



Site de qualibraton d'Harvest  
Californie - USA

# Premier Bilan de Validation des produits de la mission Jason-1

P. Vincent<sup>(1)</sup>, S.D. Desai<sup>(2)</sup>, J. Dorandeu<sup>(3)</sup>, B. Soussi<sup>(3)</sup>, M. Ablain<sup>(3)</sup>, P.S. Callahan<sup>(2)</sup>  
(1) Cnes, France, (2) Nasa/JPL, USA, (3) CLS, France

Patrick Vincent - E-mail : patrick.vincent@cnes.fr

L'analyse des données de la phase de vérification de la mission Jason-1 a permis de dresser un bilan très complet de validation des données.

Les analyses effectuées par les équipes projet du JPL et du Cnes avec le concours de la Direction Océanographie de CLS [Dorandeu et al., 2002 ; Vincent et al., 2002] ont permis de valider systématiquement les données distribuées. De plus, différentes analyses menées par les Investigateurs Principaux et Co-Investigateurs prenant part aux activités du groupe Calval Jason-1 ont permis de compléter l'étendue des analyses menées par le Projet et d'établir un bilan de performances géophysiques très complet.

Au-delà des traitements mono-satellite usuels (analyses statistiques variées, analyse des écarts aux points de croisement, analyse par la méthode des traces répétitives, comparaisons entre les différentes corrections géophysiques), des analyses conjointes des données Jason-1 et Topex/Poséidon (T/P) ont d'emblée été réalisées. Établies dans le contexte très favorable d'un scénario de vol dans lequel les passages des deux satellites au-dessus d'un même point géographique n'étaient séparés que de 73 secondes, ces analyses conjointes ont permis de caractériser très finement les différences entre les données des 2 missions : elles ont aussi permis d'identifier des progrès algorithmiques pouvant encore être réalisés tant pour la mission Jason-1 que pour la mission T/P.

Le présent article ne saurait bien sûr mentionner la totalité des résultats acquis. La sélection établie a pour objectif d'informer les utilisateurs sur les principales caractéristiques de performances en fournissant quelques données chiffrées de référence. La plupart des analyses ont été établies à partir des produits intérimaires IGDR Jason-1 élaborés en phase de validation. Des informations actualisées sont disponibles sur les sites Aviso et Po-Daac.

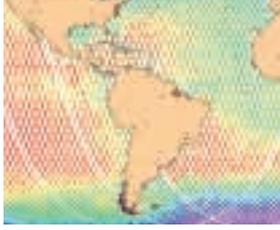
## 1. Datation des mesures

La précision de datation des mesures altimétriques est une des clés du bilan d'erreur global du système. Le chiffre de 2 microsecondes est actuellement retenu pour cette précision (à comparer aux 10 microsecondes requises pour l'élaboration des produits temps différé)

## 2. Performances instrumentales en termes de bruit sur le paramètre distance

Pour ce qui concerne les altimètres Poséidon-1 (T/P) et Poséidon-2 (Jason-1), les niveaux de bruit sur la mesure de distance sont totalement équivalents, de l'ordre de 1,6 cm pour une hauteur significative des vagues de 2 m et un  $\sigma_0$  de 11 dB.

L'analyse des données à haut débit de l'altimètre Topex (données à 10 Hz) et des données haut débit de Poséidon-2 (20 Hz) après traitement au sol (retracking) des



formes d'ondes altimétriques, a permis d'établir 2 résultats intéressants [Zanifé et al, 2002] :

- Après retracking au sol des formes d'ondes altimétriques, les 2 instruments laissent apparaître des niveaux de bruit tout à fait comparables, soit 1,6 cm pour la mesure de distance en bande Ku pour une hauteur significative de vagues de 2 m et un  $\sigma_0$  de 11 dB.
- Avant retracking au sol, les données de l'altimètre Topex issues de l'algorithme bord de poursuite (données fournies dans les produits GDR ou MGDR) et les données Poséidon-2 issues de l'algorithme bord de poursuite ont tout à fait le même comportement: elles ne montrent pas de niveau de bruit blanc, ce qui est conforme à la théorie des algorithmes de poursuite utilisés pour les 2 altimètres.

### 3. Analyse spectrale des différences entre les mesures de Jason-1 et de T/P

Une telle analyse a été menée par Fu [2002] en prenant avantage du très court délai séparant la mesure par les satellites en un même point. Dans ce cas, en effet, la différence entre les paramètres mesurés par T/P et Jason-1 doit se caractériser par un bruit blanc : tout bruit coloré suggère alors des questions à résoudre.

En ce qui concerne la différence de mesure de SWH, le signal de grande échelle a une amplitude très faible, de l'ordre de 0,1 m. Pour ce qui est de la différence entre les coefficients de rétrodiffusion, un spectre rouge apparaît à toutes les échelles. Toutefois, le rms de ces différences est seulement d'environ 0,1 dB, ce qui n'induit pas de difficulté.

