

EXERCICE III : Topex-Poséidon

Document 1 : le satellite Topex/Poséidon

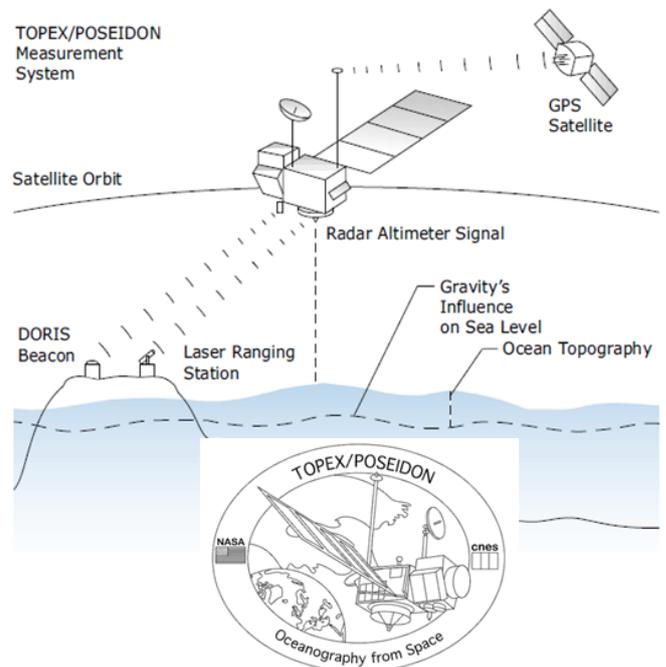
Topex/Poséidon est un satellite d'océanographie développé conjointement par la NASA et le CNES et lancé en 1992 par une fusée Ariane 4. Son objectif était de mesurer avec une précision de quelques centimètres, par la technique d'altimétrie satellitaire, la « topographie océanique », c'est-à-dire le relief de la surface de l'océan. Il orbite à environ 1336 km d'altitude

Quelques instruments embarqués

ALT (Radar Altimeter) est un altimètre radar développé par la NASA. Le radar émet sur deux longueurs d'ondes - 13,6 GHz et aussi 5,3 GHz pour permettre la correction du délai lié généré par la traversée de l'ionosphère. L'antenne est pointée avec une précision de 0,14° et fournit une mesure de l'altitude avec une précision de 2,4 cm.

TMR (TOPEX Microwave Radiometer) développé par le centre JPL de la NASA est un radiomètre émettant dans le domaine des micro-ondes. Son rôle est de mesurer la quantité de vapeur d'eau présente tout au long du chemin suivi par l'onde émise par l'altimètre radar. L'objectif est de corriger le délai induit par la présence de la vapeur d'eau. Il est donc étroitement associé à l'altimètre radar.

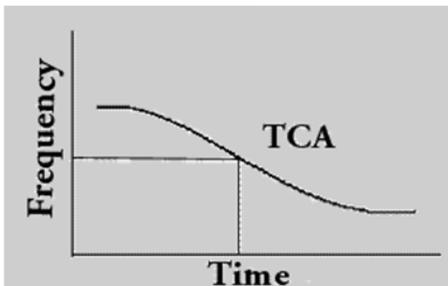
Le système Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite (DORIS) est un nouvel équipement développé par le CNES, Il repose sur un réseau de 50 stations situées à terre qui émettent en permanence sur deux longueurs d'ondes (2036,25 MHz et 401,25 MHz). Le récepteur embarqué à bord du satellite mesure l'effet Doppler subi par le signal, ce qui permet de déterminer la vitesse radiale entre la station émettrice et le satellite. Le système permet de mesurer la distance entre ces deux points avec une précision supérieure à 5 cm.



Document 2 : le système Doris

L'antenne réceptrice du système Doris à bord des satellites reçoit les rayonnements émis par le réseau de stations terrestres. Lorsque le récepteur et la source se déplacent l'un par rapport à l'autre, la longueur d'onde à la réception diffère de la longueur d'onde à l'émission : c'est l'effet Doppler.

