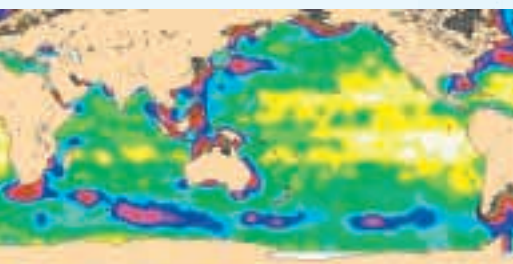


# Calval Jason-1

P. Vincent (1), M. Ablain (2), J. Dorandeu (2), S. Desai (3), K. Case (3)  
(1) CNES, France, (2) CLS, France, (3) NASA/JPL, USA  
Patrick Vincent - E-mail : patrick.vincent@cnes.fr



Les produits IGDR et GDR de Jason-1 ont été soumis, depuis le début de la mission, à un contrôle continu ayant pour but d'évaluer la qualité des mesures [Picot et al., 2001]. De nombreux articles ont déjà été publiés à propos de la qualité des données Jason-1, évaluée sur la base de l'analyse des mesures effectuées par Jason-1 et Topex/Poséidon (T/P) pendant la phase de validation de Jason-1 (voir par ex. Desai et Vincent [2003] pour les produits temps réel ou Vincent et al. [2003], Chambers et al. [2003], Leben et Powell [2003] pour les données IGDR off-line).

trace, (iii) de l'évaluation du biais des mesures SSH entre Jason-1 et T/P et des tendances du niveau moyen des océans (MSL). Le suivi à long terme de la qualité des mesures Jason-1 est présenté de façon détaillée dans Albain et al. [2004].

## Analyse aux points de croisement

Les écarts aux points de croisement sont analysés de manière systématique dans le but d'évaluer la qualité des données et de comparer les performances de T/P et de Jason-1. Les produits T/P ont été actualisés pour permettre l'utilisation d'algorithmes et de modèles appliqués aux données Jason-1 lorsque cela présentait un intérêt. Une nouvelle loi de biais non paramétrique d'état de mer a été recalculée pour les cycles de Topex B à partir des données colocalisées selon Gaspar et al. [2002]. Pour les données Poseidon-1, nous avons utilisé l'estimation du biais d'état de mer (SSB) à partir de quatre paramètres des produits GDR-M. Les données nécessaires ont été sélectionnées selon les critères suivants :

- Les zones d'eau peu profonde (> -1000 m), les zones à forte variabilité océanique (> 20 cm) et les zones de hautes latitudes (> |50| degrés) ont été écartées.
- Les points de croisement des mesures SSH ont été interpolés par une fonction spline avec une tension nulle : la SSH n'est donc pas filtrée le long de la trace.
- Au-delà du cycle 28, tous les points de croisement Jason-1 correspondant aux points de croisement T/P manquants ont

Ce bref article traite du suivi à long terme des principaux paramètres des produits GDR de Jason-1 et des performances du système et des algorithmes. Des procédures d'édition classiques sont utilisées pour pouvoir travailler sur des ensembles de données valides. Tout d'abord, on utilise des « flags » pour sélectionner les mesures effectuées au-dessus de surfaces continentales et d'étendues de glace. Des critères de seuil sont ensuite appliqués aux paramètres altimétriques, radiométriques et géophysiques – comme décrit dans Picot et al. [2001]. Les données erronées restantes sont éliminées à l'aide d'une fonction spline. Nous nous limiterons ci-après à décrire les quelques résultats provenant : (i) de la comparaison des hauteurs de mer (SSH) mesurées par Jason-1 et Topex/Poséidon (T/P) aux points de croisement, (ii) de l'analyse des écarts de mesure le long de la

