

EXERCICE III : Topex-Poséidon

5 pt

A- Le système DORIS

0.25pt

1- Quel est le rôle des balises DORIS réparties un peu partout sur Terre?

Les balises DORIS permettent de déterminer la position exacte du satellite à un instant donné

2- Calculer la longueur d'onde de l'onde émise par la balise. Cette radiation fait partie de quel domaine d'ondes électromagnétique ?

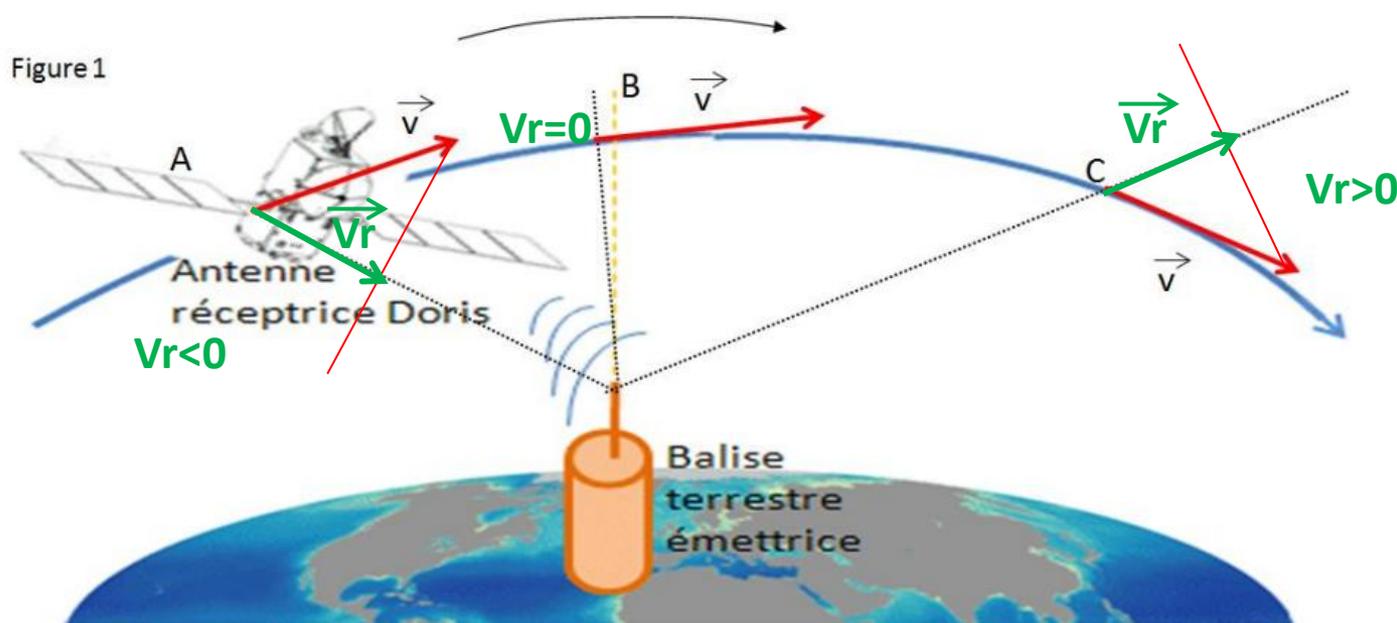
0.5pt

$$F = 2036.25 \text{ MHz} \\ = 2.03625 \times 10^9 \text{ Hz}$$

$$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{2.03625 \times 10^9} = 0.147 \text{ m} = 14.7 \text{ cm}$$

Ce sont des ondes radio

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.



0.75pt

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)

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

0.5pt

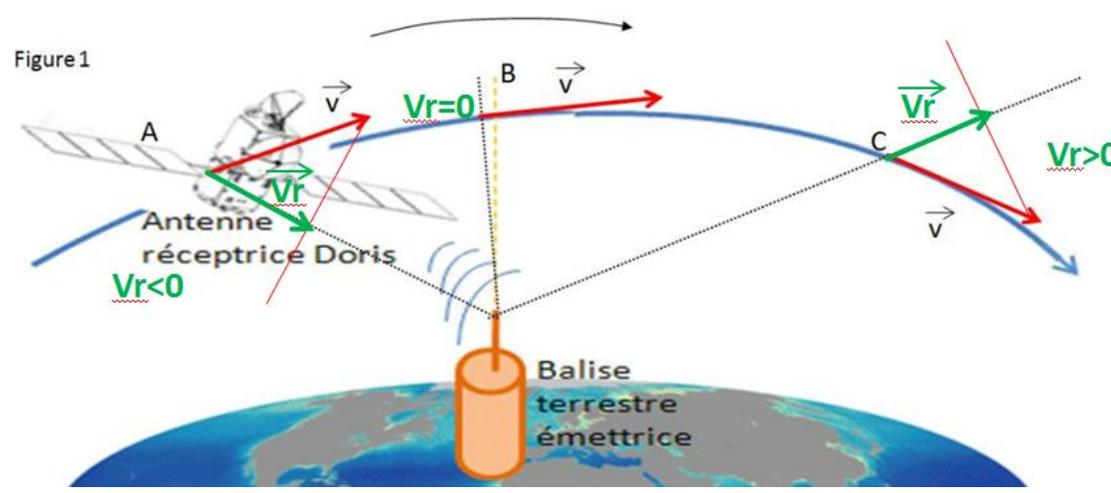
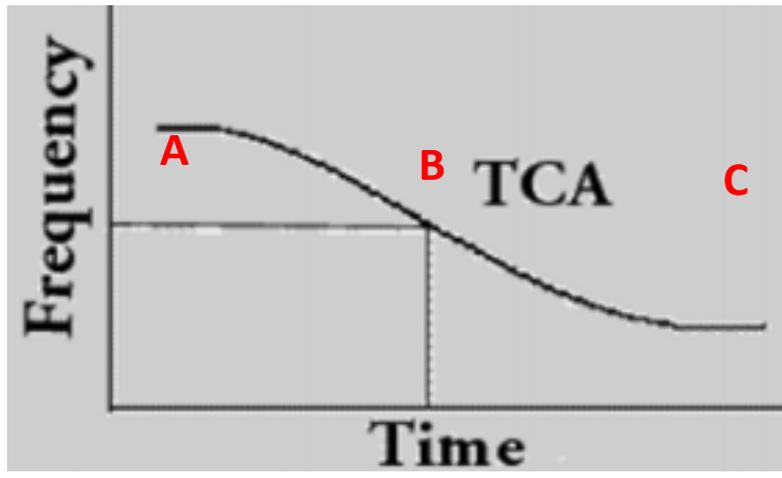
$$f_e = f_r + f_r \cdot \frac{v_r}{c} = f_r \cdot \left(1 + \frac{v_r}{c} \right)$$

