

Deux satellites altimétriques : un minimum pour l'observation et la prévision de l'océan

V. Rosmorduc, F. Hernandez - CLS, France
Vinca Rosmorduc - E-Mail : vinca.rosmorduc@cls.fr

Le 15 août 2002, Topex/Poséidon a été décalé sur son orbite, après 10 ans à parcourir les mêmes traces. Avec les lancements de Jason-1 fin 2001 et d'Envisat début 2002, Topex/Poséidon décalé, ERS-2 toujours en service, et GFO lancé en 1998, c'est une configuration inédite et très riche de satellites altimétriques qui est momentanément disponible.



Figure 1. Les orbites de Topex/Poséidon et Jason-1 sont similaires, décalées de 158 km |

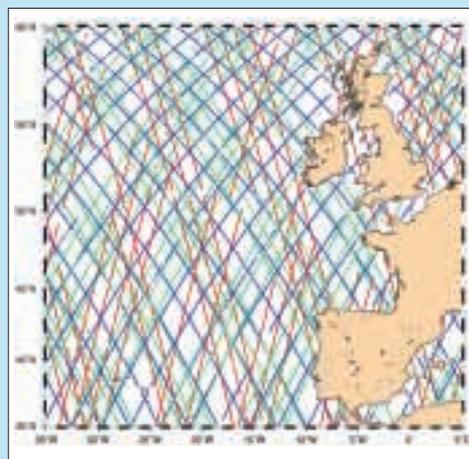
Le choix de l'orbite d'un satellite altimétrique comme Jason-1 ou ERS est le fruit d'un compromis entre la fréquence de passage et la résolution spatiale. Plus il passera souvent au dessus d'un même point, moins le maillage de ses mesures sera serré, et inversement. Par exemple, ERS-1 dans sa phase géodésique (168 jours) avait des traces à l'équateur seulement espacées de 8 km, alors que dans sa phase "glaces" (3 jours), cet écartement était porté à 909 km.

Pour observer à la fois souvent et avec une couverture assez dense la surface de la Terre, une solution est d'associer plusieurs satellites. La combinaison des données ERS et Topex/Poséidon permet d'améliorer notablement la résolution spatio-temporelle (figure 3). On peut ainsi mieux voir la circulation océanique à l'échelle de la centaine de kilomètres, et suivre son évolution (figure 2). En effet, T/P et Jason-1 repassent au-dessus des mêmes points assez souvent (10 jours) pour suivre les variations océaniques mésoéchelles, mais les traces au sol sont distantes de quelques 315 km à l'équateur, soit plus que la taille moyenne d'un tourbillon océanique. ERS et Envisat, par contre, n'ont au maximum que 90 km entre deux passages à l'équateur, mais ils ne repassent que tous les 35 jours au-dessus d'un même point. Ces caractéristiques complémentaires rendent

Les satellites altimétriques aujourd'hui

Pas moins de cinq satellites altimétriques sont aujourd'hui en service -même si cette configuration favorable ne saurait durer :

- Topex/Poséidon et Jason-1, deux satellites de période assez courte (10 jours), c'est à dire observant assez souvent le même point, mais prenant des mesures assez espacées au sol (315 km à l'équateur). Ces deux satellites sont, depuis le 15 septembre, en configuration décalée, séparés de 158 km à l'équateur ;
- ERS-2 et Envisat, deux satellites de période plus longue (35 jours), mais avec des mesures assez serrées (90 km à l'équateur) ;
- et GFO, un satellite "intermédiaire", de période 17 jours, avec une intertrace de 160 km à l'équateur, lui-même sur les traces de son prédécesseur, Geosat (1985-1990).