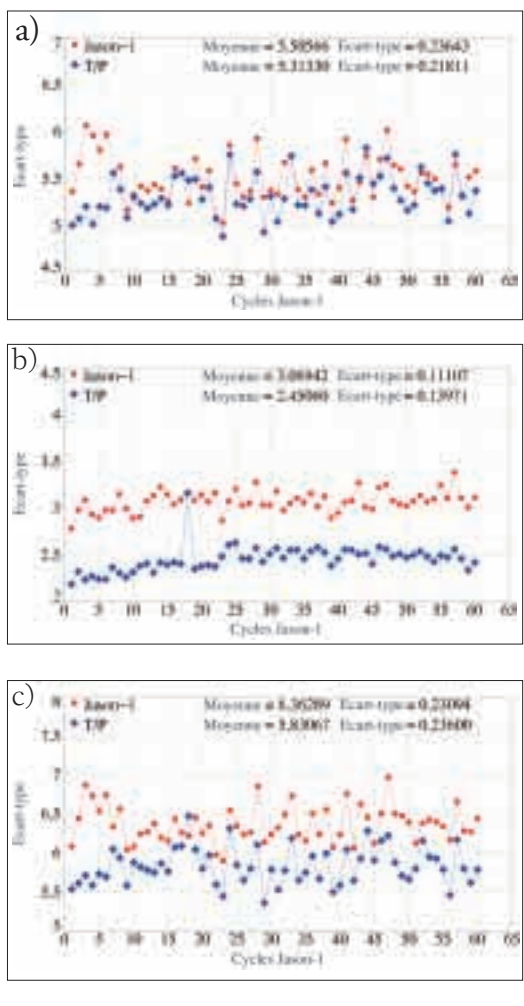


Figure 1. Suivi cycle par cycle de l'écart-type des différences aux points de croisement pour les signaux de grande longueur d'onde (a), de courte longueur d'onde (b) et pour l'ensemble du spectre (c)

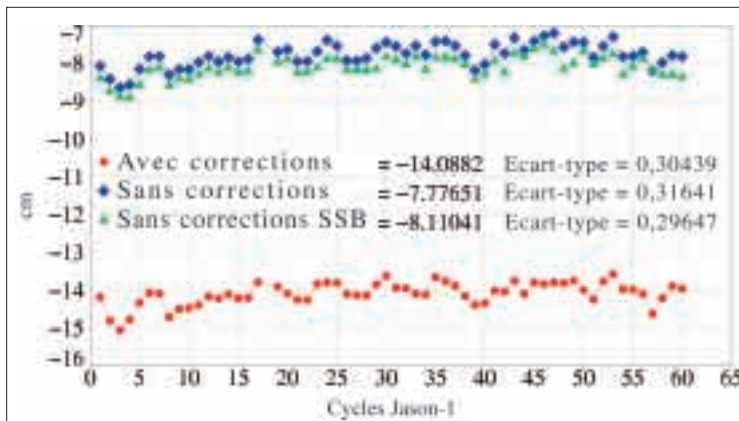
été supprimés afin que la couverture des deux missions soit équivalente.

La figure 1 (tableau du bas) représente l'écart-type par cycle des différences aux points de croisement pour Jason-1 (courbe rouge) et T/P (courbe bleue). Les performances de Jason-1 semblent légèrement dégradées durant les huit premiers cycles parce que les orbites de POE n'ont pas été retraitées et que la qualité du traitement des manœuvres orbitales laisse à désirer.

### Analyse le long de la trace

Le principal objectif de cette analyse est de calculer les anomalies de hauteur de mer (SLA) et la variabilité océanique. Elle peut cependant aussi servir à déterminer le biais des mesures SSH entre Jason-1 et T/P ainsi que la tendance du niveau moyen des océans (MSL).

### Biais des mesures SSH de T/P – Jason-1 et niveau moyen des océans



**Figure 2. Suivi cycle par cycle de l'écart-type de la moyenne des différences SSH (T/P – Jason-1). Axe des abscisses : temps (en cycles de 10 jours), axe des ordonnées : biais relatif (en cm)**

Dans l'ensemble, les écarts-types obtenus pour les cycles T/P sont légèrement inférieurs à ceux de Jason-1. Les différences SSH-MSS des deux satellites ont été filtrées le long de la trace (filtre passe-bas) afin de mieux comprendre ce résultat. Les grandes longueurs d'onde et les courtes longueurs d'ondes ont été séparées en appliquant une longueur d'onde de coupure de 50 km :

- Le signal des courtes longueurs d'onde (figure 1, tableau central) permet d'identifier l'incidence des différents traitements au sol des données Topex et Jason-1 [Zanifié et al, 2003]. L'écart-type pour Jason-1 est supérieur d'environ 1,9 cm rms à celui de Topex. Il est à noter que les données des cycles 18 de Jason et 361 de T/P attestent l'équivalence des performances des instruments Poseidon-1 et Poseidon-2.

