



Jason en cours de test avant son lancement

## Jason-1 : performances du satellite et du système, un an après le lancement

Jacqueline Perbos - Cnes, France  
E-mail : jacqueline.perbos@cnes.fr

Le 7 Décembre 2001 le satellite Jason-1 était mis en orbite par un lanceur Boeing Delta 2 depuis la base de Vandenberg, en Californie. Jason-1 a été conçu pour atteindre des performances au moins égales à celles de son prédécesseur Topex/Poséidon, tout en ayant une masse et des besoins énergétiques cinq fois plus faibles. Les opérations de recette en vol de Jason-1 ont été menées pendant les deux premiers mois qui ont suivi le lancement, et ont permis de démontrer le bon fonctionnement du système et la qualité de ses performances.



Les opérations de recette en vol se sont déroulées en trois étapes :

- la première, dès la séparation du satellite et du lanceur, a permis de vérifier le bon comportement de tous les équipements de la plateforme Proteus. La mise en configuration opérationnelle du satellite s'est déroulée comme prévu, jusqu'au pointage de l'antenne de l'altimètre au nadir. Cette étape s'est achevée le 10 décembre 2001 par la mise en route de l'ensemble de la charge utile (récepteur Doris, altimètre Poséidon-2, radiomètre JMR et récepteur GPS TRSR).

- la deuxième étape a été la mise à poste du satellite, c'est à dire les manœuvres destinées à positionner le satellite sur son orbite définitive, en particulier à effectuer un rendez-vous avec Topex/Poséidon. Cette phase s'est achevée le 10 janvier 2002, Jason-1 survolant alors la même trace au sol que Topex/Poséidon, avec environ une minute d'avance sur lui, pour pouvoir réaliser l'inter-étalonnage précis des mesures des deux satellites tout au long de la phase suivante, dite de "vérification". Jason-1 est depuis lors maintenu sur son orbite grâce à des manœuvres effectuées environ tous les deux mois, de façon à ce que sa trace au sol ne s'écarte pas de plus de 1 km en longitude autour de ses traces théoriques.

- la dernière étape a consisté à analyser précisément les performances de toutes les composantes du système, tant au niveau des instruments qu'au niveau du

segment sol ou des spécifications système. Ceci a été validé par un bilan de recette en vol le 6 février 2002.

Le bilan est extrêmement positif : la plateforme fonctionne parfaitement et montre d'excellentes performances, aussi bien en ce qui concerne son pilotage en attitude et le pointage des antennes, que son comportement thermique et électrique ou le fonctionnement du logiciel bord. De plus, aucun problème lié aux anomalies détectées pendant le développement ou les essais au sol n'a été rencontré en vol, ce qui montre la qualité et l'efficacité des mesures correctives apportées.

La performance de pointage du satellite a pu être évaluée grâce à une campagne dédiée de manœuvres en attitude explorant la gamme de conditions d'ensoleillement, très variables, rencontrées par le satellite : l'antenne de l'altimètre est pointée au nadir avec une erreur maximale de 0,1°. Cette valeur est de plus confirmée par les estimations fournies par les mesures de l'altimètre, et est à comparer à l'exigence de 0,2° nécessaire pour obtenir des mesures altimétriques de bonne qualité.

Par ailleurs, le contrôle thermique du satellite garantit une excellente stabilité en température pour l'ensemble des instruments : on relève des variations très faibles, de l'ordre de 1 degré le long d'une orbite, et de 3 à 4 degrés à plus long terme selon l'ensoleillement. Cette excellente performance fournit des conditions



optimales pour une bonne calibration des instruments.

Le fonctionnement de la charge utile est également excellent :

- La couverture des océans par l'altimètre Poséidon-2 est complète, et les résultats des calibrations quotidiennes sont très stables, et sans évolution significative par rapport aux mesures effectuées au sol avant le tir. Les bruits de mesures pour les différents paramètres géophysiques sont également conformes aux estimations faites avant lancement.

- Le fonctionnement du récepteur Doris est excellent (voir article de G. Tavernier, p.15). Le taux de couverture ainsi que la qualité des mesures sont améliorés par rapport aux instruments précédents. Quant à la qualité de l'orbite en temps réel délivrée par le calculateur embarqué Diode, elle est évaluée à une dizaine de centimètres pour la composante radiale. Les orbites précises, calculées en temps différé avec les mesures Doris couplées aux mesures laser, montrent elles des précisions de l'ordre de 1,5 cm en radial.

De plus, grâce à l'utilisation du système Doris et du navigateur embarqué Diode, la précision de la datation des mesures de l'altimètre est excellente, de l'ordre de 2 µs pour une spécification de 10 µs.

- Les mesures du radiomètre micro-ondes montrent une très bonne cohérence avec les données issues de Topex/Poséidon, et le fonctionnement de l'instrument est excellent depuis le tir.