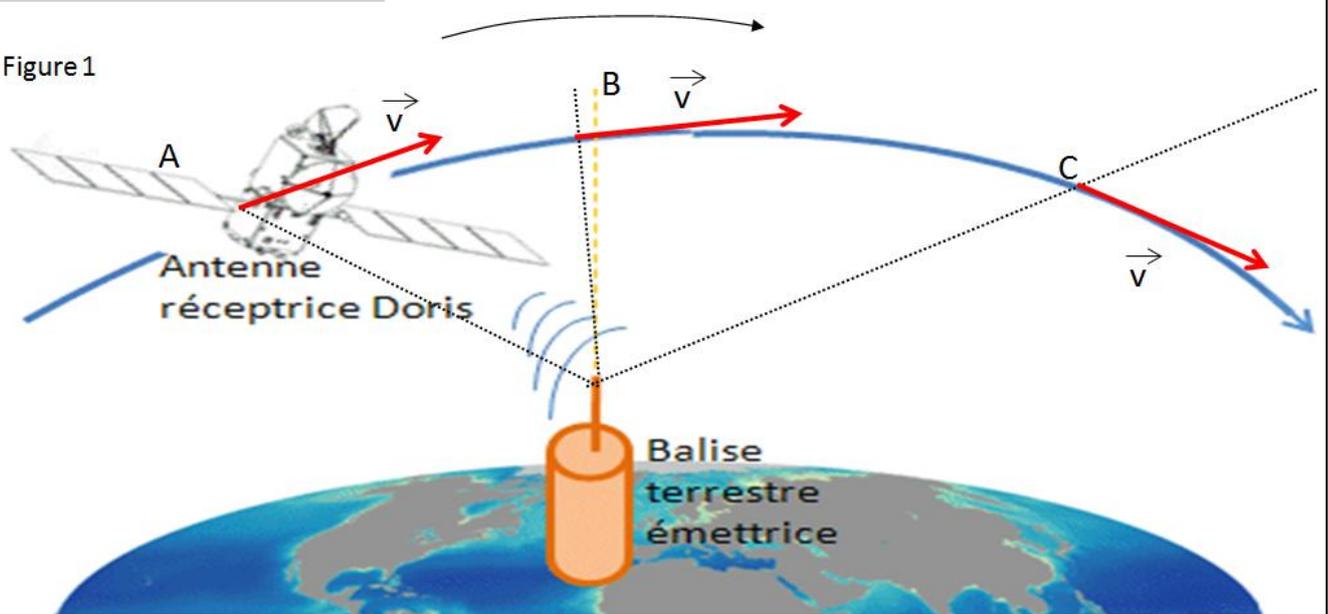
Quand le satellite se rapproche de l'émetteur, la fréquence du signal reçu par les instruments Doris à bord du satellite est plus élevée que celle du signal émis, et moins élevée quand il s'en éloigne. Si les fréquences des signaux reçus et émis sont égales, l'émetteur se trouve sur la perpendiculaire à la trace du satellite au sol. Sur un tracé de la fréquence reçue par le satellite en fonction du temps, la pente de la courbe au point de proximité maximale (point TCA : Time of Closest Approach) permet de **calculer la distance entre la balise émettrice et le satellite**.



La fréquence reçue par le satellite dépend de la fréquence émise par la balise, de la célérité de l'onde porteuse électromagnétique (300000 km/s) et de la composante de la vitesse du satellite suivant la direction satellite-balise (direction de propagation de l'onde reçue par le satellite).

La relation reliant toutes ces grandeurs est la suivante :
Fréquence émise = (Fréquence reçue) + (Fréquence reçue x composante de la vitesse du satellite suivant la direction de propagation / célérité des ondes électromagnétiques).

Figure 1



A- Le système DORIS

- 1- Quel est le rôle des balises DORIS réparties un peu partout sur Terre?
- 2- Calculer la longueur d'onde de l'onde émise par la balise. Cette radiation fait partie de quel domaine d'ondes électromagnétique ?
- 3- La vitesse radiale V_r du satellite est la composante de la vitesse sur la direction de propagation de l'onde de la balise DORIS. Sur la figure 1 du document 2, Tracer la vitesse radiale V_r au 3 localisations : A , B et C.
- 4- Ecrire la relation entre la fréquence du signal émise noté f_e , la fréquence reçue par le satellite f_r , la vitesse de la lumière c et la composante radiale de la vitesse du satellite V_r . (avec $v_r > 0$ si v_r dans le sens plus de l'axe Balise-satellite ou $v_r < 0$ si v_r dans le sens négatif de l'axe)
- 5- En déduire en quel point A, B ou C la fréquence reçue est inférieure à la fréquence émise. Justifier. Vérifier en observant le graphe TCA.
- 6- Une mesure a donné une fréquence reçue de 2036.27 MHz. Se trouve dans la situation A, B ou C ? Calculer la vitesse radiale du satellite. Ce résultat est-il compatible avec la vitesse du satellite sur son orbite qui est de 5.8 km/s . Toutes ces vitesses sont-elles mesurées dans le référentiel terrestre ou géocentrique ?

B- L'altimètre

- 1- L'altimètre radar ALT envoie un faisceau d'ondes radio qui se réfléchissent sur la surface de la mer et retournent au satellite. Quelle grandeur mesure alors le satellite pour déterminer la distance exacte entre lui-même et le niveau de l'océan ?
- 2- Expliquer pourquoi le temps de parcours de l'onde doit être mesuré avec grande précision ?

C- Le radiomètre à micro-onde TMR

- 1- A quoi est-il utile ?
- 2- De quel phénomène physique tient-il compte : Diffraction, interférence, réflexion, réfraction ?