- Les grandes longueurs d'ondes (figure 1a) mettent surtout en évidence l'incidence des erreurs d'orbite sur les deux missions (parmi d'autres erreurs possibles).

Afin de pouvoir calculer le biais des mesures SSH (T/P – Jason-1), les mêmes corrections environnementales et géophysiques ont été utilisées pour établir les SSH observées avec Jason-1 et T/P. La correction de troposphère humide par le radiomètre a été remplacée par une correction de troposphère humide calculée à partir du modèle du CEPMMT afin d'écarter tout risque de bruit dû à un comportement anormal de la correction donnée par le radiomètre JMR. Le biais des mesures SSH par

cycle est reporté sur la figure 2 (courbe rouge) : il demeure généralement aux alentours de -14 cm. Les distributions dans les hémisphères nord et sud (non représentées ici) sont du même ordre pour les cycles 28 à 53. Les écarts peuvent néanmoins atteindre 1,5 à 2 cm dans les cycles 1-17 et 22-27. Il faut rappeler que : (i) les orbites précises de Jason n'ont pas été retraitées pour les huit premiers cycles alors que le traitement des manœuvres laisse à désirer ; (ii) l'orbite de T/P a été modifiée pendant les cycles 22 à 25. Cela pourrait en partie expliquer les écarts constatés. La carte des écarts de SSH (T/P – Jason-1), moyennés sur l'ensemble de la phase de validation de la mission (soit les 21 premiers cycles), semble confirmer l'incidence de l'orbite car elle met en évidence la corrélation géographique des écarts. On ignore en revanche encore pour quelle raison l'écart entre les deux hémisphères se creuse à partir du cycle 54.

Le calcul du biais SSH a également été effectué sans aucune correction (courbe bleue) et en tenant compte de toutes les corrections à l'exception de la correction du biais d'état de mer (SSB) (courbe verte). Les deux courbes obtenues sont très similaires : elles révèlent un biais de -8 cm des mesures SSH de T/P – Jason, ce qui permet d'estimer à -6 cm le biais relatif global entre les SSB de Topex et de Jason-1.

Le calcul du niveau moyen des océans (MSL) par cycle pour la mission T/P (non présenté ici faute de place) permet d'établir que les courbes de T/P et de Jason-1 sont relativement semblables (comme l'ont décrit d'autres auteurs lors de la réunion du Science Working

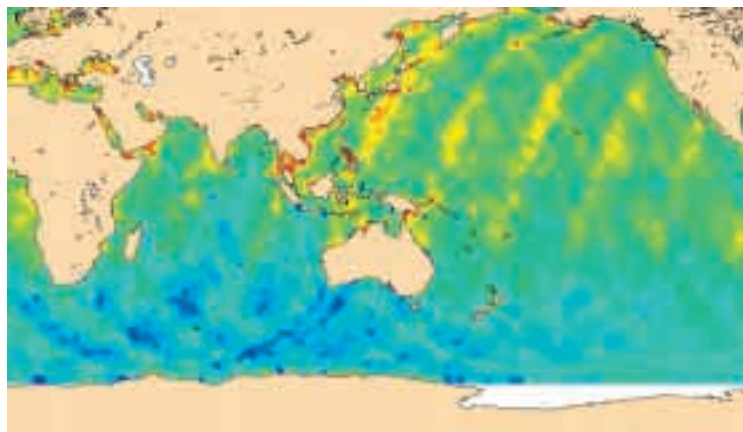
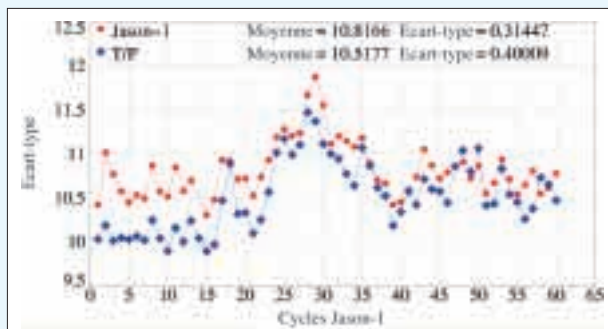