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.

$f_e = f_r \cdot \left(1 + \frac{v_r}{c} \right)$ Donc $f_r < f_e$ si $v_r > 0$

Ce qui correspond au point C

0.5pt



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 ?

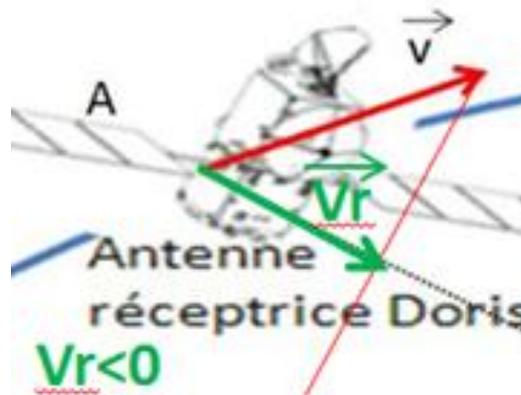
$$2036.27 > 2036.25 \quad \Rightarrow \quad f_r > f_e \quad \text{Situation A (} v_r < 0 \text{)}$$

$$f_e = f_r \left(1 + \frac{v_r}{c} \right) \quad \Rightarrow \quad v_r = \left(\frac{f_e}{f_r} - 1 \right) \cdot c \quad v_r = \left(\frac{2036.25}{2036.27} - 1 \right) \cdot 3 \cdot 10^8 \quad v_r = -2946.5 \text{ m/s}$$

Vitesse du satellite $v = 5800 \text{ m/s}$

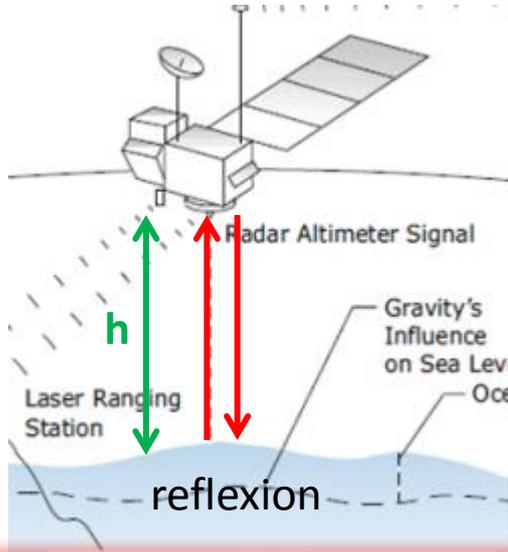
1 pt

v_r : projection de v sur l'axe doit être $< v$ or ici $v_r = 2946.5 \text{ m/s}$



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 ?



La vitesse de l'onde est connue : $c=3.108 \text{ m/s}$
(avec d'éventuelles corrections dues à la vapeur d'eau)

Le satellite peut mesurer la durée Δt entre l'émission et la réception de l'onde réfléchi

On en déduit la distance parcourue $2h = c \cdot \Delta t$

Puis l'altitude : $h = \frac{c \cdot \Delta t}{2}$

0.5pt

- 2- Expliquer pourquoi le temps de parcours de l'onde doit être mesuré avec grande précision ?

0.25pt

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 $0,14^\circ$ et fournit une mesure de l'altitude avec une précision de **2,4 cm**.

quelques centimètres, par la technique d'altimétrie radar. Il orbite à environ **1336 km** d'altitude

Si l'on veut déterminer h avec une précision de 2.4 cm sur une distance de environ $2 \times 1336 \text{ km}$, la détermination de Δt doit être extrêmement précise

C- Le radiomètre à micro-onde TMR

1- A quoi est-il utile ?

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.

La présence de vapeur d'eau pouvant faire varier la vitesse de l'onde, cet appareil sert à corriger la valeur de la durée Δt de l'aller-retour de l'onde de l'altimètre

0.5pt

2- De quel phénomène physique tient-il compte : Diffraction, interférence, réflexion, réfraction ?

Si la vitesse de l'onde varie légèrement, on a affaire à un phénomène de réfraction par changement de milieu

0.25pt