

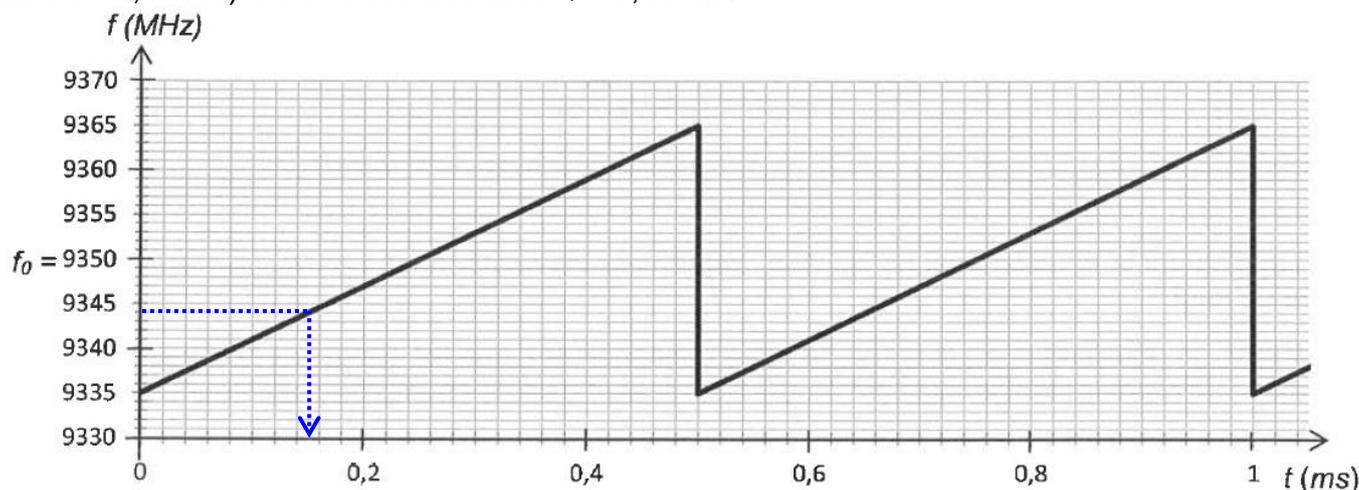
## EXERCICE III. UN RADAR DE SURVEILLANCE MARITIME (5 points)

## 1. Détermination de la position d'une cible fixe par la technique de l'écho

1.1. Vu que l'onde effectue un aller-retour (à la célérité  $c$ ) entre le radar et le bateau, on peut

écrire :  $c = \frac{2d}{\Delta t}$  donc  $d = \frac{c \cdot \Delta t}{2}$

1.2. En utilisant le document 1, on en déduit que l'onde de fréquence 9344 MHz (et reçue à la date  $t = 0,43$  ms) a été émise à la date  $t_1 = 0,15$  ms.



1.3.  $d = \frac{c \cdot \Delta t}{2} = \frac{c \cdot (t - t_1)}{2}$

$$d = \frac{3,00 \times 10^8 \times (0,43 \times 10^{-3} - 0,15 \times 10^{-3})}{2} = 4,2 \times 10^4 \text{ m} = 42 \text{ km}$$

1.4. Le bateau responsable de l'écho est situé à la distance de  $d = 42 \text{ km} = \frac{42}{1,852} = 23 \text{ mn}$ ,

(mn = miles nautiques).

À l'aide du document 2, on détermine que pour le bateau 1,  $18 \text{ mn} < d < 27 \text{ mn}$  tandis que pour le bateau 2,  $27 \text{ mn} < d < 36 \text{ mn}$  : on en déduit que l'écho correspond au bateau 1.

1.5. Vu le principe de la mesure de la durée de l'écho qui détermine la date d'émission  $t_1$  en mesurant la fréquence de l'onde reçue lors de l'écho, la durée de l'écho doit être au maximum égale à 0,5 ms (au-delà, il y a risque de confusion sur la date d'émission du signal).

$$d = \frac{c \cdot \Delta t_{MAX}}{2}$$

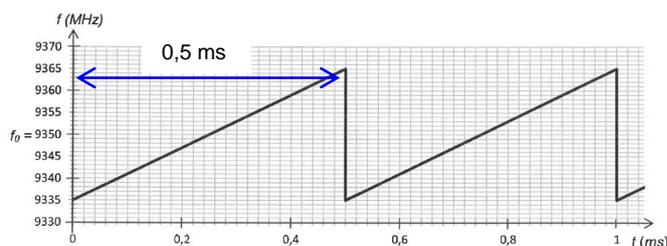
$$d = \frac{3,00 \times 10^8 \times 0,5 \times 10^{-3}}{2} = 7,5 \times 10^4 \text{ m} = 75 \text{ km} = 40 \text{ mn}$$

Cette valeur est cohérente car proche de celle indiquée par le constructeur (36 mn) mais elle est légèrement supérieure.