Figure 3. Suivi cycle par cycle de l'écart-type des SLA

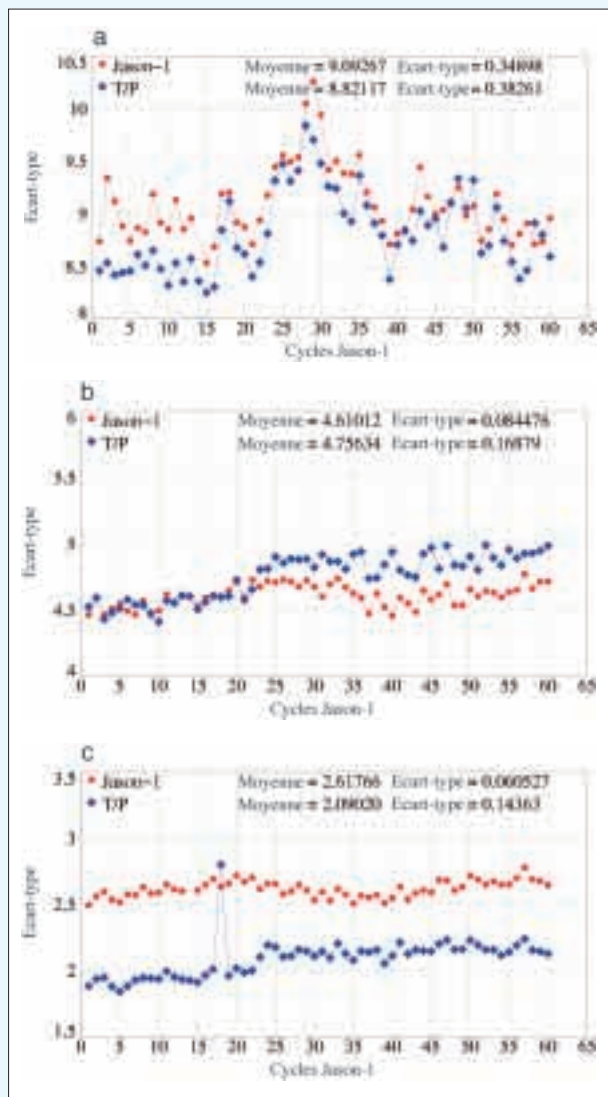


Team (SWT) à Arles en 2003 – notamment S. Nerem). Alors que les MSL de T/P et de Jason-1 sont parfaitement cohérents sur les cycles 1-25, les deux signaux sont biaisés de 0,6 cm sur les cycles 26-60. Cela pourrait être dû à la correction de troposphère humide donnée par JMR (dont le comportement est en cours d'étude au JPL – S. Desai, communication personnelle).

Écart-type des anomalies de hauteur de mer

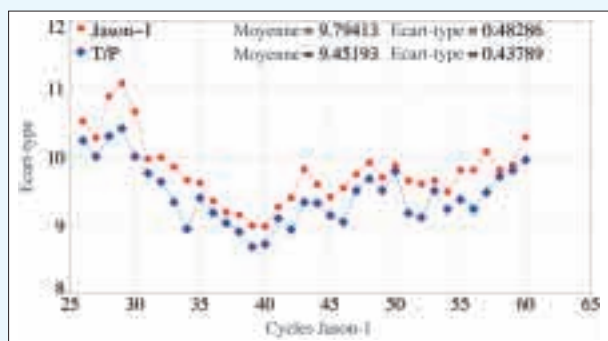
La figure 3 représente l'écart-type des anomalies de hauteur de mer (SLA) pour Jason-1 (courbe rouge) et T/P (courbe bleue), montrant que les performances des deux satellites sont équivalentes. La variabilité est légèrement supérieure pour Jason-1 durant la phase de validation de la mission, mais les performances de T/P et de Jason-1 sont très similaires à partir du cycle 26. Un signal important est relevé aux cycles 25 et 35 ; il est dû au passage de El Niño en 2002-2003 [McPhaden, 2003].

