

## Partie B. Mesure de l'évolution du niveau de la mer (6 points)

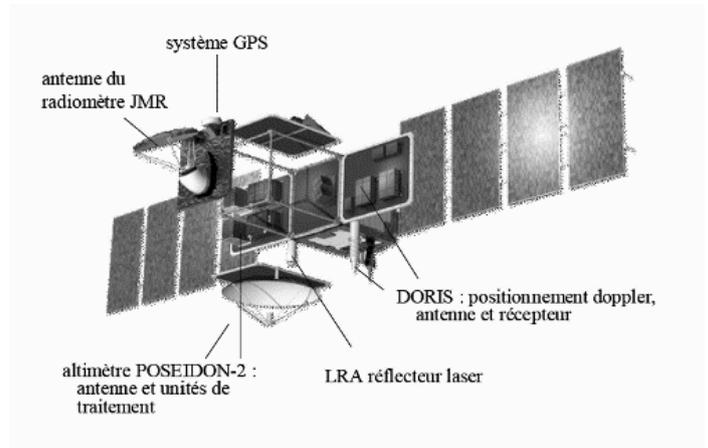
**Mots-clés :** *ondes progressives périodiques, diffraction des ondes.*

### Donnée

- Vitesse de la lumière dans le vide :  $c = 2,99794 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Initiée par le CNES et la NASA, la mission JASON (famille de trois satellites : Jason-1, Jason-2 et Jason-3, lancés respectivement en 2001, 2008 et 2016) a pour objectif principal de mesurer en temps réel de manière globale le niveau de la mer et ses variations, la hauteur des vagues et la vitesse du vent de surface, afin de surveiller et de prédire l'évolution des océans.

Le CNES assure également le développement de deux des instruments embarqués à bord des satellites Jason : **l'altimètre Poséidon et le récepteur Doris.**

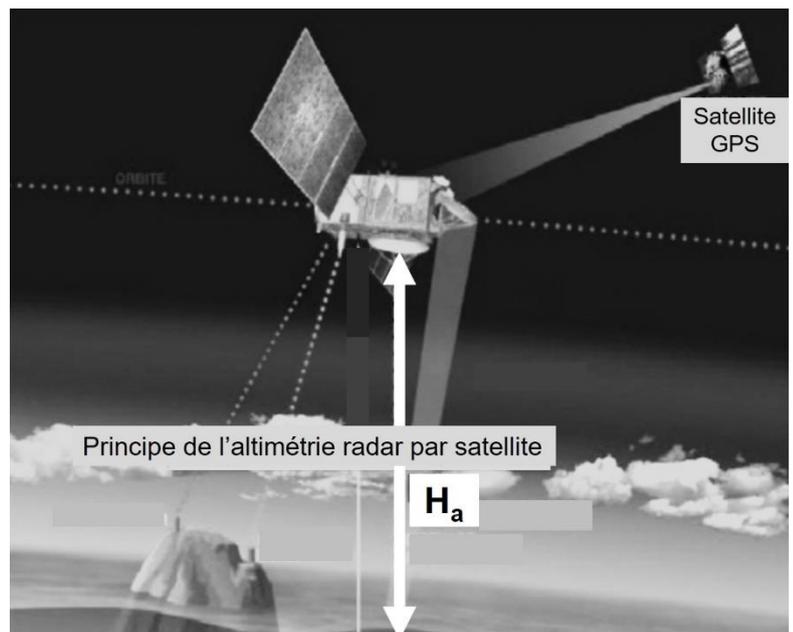


*Schéma du satellite Jason 2*

*D'après <http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/Jason-mesure-niveau-des-oceans.xml> (image credit : CNES/AVISO)*

**L'altimètre Poséidon** est un radar embarqué sur le satellite émettant verticalement (visée nadir) des ondes radios, sous forme de brèves impulsions. Les ondes se réfléchissent sur la surface des océans. L'écho de chaque impulsion est détecté et analysé à bord du satellite, ce qui conduit à une détermination précise de la distance « altimétrique » :  $H_a$ , entre le satellite et le niveau de la mer connaissant la durée  $\Delta t$  d'aller-retour du signal radar et la célérité  $V$  de propagation de l'onde.