En ce qui concerne la différence de SSH mesurée par les 2 altimètres, son spectre est rouge pour des longueurs d'ondes supérieures à 500 km. Si les différences de qualité d'orbite peuvent être évoquées pour les longueurs d'ondes supérieures à

10 000 km, ce n'est plus le cas pour la partie du spectre comprise entre 1 000 et 5 000 km. Dans cette partie du spectre, le rms de la différence atteint une amplitude de l'ordre du centimètre. La corrélation avec le paramètre SWH peut alors être considérée comme le témoin de différences de comportement entre les 2 instruments ou le témoin d'effets algorithmiques qu'il convient d'expliquer. Notons que l'impact de ce qui précède est négligeable pour la plupart des applications océaniques de Jason-1: toutefois, la question reste à résoudre lorsqu'on s'intéresse par exemple aux grandes échelles de la circulation océanique.

### 4. SWH

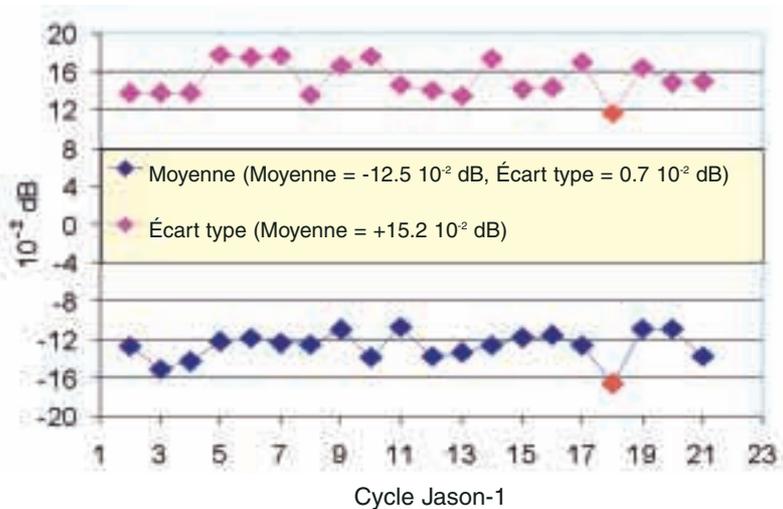
La distribution cycle à cycle du paramètre SWH tel que mesuré par Jason-1 possède un biais de 8,9 cm par rapport à la distribution Topex. L'écart type de la différence entre les 2 systèmes de mesures est de l'ordre de 20 cm. L'écart-type des mesures SWH Jason-1 avec le modèle WAM est de l'ordre de 38 cm [Lefèvre et al, 2002]. Le diagramme de dispersion de la différence "SWH Topex – SWH Jason en fonction de SWH Topex" montre une pente qui reste à expliquer: cela est à mettre en relation



avec l'observation déjà évoquée sur le contenu spectral des différences.

### 5. $\sigma_0$

Après application a priori d'un biais de -1,7 dB sur le  $\sigma_0$  en bande Ku de Jason (de manière à en dériver un paramètre vent homogène au vent issu de T/P), un biais résiduel de 0,13 dB est présent entre les distributions Topex et Jason-1. L'écart type des différences Jason – Topex est de 0,15 dB (figure 1).



**Figure 1. Moyenne et RMS des différences de coefficients de rétrodiffusion mesurés par Topex/Poséidon et Jason-1 (en dB). Sur la courbe de la moyenne, les losanges bleus sont les mesures Topex, alors que les rouges sont celles de Poséidon-1**

## 6. Correction ionosphérique bi-fréquence

Un biais de 0,3 cm existe entre les distributions de correction ionosphérique bi-fréquence de Jason-1 et Topex.

D. Chambers et d'autres investigateurs ont rappelé la nécessité de filtrer la correction ionosphérique bi-fréquence Jason-1 avant toute utilisation géophysique, comme pour Topex.

## 7. SSH

En termes de hauteur de mer (SSH), des comparaisons ont été réalisées en homogénéisant au mieux les données de T/P et de Jason-1 (corrections géophysiques, biais d'état de mer). Globalement, on constate alors que l'analyse des écarts aux points de croisement donne un écart-type global de l'ordre de 7 cm pour Jason-1 à comparer au chiffre de 6,5 cm pour Topex/Poséidon: cela amène à considérer qu'il y a encore une marge d'amélioration possible sur les produits Jason-1, par exemple en ce qui concerne la qualité des

orbites préliminaires et la qualité de la loi de biais d'état de mer. L'analyse par la méthode des traces répétitives confirme la très bonne qualité des données Jason-1 (figure 2). Dans les régions de faible variabilité océanique, l'écart type du signal n'est en effet que de 4 cm, comme pour T/P.