Figure 4. Suivi cycle par cycle de l'écart-type des SLA pour les signaux de grande (a), moyenne (b) et courtes (c) longueur d'onde



Afin de mieux comprendre les différences entre T/P et Jason-1, les courtes et les grandes longueurs d'ondes de la SLA (respectivement inférieures et supérieures à 500 km) ont été séparées (cf. figure 4). Cette séparation permet de mettre en évidence les écarts entre Jason-1 et Topex en terme de qualité du traitement au sol et des orbites. Les moyennes et grandes longueurs d'ondes révèlent une dégradation de la performance de Topex après le changement d'orbite, due à l'utilisation d'une MSS dédiée à T/P pour le calcul de la SLA. En effet, la MSS ainsi déterminée est entachée d'erreur pour les longueurs d'onde considérées lorsque la trace au sol s'écarte de la trace nominale de T/P – Jason. Afin de confirmer cette interprétation, des SLA ont été calculées à partir de profils moyens spécifiques pour Jason-1 et Topex (cycles 26-60). L'effet de la MSS apparaît nettement lorsque l'on compare les résultats repris dans la figure 3 (SLA calculée à partir d'une MSS) et dans la figure 5 (SLA calculée à partir d'un profil moyen défini).

Figure 5. Suivi cycle par cycle de l'écart-type des SLA, calculé à partir de profils moyens définis de T/P et Jason



**Conclusion**

Les opérations de retraitement réalisées en 2003 au JPL et au Cnes ont permis de rendre



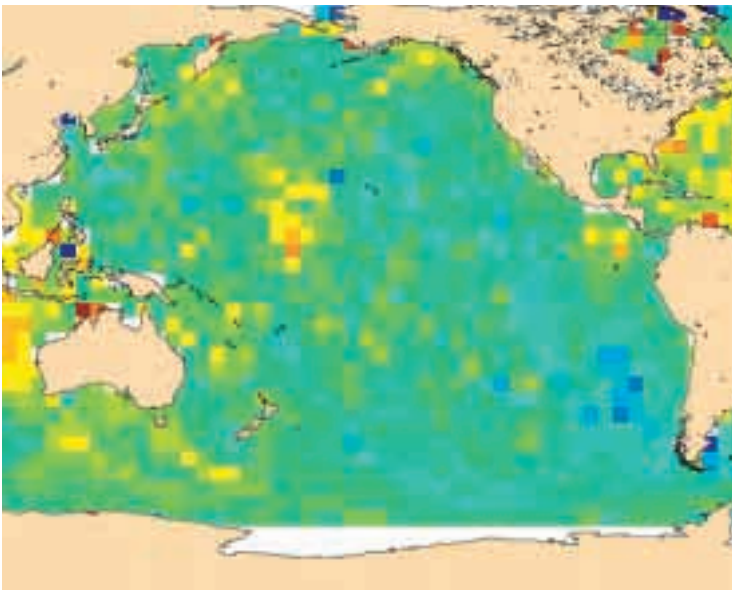
disponibles plus de 2 années de données Jason-1 (GDR). Il a été démontré que les performances des satellites T/P et Jason-1 aux points de croisement et le long de la trace sont très similaires et que le biais des mesures SSH T/P – Jason-1 demeure dans l'ensemble autour de –14 cm.

La conduite simultanée des missions T/P et Jason-1 a offert (et continue de fournir) une occasion exceptionnelle d'affiner l'évaluation des performances de chaque mission et d'identifier d'éventuelles sources d'amélioration.

Le travail du SWT a été, dans cette optique, aussi crucial que le suivi continu de la qualité des données T/P et Jason-1 par les équipes de projet. L'analyse prolongée et exhaustive de la qualité des missions par le SWT et les équipes de projet pourrait permettre par la suite de prévoir, pour les deux missions d'altimétrie, des séries temporelles homogènes et très précises.