Traces au sol T/P (bleu), ERS-2 (rouge) et GFO (vert) sur 10 jours (14 au 23 décembre 2000) |

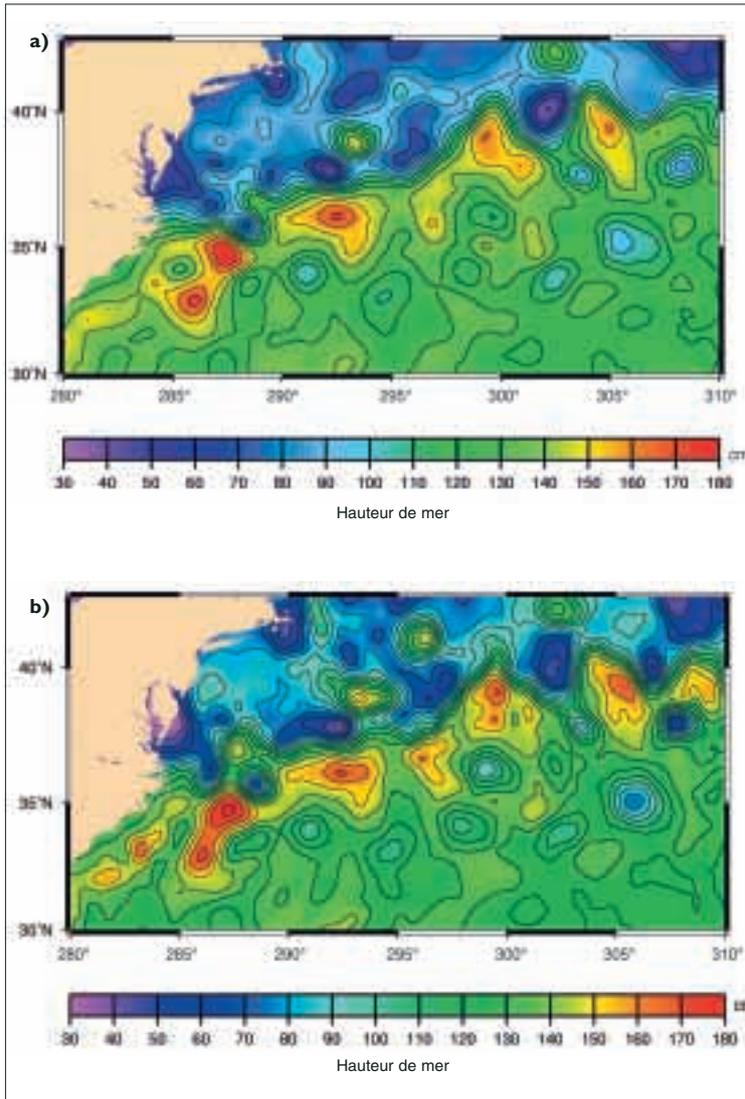


Figure 2. Hauteur de mer dans la région du Gulf Stream, le 5 décembre 1999 : a) données Topex/Poséidon seules, b) Topex/Poséidon + ERS-2. On observe une bien meilleure résolution des tourbillons, nombreux dans ce courant

cette association ERS – Topex/Poséidon (et Envisat – Jason-1) particulièrement intéressante.

La nouvelle orbite de T/P, décalée à mi-chemin entre ses anciennes traces au sol – maintenant celles de Jason-1 – (figure 1) apporte encore d'autres possibilités. Cette association de deux satellites dédiés, de même conception, et intercalés au préalable, fournit des données tous les 10 jours, avec une intertrace à l'équateur de 158 km. Les deux satellites, ont des

performances équivalentes, et une orbite synchrone.

D'autres combinaisons sont possibles. Celle des données GFO à T/P et ERS-2, en particulier, améliore de façon conséquente la description de la mésoéchelle océanique (figures 4 et 5) et permet surtout une couverture constante sur tout le globe.

L'idée est maintenant de pouvoir pérenniser ce système, et de préférence de l'améliorer, en ayant toujours au grand minimum deux satellites altimétriques fonctionnant en