Par ailleurs, l'étalonnage relatif entre les missions Jason-1 et T/P en terme de hauteur de mer est l'un des points importants (c'est loin d'être le seul !), afin de disposer de longues séries temporelles homogènes.

Une conclusion importante de l'exercice d'étalonnage relatif mené par plusieurs investigateurs est la suivante : la haute précision recherchée sur le biais relatif entre les missions est très dépendante de la qualité des lois de biais d'état de mer et des algorithmes de retracking au sol utilisés pour chacune des missions.

L'optimisation des lois de biais d'état de mer pour Jason et Topex, l'optimisation du traitement au sol des formes d'ondes pour les 2 missions, et l'explication de la dépendance des différences de SSH entre

Topex et Jason en fonction de SWH sont trois activités à moyen et long terme qui permettront d'établir les estimations les plus fiables du biais relatif entre les 2 missions. A titre d'information, on relèvera que les chiffres de biais relatifs préliminaires évoqués lors de la réunion du SWT d'octobre 2002 sont en moyenne de l'ordre de 11,5 cm. Les récents résultats obtenus sur les sites d'étalonnage Harvest et de Corse indiquent un biais moyen de 13 cm de la mesure de hauteur de mer (SSH) Jason-1 [Bonnefond et al, 2003].

## 8. Utilisation des produits temps réel de la mission

Le produit temps réel OSDR est un produit vent-vague essentiellement destiné aux utilisateurs intéressés par les questions relatives à la prévision marine.

Toutefois, l'information de distance fournie par la mesure altimétrique peut-être utilisée à des fins d'exploitation en termes de SSH, pourvu que l'utilisateur la complète par les corrections géophysiques usuelles

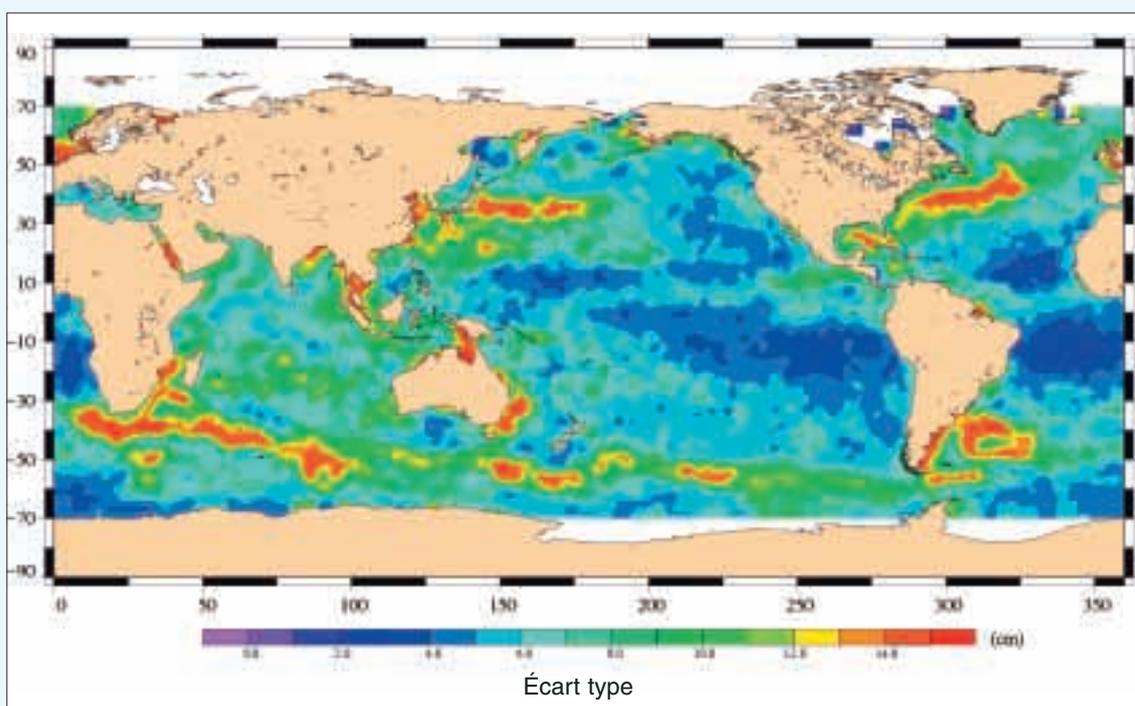


Figure 2. RMS des anomalies de hauteur de mer calculées à partir de 21 cycles de données IGDR Jason-1 (en cm)

et par l'orbite temps réel d'une précision moyenne de 10 cm, calculée par Doris à bord du satellite (navigateur Diode). C'est, par exemple, ce qui a été mis en œuvre par Withmer [2002] qui a montré l'apport significatif des produits OSDR Jason-1 dans le cadre des activités d'océanographie temps réel.