Il est important de signaler en conclusion que les équipes JPL et Cnes/CLS qui effectuent cette analyse de la qualité se sont par

ailleurs attachés à élaborer et à distribuer des produits d'altimétrie de niveau supérieur. JPL Po.Daac propose ainsi depuis la mi-janvier 2004 quatre types de nouveaux produits : (i) hauteur de mer résiduelle Jason-1 (J1SSHA), (ii) hauteur de mer résiduelle Topex/Poseidon (TPSSHA), (iii) hauteur de mer résiduelle Jason-1 grillée le long de la trace (J1ATG), (iv) hauteur mer résiduelle Topex/Poseidon grillée le long de la trace (TPATG). Les produits SSHA fournissent des mesures de hauteur de mer résiduelle compatibles dans un volume nettement inférieur à celui des enregistrements de données géophysiques (GDR). Les produits ATG, qui fournissent des anomalies de hauteur de mer calculées à partir d'une hauteur de mer moyenne (MSS), sont interpolés le long de la trace sur un ensemble de points communs. Le Cnes/CLS propose toujours les séries de produits classiques SLA et MSLA, récemment complétés par les produits « Jason-1 + ERS » et « Jason-1 + Envisat ». Viennent s'y ajouter, depuis la mi-février 2004, les produits en temps quasi-réel Ssalto/Duacs, combinant les données Jason-1, T/P, Envisat et GFO. Les mesures d'anomalie de hauteur de mer et de courants géostrophiques ont également été complétées par des produits de topographie dynamique absolue.



#### | Références bibliographiques |

Ablain M., Y. Faugères, F. Mertz, F. Mercier et B. Soussi, 2004 : « Jason-1 validation and cross-calibration activities, Jason-1 GDR reprocessing », Note technique, SALP-RP-P2-EA-16163-CLS, publié par le Cnes, Toulouse, France.

Chambers D.P., J.C. Ries et T.J. Urban, 2003 : « Calibration and verification of Jason-1 using global along-track residuals with Topex », in Marine Geodesy, Special Issue on Jason-1 Calibration/validation, Vol. 26, N3-4, pp. 305 – 318.

Desai S.D. et P. Vincent, 2003 : « Statistical evaluation of the Jason-1 Operational Sensor Data Record », in Marine Geodesy, Special Issue on Jason-1 Calibration/validation, Vol. 26, N3-4, pp. 187 – 200.

Gaspar P., S. Labroue et F. Ogor, 2002 : « Improving non-parametric estimates of the sea-state bias in radar altimeter measurements of sea-level », in J. of Atmos. Oceanic Technol., 19, pp. 1690-1707.

Leben R.R. et B.S. Powell, 2003 : « Accuracy assessment of Jason-1 and Topex/Poseidon along-track sea-surface slope », in Marine Geodesy, Special Issue on Jason-1 Calibration/validation, Vol. 26, N3-4, pp. 355 – 366.

McPhaden J., 2003 : Evolution of the 2002-2003 El Niño, UCLA Tropical Meteorology and Climate Newsletter, N57.

Picot N, K. Case, S. Desai et P. Vincent, 2001 : AVISO and Po.Daac User Handbook : IGDR and GDR Jason-1 Products, JPL D-21352 (Po.Daac). Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology.

Vincent P., S.D. Desai, J. Dorandeu, M. Ablain, B. Soussi, P.S. Callahan et B.J. Haines, 2003 : « Jason-1 geophysical performance evaluation », in Marine Geodesy, Special Issue on Jason-1 Calibration/validation, Vol. 26, N3-4, pp. 167 – 186.

Zanife OZ, P. Vincent, L. Amarouche, J.P. Dumont, P. Thibaut et S. Labroue, 2003 : « Comparison of the Ku-band range noise level and the relative sea-state bias of the Jason-1, Topex and Poseidon-1 radar altimeters », in Marine Geodesy, Special Issue on Jason-1 Calibration/validation, Vol. 26, N3-4, pp. 201 – 238.

Des données, documents et logiciels de lecture pour les nouveaux produits de haut niveau T/P et Jason-1 Po.Daac sont disponibles sur le serveur ftp anonyme de Po.Daac : [ftp://podaac.jpl.nasa.gov/sea\\_surface\\_height/](ftp://podaac.jpl.nasa.gov/sea_surface_height/) (voir : /jason et /topex\_poseidon).

Pour de plus amples informations sur les produits SSHA, consultez :

<http://podaac.jpl.nasa.gov/catalog/ssha.html>.

Vous trouverez des informations ainsi que des données du système Ssalto/Duacs du Cnes/CLS sur : <http://www.aviso.oceanobs.com/duacs/>