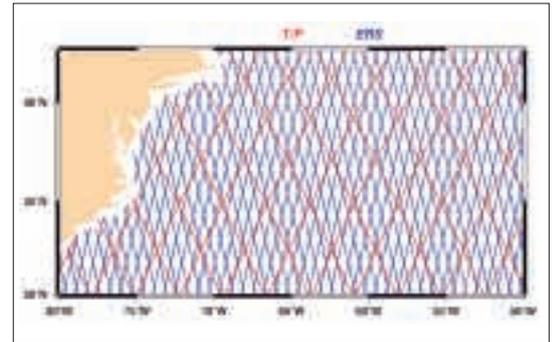


Figure 3. Traces au sol Topex/Poséidon et ERS-2 superposées

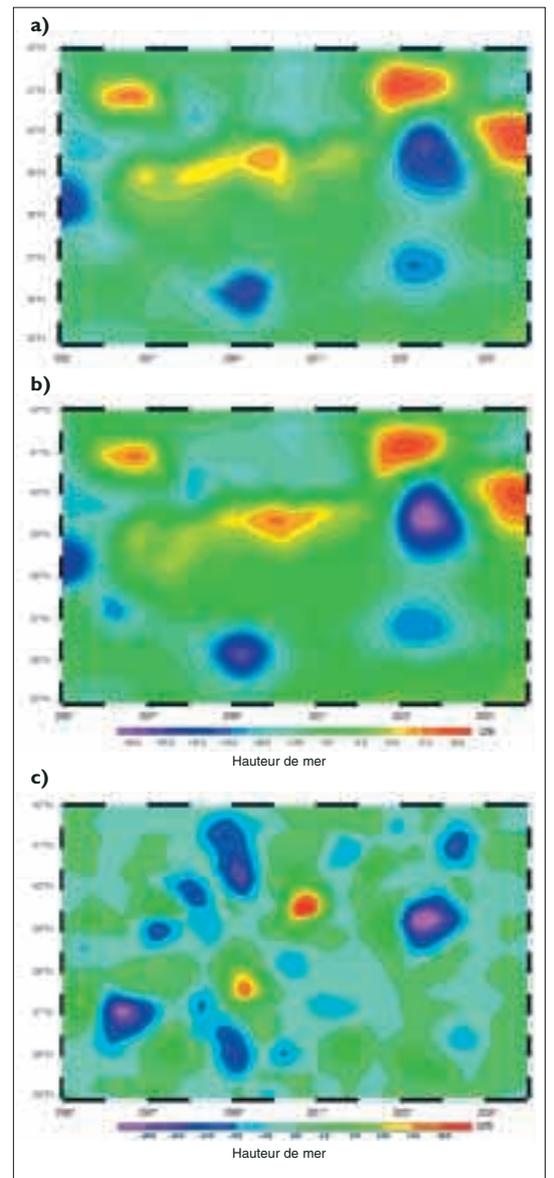
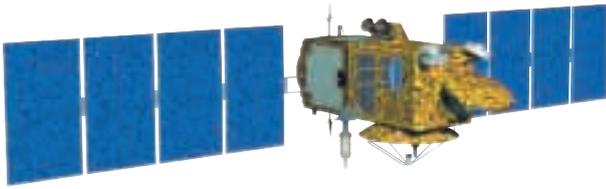
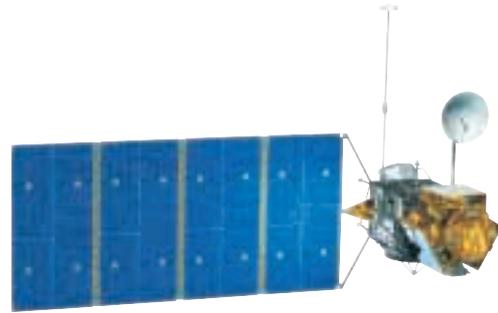


Figure 4. Comparaison des hauteurs de mer absolues calculées avec T/P et ERS-2 (a) et T/P+ERS-2+GFO (b), le 20 décembre 2000 dans le Kuroshio ; (c) la différence entre les deux