## 2. Limites du dispositif par effet Doppler

2.1. L'expression du décalage Doppler est :  $\Delta f_D = \frac{2v}{c} \cdot f_0 \cdot |\cos \theta|$ .

Ainsi, il n'y a pas de décalage Doppler quand  $\cos \theta = 0$ , soit  $\theta = 90^\circ$



2.2. On cherche  $v$  à partir de la relation  $\Delta f_D = \frac{2v}{c} \cdot f_0 \cdot |\cos \theta| \Leftrightarrow v = \frac{\Delta f_D \cdot c}{2f_0 \cdot |\cos \theta|}$

$$v = \frac{1,5 \times 10^3 \times 3,00 \times 10^8}{2 \times 9350 \times 10^6 \times \cos 0} = 24 \text{ m.s}^{-1}$$

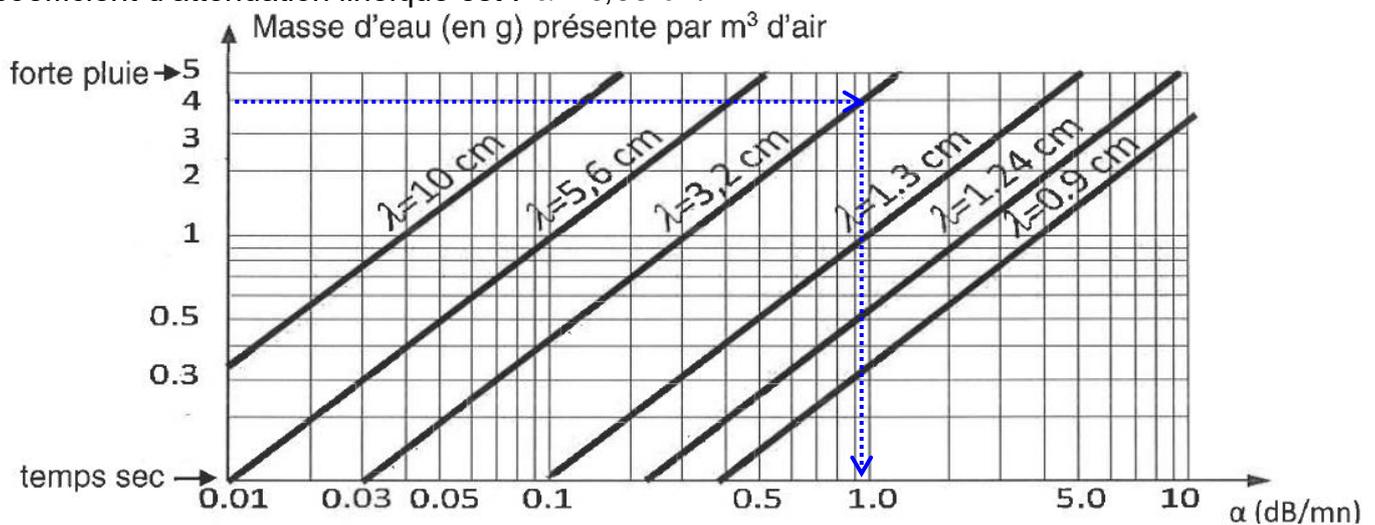
### 3. Limites du dispositif par effet Doppler

3.1. Les systèmes radar utilisent une propagation libre car l'onde radar se propage dans l'air sans être guidée (il n'y a pas de fil entre le radar et les corps qu'il détecte !).

3.2. Pour une OEM,  $\lambda = \frac{c}{v} = \frac{c}{f_0}$  avec les notations de l'énoncé.

$$\lambda = \frac{3,00 \times 10^8}{9350 \times 10^6} = 3,21 \times 10^{-2} \text{ m (soit environ 3,2 cm pour la question suivante)}$$

3.3. Pour une masse d'eau présente de 4 g par  $\text{m}^3$  d'air et une longueur d'onde de 3,2 cm, le coefficient d'atténuation linéique est :  $\alpha = 0,95 \text{ dB/mn}$



$$\text{Or } \alpha = \frac{10}{L} \log \left( \frac{P_{\text{émise}}}{P_{\text{reçue}}} \right) \Leftrightarrow \frac{\alpha \cdot L}{10} = \log \left( \frac{P_{\text{émise}}}{P_{\text{reçue}}} \right) \Leftrightarrow 10^{\frac{\alpha \cdot L}{10}} = \frac{P_{\text{émise}}}{P_{\text{reçue}}} \Leftrightarrow P_{\text{reçue}} = \frac{P_{\text{émise}}}{10^{\frac{\alpha \cdot L}{10}}}$$

$$P_{\text{reçue}} = \frac{165}{10^{\frac{0,95 \times 36}{10}}} = 6,27 \times 10^{-2} \text{ mW}$$

*Rq : étant en dB/mn, il faut laisser la distance L en mn.*

La puissance reçue est supérieure à la puissance minimale détectable ( $1 \times 10^{-11} \text{ mW}$ ) : l'écho radar est détectable dans ces conditions.

### Compétences exigibles ou attendues :

**En noir : officiel (Au B.O.)**

**En italique : officieux (au regard des sujets de bac depuis 2013)**

- Extraire et exploiter des informations sur un dispositif de détection.
- Connaître la valeur de la célérité de la lumière dans le vide (2<sup>nde</sup>).
- Connaître et exploiter la relation entre retard, distance et vitesse de propagation (célérité).
- Exploiter l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses
- Distinguer propagation libre et propagation guidée.*
- Connaître les grandeurs physiques associées à une onde électromagnétique et la relation les reliant.
- Évaluer l'affaiblissement d'un signal à l'aide du coefficient d'atténuation.