De la même façon, Desai et Haines [2002] ont démontré la faisabilité de créer un produit SSH muni d'une très bonne précision (meilleure que 5 cm) et dans des délais de 5 à 9 heures, en combinant les produits OSDR, des orbites temps réel d'une précision de 2,5 cm rms basées sur les mesures TRSR, et en associant toutes les corrections géophysiques nécessaires.

Citons enfin l'utilisation des produits IGDR Jason dans le cadre de deux applications temps peu différé: il s'agit des applications Ssalto/Duacs (Cnes/CLS) et Oscar [Lagerloef et al., 2002]. La première a pour vocation de mettre à disposition des produits multi-satellite d'altimétrie pour les applications climatiques ; la seconde a

pour objectif la mise à disposition de courants de surface en temps peu différé dans la région du Pacifique Tropical.

### Conclusion

À l'issue de ce bref exposé de quelques résultats majeurs, nous citerons une phrase extraite de l'abstract rédigé par S. Nerem [2002] et proposé à la réunion du SWT de la Nouvelle Orléans : *"Preliminary evaluation of sea-level change measurements made during the coincident 21 cycles show that the interim data from Jason-1 is of nearly the same quality as T/P, and there is every reason to expect that the final data will be of the same quality or better"*. Les études en cours dans les domaines de : retracking au sol des formes d'ondes altimétriques, biais d'état de mer, marées atmosphériques, repliement du spectre haute fréquence de la variabilité océanique dans la mesure altimétrique, etc. sont destinées à franchir un nouveau pas significatif dans la qualité des données de la mission Jason-1.



Site de calibration de Corse

### Références bibliographiques

Beckley, B.D. et al, 2002: Evaluation of Jason-1 and Topex Colinear residuals, *Jason-1/Topex/Poseidon Scientific Working Team Meeting*, New-Orleans, Louisiana USA, 21-23 October 2002

Bonnefond et al, 2003: Calibrating the Jason-1 measurement system: initial results for the Corsica and Harvest verification experiments, *Adv. Space Res* (submitted), Cospar 2002 Proceedings.

Desai, S.D., B.J. Haines, 2002: Near-Real time observations of Sea-Surface Anomaly Using Jason-1 OSDRs and GPS-based orbits, *Jason-1/Topex/Poseidon Scientific Working Team Meeting*, New-Orleans, Louisiana USA, 21-23 October 2002

Dorandeu, J., M. Ablain, Y. Faugère, B. Soussi, P. Vincent, N. Picot, 2002: Global Statistical Quality Assessment of Jason-1 data; Jason-1/Topex/Poseidon cross-calibration, *Jason-1/Topex/Poseidon Scientific Working Team Meeting*, New-Orleans, Louisiana USA, 21-23 October 2002.

Fu L.L., 2002: Spectral properties of the differences between T/P and Jason-1 altimeter measurements, *Jason-1/Topex/Poseidon Scientific Working Team Meeting*, Biarritz, France, 10-12 June 2002

Lagerloef, G. et al., 2002: Oscar (Ocean Surface Current Analysis-Real time), *Jason-1/Topex/Poseidon Scientific Working Team Meeting*, New-Orleans, Louisiana USA, 21-23 October 2002

Lefèvre, J.M, Le Berre H., 2002: Calibration and validation of Jason-1 wind and wave data based on in situ data, *Jason-1/Topex/Poseidon Scientific Working Team Meeting*, New-Orleans, Louisiana USA, 21-23 October 2002.

Nerem, S., E. Leuliette, G.T. Mitchum, D.P. Chambers, 2002: A continuous record of global Mean Sea-Level Change from Topex/Poseidon and Jason, *Jason-1 /Topex/Poseidon Scientific Working Team Meeting*, New-Orleans, Louisiana USA, 21-23 October 2002.

Vincent, P., S.D. Desai, J. Dorandeu, M. Ablain, B. Soussi, P.S. Callahan, B.J. Haines, 2002: Jason-1: first statistical validation results, *34-th COSPAR Scientific Assembly*, Houston (USA), 10-19 Octobre 2002

Withmer K. et al., 2002: Jason-1: Continuing Sea-Surface Height Analysis, *Jason-1/Topex/Poseidon Scientific Working Team Meeting*, New-Orleans, Louisiana USA, 21-23 October 2002

Zanife, O.Z., J.P. Dumont, P. Thibaut, P. Vincent, G. Carayon, N. Steunou, 2002: Preliminary comparison of the Topex and Poseidon-2 Radar Altimeters, *Jason-1/Topex/Poseidon Scientific Working Team Meeting*, New-Orleans, Louisiana USA, 21-23 October 2002.