| Jason-1 |



| Topex/Poseidon |

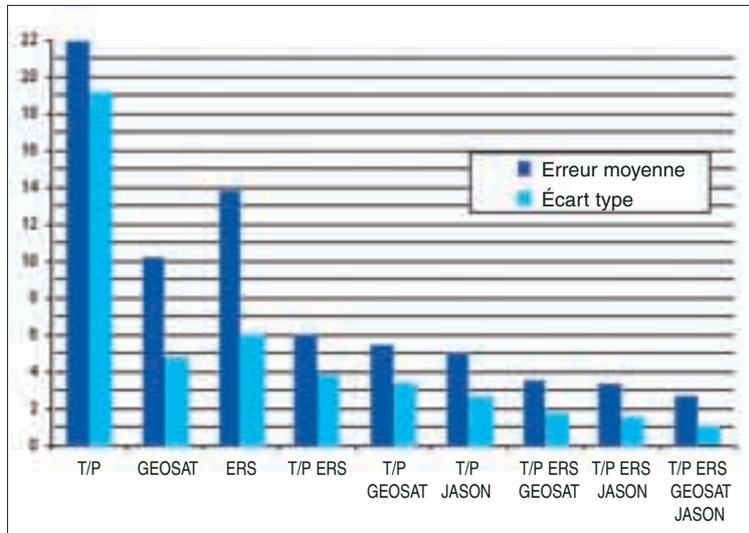
même temps, dont une mission de haute précision, dédiée, pour servir de référence. L'expérience internationale Godae (Global Ocean Data Assimilation Experiment), qui fédère les projets d'océanographie opérationnelle dans le monde, en fait une des conditions nécessaires à la mise en place de systèmes de prévision océanique.

À moyen terme, sont aujourd'hui évoquées des missions altimétriques qui pourront

L'échantillonnage à haute résolution

L'échantillonnage à haute résolution que permet l'utilisation combinée de plusieurs satellites est nécessaire pour de nombreuses applications :

- Les phénomènes océaniques changent d'amplitude, d'échelle et de fréquence suivant les zones. Les tourbillons sont de plus faible taille aux hautes latitudes : un réseau spatial dense est nécessaire. Inversement, sous les Tropiques, les phénomènes ondulatoires sont plus rapides et demandent des observations plus fréquentes.
- la haute résolution permet d'observer une nouvelle gamme de phénomènes causés par le vent et les variations de pression atmosphérique, ainsi que mieux comprendre les phénomènes transitoires, en particulier proches des côtes.
- l'étude des glaces de mer et glaciers continentaux
- l'étude des états de mer
- les marées



| Figure 5. Amélioration de la restitution de la circulation mésoéchelle. À noter que l'orbite de T/P, très espacée spatialement est peu adaptée à la restitution de ces signaux |

"balayer" la surface océanique et en fournir une description à des échelles de quelques dizaines de kilomètres, avec une fréquence de passages de quelques jours au-dessus du même point. On étudie également des constellations de micro-satellites dédiés, de faible coût (AltiKa, Wittex).

En particulier, le successeur de Jason-1 devrait embarquer à son bord (en plus d'un instrument de référence Poséidon) un instrument expérimental, WSOA, interféromètre altimétrique : des bras, portant des antennes altimètres permettraient d'obtenir simultanément plusieurs mesures qui, seules ou combinées, fourniraient de

façon continue une couverture spatiale très étendue (200 km de fauchée). La succession d'Envisat est pour l'instant à l'étude. À plus long terme, l'objectif est de pouvoir suivre les variations océaniques assez rapides (moins de 10 jours) à une échelle inférieure à la centaine de kilomètres

Au-delà de 2010, les solutions "classiques" sont toujours envisagées pour des missions opérationnelles. C'est ainsi que la NOAA et le Département de la Défense des États-Unis envisagent de lancer une mission altimétrique dans le cadre du futur programme océanographique et météorologique NPOES.

| Références bibliographiques |

Chelton D.B. (éd.), 2001: Report of the High-Resolution Ocean Topography Science Working Group Meeting, Oregon State University, Corvallis, Ref 2001-4, October 2001

Fu L.L. (éd.), 2003: Wide-Swath Altimetric Measurement of Ocean Surface Topography, JPL Publication 03-002, February 2003

Le Traon, P.Y., G. Dibarboure, N. Ducet, 2001: Use of a high resolution model to analyze the mapping capabilities of multiple-altimeter missions, *J. Atmos. Ocean. Tech.*, **18**, 1277-1288.

Le Traon, P.Y., G. Dibarboure, 2002: Velocity mapping capabilities of present and future altimeter missions: the role of high frequency signals, *J. Atmos. Ocean. Tech.*, **19**, 2077-2087.