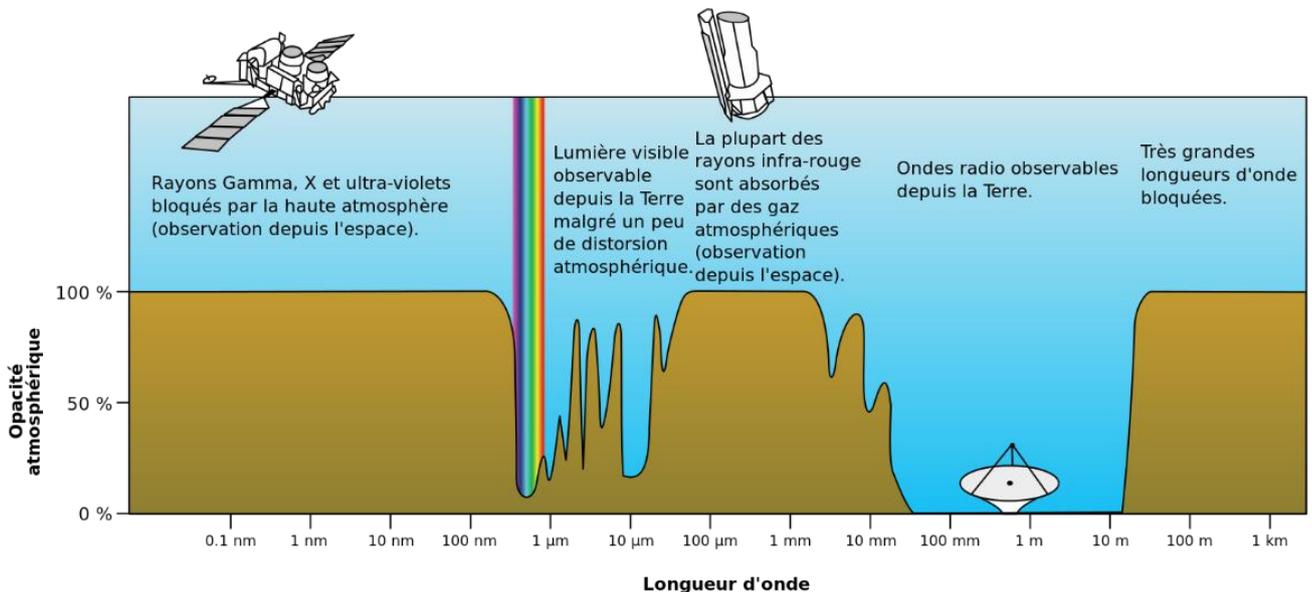
Les caractéristiques de l'altimètre sont résumées dans le tableau ci-après.



Fréquences d'émission	$F_1 = 13,576$ GHz (bande Ku) $F_2 = 5,3$ GHz Rappel : 1 GHz = $10^9$ Hz
Durée des impulsions	$\tau = 3$ ns
Dimension de l'antenne émettrice	Rayon : $r = 0,60$ m
Technique de balayage	Visée Nadir uniquement Échantillonnage à intervalles de 30 km le long de la trace au sol
Couverture/cycle	Couverture mondiale en 1 mois avec espacement moyen de 30 km ou en 10 jours avec espacement moyen de 100 km
Résolution, points sous le satellite	30 km au champ de vision instantanée

D'après <http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/Jason-mesure-niveau-des-oceans.xml> (Guide des instruments et des méthodes d'observation, volume IV-Observations spatiales-OMM-édition 2018 : 8-IV-2018)

### Opacité de l'atmosphère terrestre selon la longueur d'onde de la lumière, © NASA



**Q21** - Indiquer si une onde électromagnétique est une onde longitudinale ou une onde transversale.

**Q22** - Exprimer la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde émise par le radar embarqué sur le satellite puis calculer sa valeur pour la fréquence  $F_1$ .

**Q23** - Préciser le domaine spectral de cette onde et justifier à l'aide du document ci-dessus le choix de ce domaine.

**Q24** - Exprimer la distance « altimétrique »  $H_a$  en fonction de la célérité  $V$  de l'onde du radar, et de la durée  $\Delta t$  d'un aller-retour.

La vitesse de propagation de l'onde dépend de la composition de l'atmosphère, ainsi l'indice de réfraction du milieu peut varier entre 1,00029 et 1,00032.

**Q25** - Est-il nécessaire de disposer d'un système afin d'évaluer l'impact de cet indice sachant que la position du satellite doit être déterminée au centimètre près ? Justifier la réponse à l'aide d'applications numériques et en faisant preuve d'esprit critique.

Donnée : durée d'un aller-retour :  $\Delta t = 8,91283$  ms

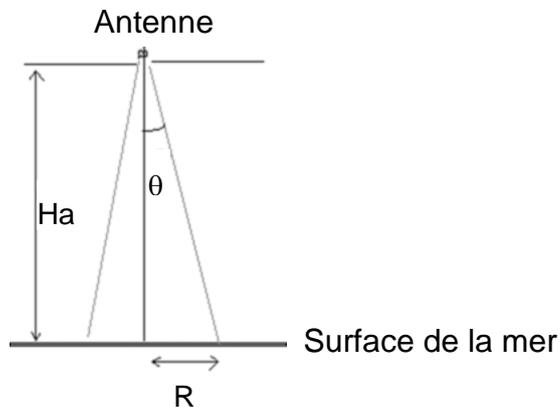
Schéma du faisceau émis par le radar Poséïdon :

$$\theta = 0,61 \times \frac{\lambda}{r}$$

$\lambda$  : longueur d'onde du radar (m)

$r$  : rayon de l'antenne émettrice (m)

$\theta$  : angle d'ouverture (°)



L'onde émise par le radar subit un élargissement caractérisé par une ouverture angulaire «  $\theta$  » représentée sur le document ci-dessus.

La zone étudiée à la surface de la mer est alors un disque caractérisé par un rayon  $R$ .

On admet que la valeur de l'altitude du satellite est  $H_a = 1\,336$  km et que la valeur de la longueur d'onde émise est  $\lambda = 2,2$  cm.

**Q26** - Expliquer pourquoi le faisceau de l'onde électromagnétique est élargi.

**Q27** - En considérant que  $\tan(\theta)$  est peu différent de  $\theta$  (en radian), établir une relation entre  $R$ ,  $H_a$ ,  $r$  et  $\lambda$ .

**Q28** - Calculer la valeur du rayon  $R$  de la surface au sol couverte par le faisceau LASER. Comparer à la résolution (points sous le satellite) précisée dans le tableau ci-dessus de JASON-2.