

**Exercice 3 (non spé) : Le radar**  
(10 points)

1. L'effet Doppler est la variation de fréquence d'une onde mesurée entre l'émission et la réception, lorsque l'émetteur et le récepteur sont en mouvement relatif.  $\boxed{0,5}$

2. Pour déterminer la vitesse du véhicule, il faut comparer la fréquence  $f_e$  de l'onde émise par le radar et la fréquence  $f_r$  de l'onde réfléchi.  $\boxed{0,5}$

3. Distance  $d$  parcourue par le récepteur se déplaçant à la vitesse  $u$  pendant la période  $T_E$  :  
 $d = u \cdot T_E$   $\boxed{0,5}$

4.1. Relation entre la fréquence  $f$  et la longueur d'onde  $\lambda$  :  $\lambda = \frac{c}{f}$   $\boxed{0,5}$

4.2. D'après la relation  $\lambda_R = \lambda_E - u \cdot T_E$ , on écrit :

$$u = \frac{\lambda_E - \lambda_R}{T_E} = \frac{\frac{c}{f_e} - \frac{c}{f_r}}{T_E} = \frac{c \cdot (f_r - f_e)}{T_E \cdot f_e \cdot f_r} = \frac{c \cdot |\Delta f|}{f_r}$$

car  $T_E \cdot f_e = 1$   $\boxed{2}$

5. Si le véhicule s'approche du radar, la longueur d'onde diminue, donc la fréquence augmente, on aura alors  $\Delta f = f_r - f_e > 0$ . Inversement, si le véhicule s'éloigne du radar, on aura  $\Delta f < 0$ .  $\boxed{1}$

6.1. Calcul de  $u_v$  :

$$u_v = \frac{c \cdot |\Delta f|}{2 f_r \cdot \cos 25,0} = \frac{c \cdot |\Delta f|}{2 (\Delta f + f_e) \cdot \cos 25,0}$$
$$= \frac{3,00 \cdot 10^8 \times 5690}{2 \times (5690 + 24,125 \cdot 10^9) \times \cos 25,0} \quad \boxed{1}$$
$$= 39,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Conversion en  $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$  :

$$u_v = 39,0 \times 3,6 = 141 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} \quad \boxed{0,5}$$

Le contrôle routier ayant été effectué sur autoroute où la vitesse est limitée à  $130 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , le véhicule est en infraction.  $\boxed{0,5}$

6.2. Pour un écart de  $3^\circ$  de plus par rapport à l'installation rigoureuse, on obtiendrait une vitesse :

$$u_v' = \frac{3,00 \cdot 10^8 \times 5690}{2 \times (5690 + 24,125 \cdot 10^9) \times \cos 28,0}$$
$$= 40,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

soit  $144 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$   $\boxed{0,5}$

L'écart relatif est :  $\frac{u_v' - u_v}{u_v} = \frac{144 - 141}{141} = 0,021$

soit  $2,1 \%$ .  $\boxed{1}$

6.3. La vitesse du véhicule est supérieure à  $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , donc l'erreur tolérée est de  $5 \%$  de la vitesse. Ici, l'erreur est de  $2,1 \%$ , elle est donc tolérable.  $\boxed{0,5}$

7. