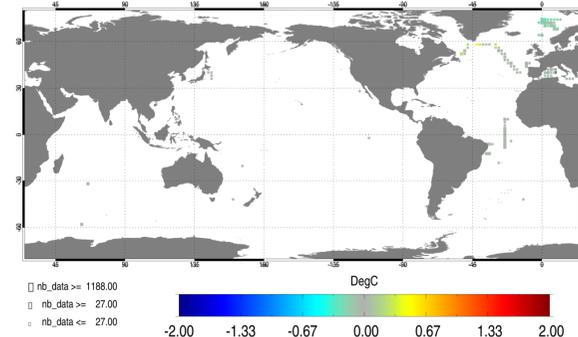
(hindcast-obs) MEAN temperature : PSY4V2R2 800-2000m 2014



(hindcast-obs) MEAN salinity : PSY4V2R2 2000-5000m 2014



(hindcast-obs) MEAN temperature : PSY4V2R2 2000-5000m 2014



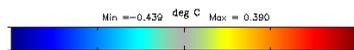
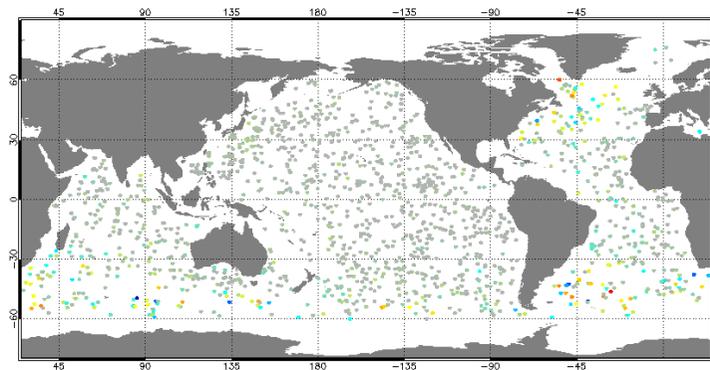


OSSEs for deep Argo floats

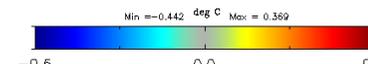
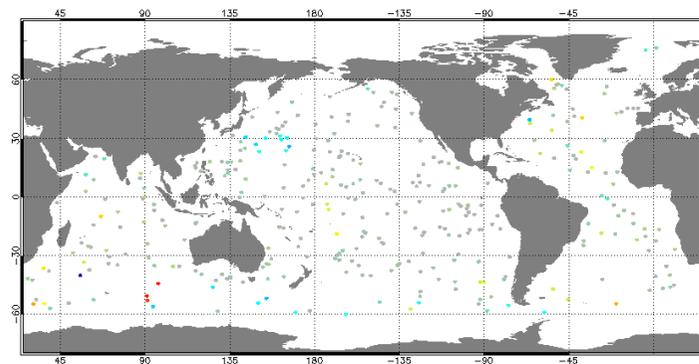
List of experiments: 1-year experiment, 2009

	Argo up to 2000m	Argo up to 4000m	Argo up to ocean bottom
Run1 – Reference	100%	0%	0%
Run2 – all 4000m	100%	100%	0%
Run4 – 1/9 4000m	100%	11%	0%
Run3 - 1/9 bottom	100%	11%	11%

Observation location for one week in october 2009 at 3200 m depth



All Argo floats are diving below 2000 m depth



1/3 of the floats are diving below 2000 m depth each 3 profiles.

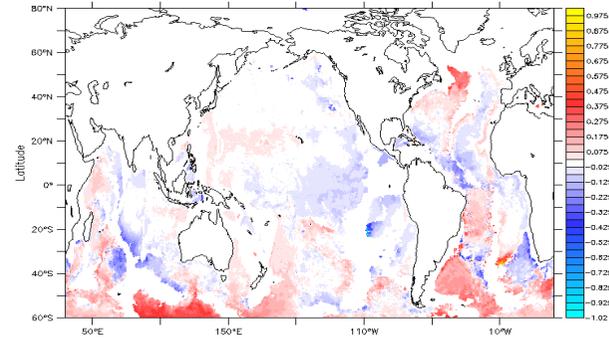
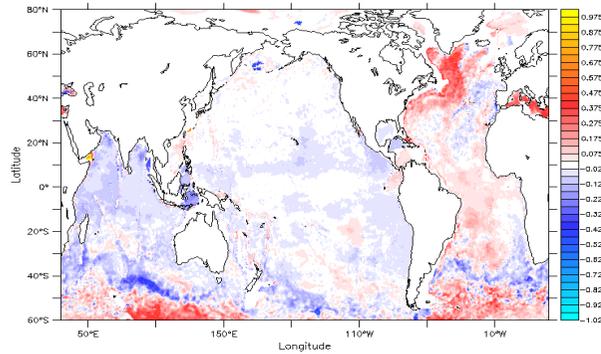


Argo OSSE: impact on analysed temperature

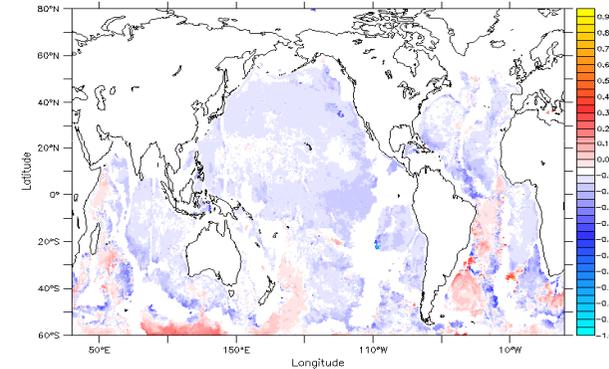
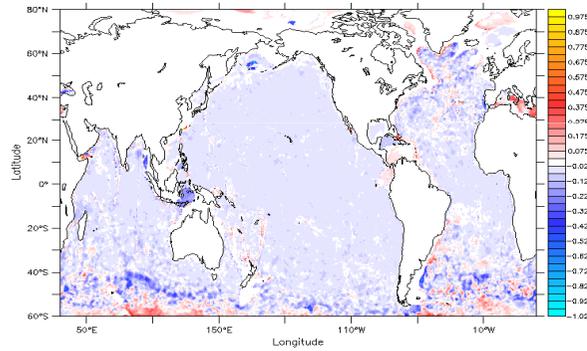
Bias temp 2000m-4000 m

Bias temp 4000m-6000 m

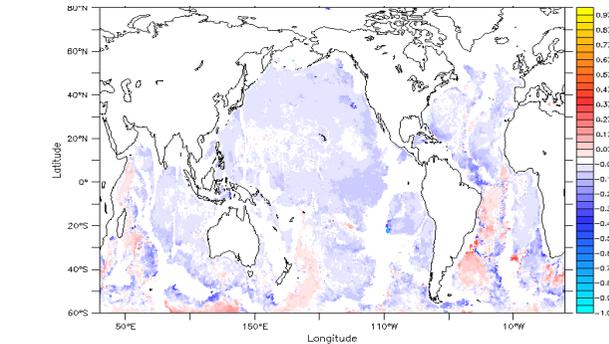
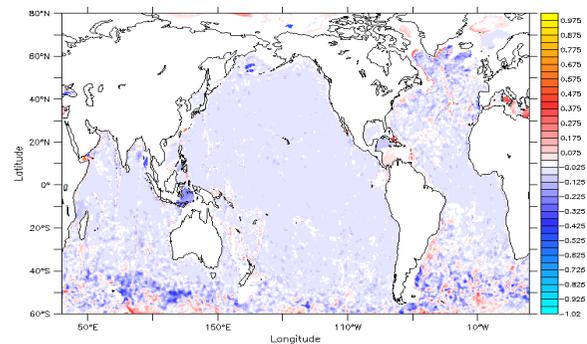
*Run with Argo
up to 2000 m*



*Run with 1/9
Argo up to
4000 m*



*Run with all
Argo up to
4000 m*

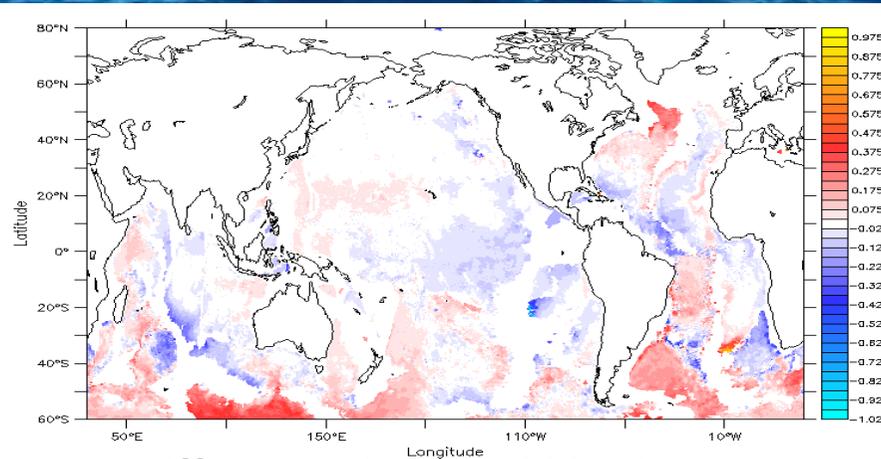


Mean deep ocean temperature misfits in °C between the "truth" and different OSEs for different depth ranges.

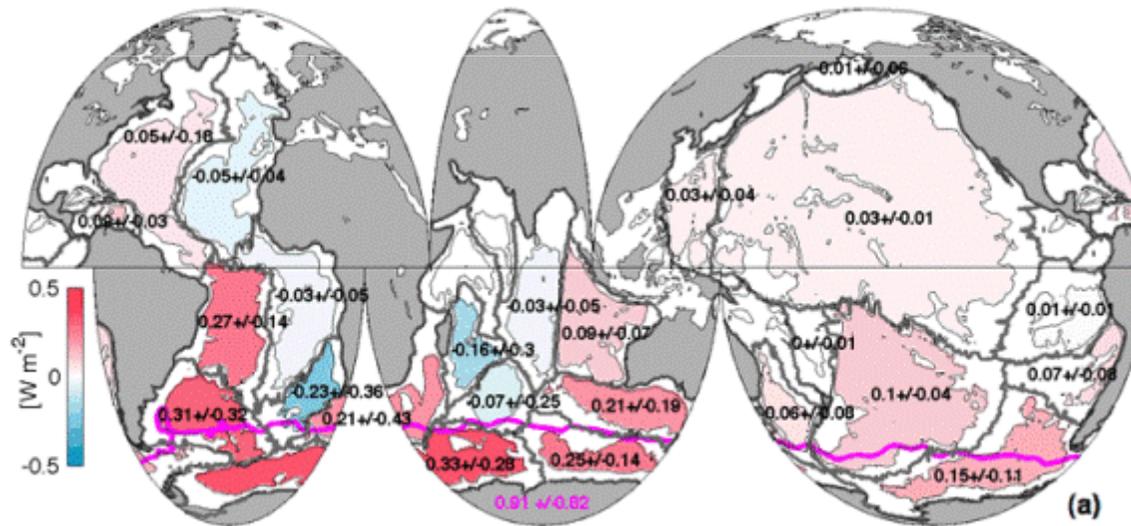


Argo OSSE

Deep ocean variability



Mean temperature differences below 4000m between RunNoDeep – RunTruth.



(a) Mean local heat fluxes through 4000 m implied by abyssal warming below 4000 m from the 1990s to the 2000s within each of the 24 sampled basins (black numbers and color bar) with 95% confidence intervals. The local contribution to the heat flux through 1000 m south of the SAF (magenta line) implied by deep Southern Ocean warming from 1000 to 4000 m is also given (magenta number) with its 95% confidence interval. Basin boundaries (thick gray lines) and 4000-m isobath (thin black lines) are also shown (from Purkey and Jonhson, 2010).



Conclusion

Réseau Argo présent

- Les prévisions et analyse du système global $\frac{1}{4}^\circ$ temps réel sont sensibles à la présence et la densité des données Argo assimilées,
- La réduction de l'erreur sur toute la colonne d'eau est significative avec un impact différent selon la dynamique des régions considérées.

Evolution du réseau Argo

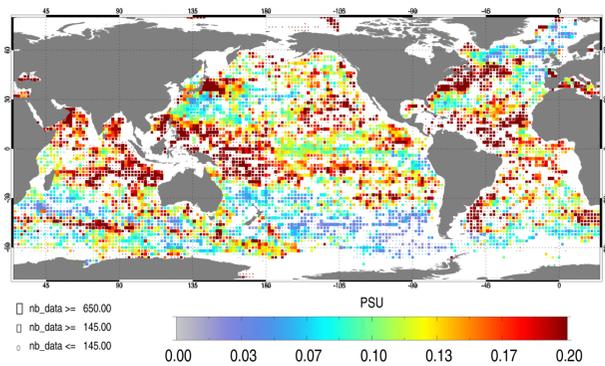
- L'extension en profondeur du réseau Argo permettrait de contrôler les contenus halins et thermiques en dessous de 2000 m et éviter les dérives du modèle. On risque cependant d'être en limite de « ratio » signal / bruit.
- Les mesures profondes sont aussi cruciales pour l'amélioration des climatologies servant à initialiser les modèles et pour la validation des analyses et prévisions.
- Elles complètent les données altimétriques et permettent de bien contraindre la contribution de l'océan profond à la variabilité de hauteur dynamique vu par l'altimétrie.
- D'après les OSSEs, un réseau peu dense en profondeur serait suffisant (?).

Argo OSE: residual statistics

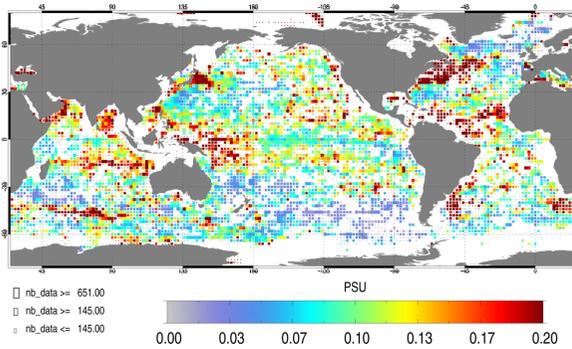


Global RMS misfit between the in situ observations and OSEs analysis (last 6 months)
0-300m

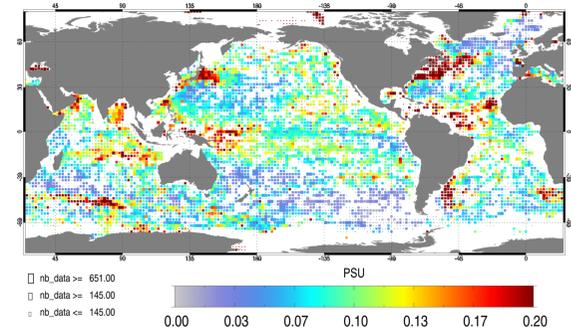
(hindcast-obs) RMS salinity : PSY3V3R3 0-300m 2012



(hindcast-obs) RMS salinity : PSY3V3R3 0-300m 2012

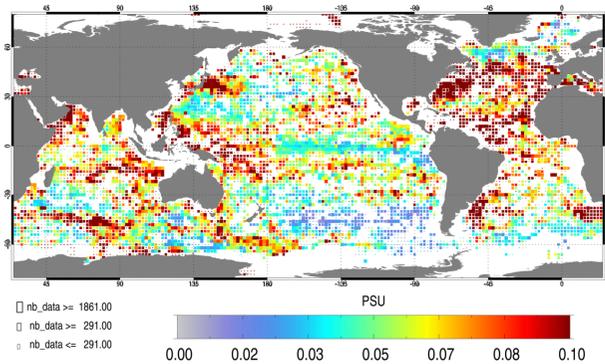


(hindcast-obs) RMS salinity : PSY3V3R3 0-300m 2012

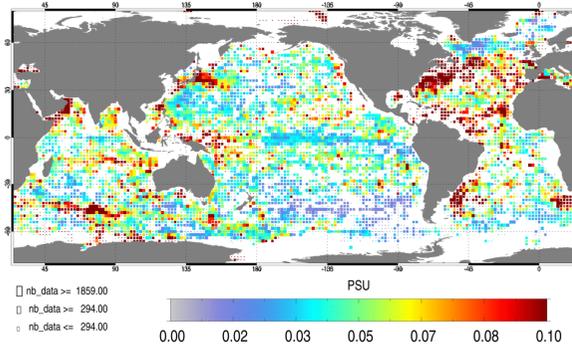


700-2000m

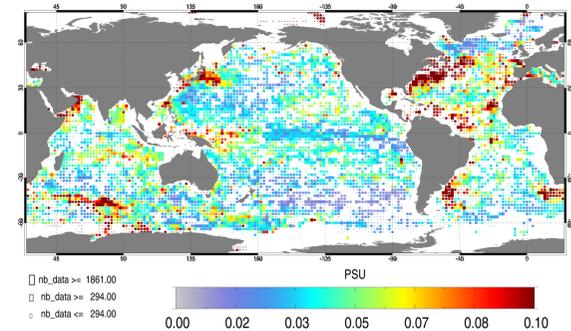
(hindcast-obs) RMS salinity : PSY3V3R3 700-2000m 2012



(hindcast-obs) RMS salinity : PSY3V3R3 700-2000m 2012



(hindcast-obs) RMS salinity : PSY3V3R3 700-2000m 2012



Run-NoArgo

Run-Argo/2
[mercator-ocean.eu / marine.copernicus.eu](http://mercator-ocean.eu/marine.copernicus.eu)

Run-Ref