- Enfin, le récepteur TRSR fournit des mesures de très bonne qualité, qui permettent de générer des orbites d'une précision équivalente aux orbites Doris/LRA, les deux types d'orbite montrant une excellente cohérence entre elles. Ceci permet d'espérer atteindre bientôt l'objectif de précision de 1 cm assigné à Jason-1, par l'utilisation conjointe des deux types de mesures dans le calcul d'orbite précise.

<b>Poids</b>	490 kg
<b>Consommation électrique</b>	400 W
<b>Taille du bus (en mm)</b>	954 X 954 X 1000
<b>Taille de la charge utile (en mm)</b>	954 X 954 X 1218
<b>Débit télémesure</b>	700 kbits/seconde
<b>Débit télécommande</b>	4 kbits/seconde
<b>Capacité stockage télémesure à bord</b>	2 Goctets
<b>Durée de vie</b>	Jusqu'à 5 ans
<b>Précision de pointage</b>	0,2° (spécification)
<b>Inclinaison orbite</b>	66°
<b>Demi-grand axe orbite</b>	1336 km
<b>Dérive du plan orbital par rapport à un repère inertiel</b>	-2° par jour

Tableau 1. Quelques caractéristiques du satellite Jason-1

	OSDR (3 heures)		IGDR (3 jours)		GDR (30 jours)	
	Spec	Perfo	Spec	Perfo	Spec	Perfo
<b>Bruit altimètre (cm) (H1/3 = 2 m, σ = 11 dB) 1 Hz</b>	2,5	<b>1,8</b>	1,7	<b>1,6</b>	1,7	<b>1,6</b>
<b>SSB (%H1/3)</b>	(1)	(1)	1,2%	<b>1%</b> (2)	1,2%	<b>1%</b> (2)
<b>Ionosphère (cm)</b>	(1)	(1)	0,5 (3)	<b>0,5</b> (3)	0,5 (3)	<b>0,5</b> (3)
<b>Tropo sèche (cm)</b>	(1)	(1)	0,7	<b>0,7</b>	0,7	<b>0,7</b>
<b>Tropo humide (cm)</b>	1,2	<b>1,2</b>	1,2	<b>1,2</b>	1,2	<b>1,2</b>
<b>Distance corrigée (RSS, cm) (H1/3 = 2 m, σ = 11 dB) 1 Hz</b>	(1)	(1)	3,3	<b>3</b>	3,3	<b>3</b>
<b>Orbite (composante radiale) (cm)</b>	30	<b>20</b>	4	<b>2,5</b>	2,5	<b>1,5</b>
<b>SSH corrigée (RSS, cm) (H1/3 = 2 m, σ = 11 dB) 1 Hz</b>	(1)	(1)	5,2	<b>3,9</b>	4,1	<b>3,3</b>
<b>Hauteur des vagues H1/3 (m ou %H1/3, le plus grand des deux)</b>	0,5 ou 10%	<b>0,5 (5) ou 10%</b>	0,5 ou 10%	<b>0,4 (4) ou 10%</b>	0,5 ou 10%	<b>0,4 (4) ou 10%</b>
<b>Vitesse du vent (m/s)</b>	2	<b>1,6 (5)</b>	1,7	<b>1,5 (4)</b>	1,7	<b>1,5 (4)</b>

(1) non disponible dans les OSDR, mais calculable par ailleurs / (2) études en cours pour amélioration / (3) après lissage sur 100 km / (4) après étalonnage d'un biais / (5) après étalonnage d'un biais et élimination des données aberrantes

Tableau 2. Bilan d'erreur Jason-1 en fin de phase Cal/Val

Le segment sol a également démontré ses qualités en terme de performances et de robustesse : depuis le début du premier cycle de la mission, plus de 99,8% des données possibles ont été acquises. Il a permis de remplir tous les objectifs qui étaient assignés à la phase de recette en vol, et a démontré en huit mois de fonctionnement de routine une bonne adéquation à la mission.

Les opérations de routine pour la commande et le contrôle du satellite ont été transférées avec succès du Cnes au JPL en avril 2002, les opérations spécifiques ainsi que les expertises sur le satellite restant sous la responsabilité du Cnes.

Les produits scientifiques ont été élaborés à titre expérimental pendant la phase de recette en vol, puis distribués aux utilisateurs scientifiques pendant la phase de vérification pour établir un bilan scientifique précis de la

qualité de ces produits et assurer l'étalonnage des produits issus des deux missions Jason-1 et Topex/Poséidon. Un bilan d'erreur Jason-1 réactualisé a ainsi pu être établi, confirmant que les objectifs de la mission en terme de performances étaient atteints.

Ceci a permis de confirmer que les exigences opérationnelles en terme de délai de fourniture pouvaient être tenues, aussi bien pour les produits "temps réel" que pour les produits de précision.

Les premiers produits altimétriques montrent également une très bonne cohérence avec les mesures effectuées par Topex/Poséidon.

La phase suivante de la mission peut maintenant démarrer avec la distribution des produits scientifiques étalonnés et validés. Jason-1 est désormais prêt à assurer la continuité du service altimétrique.

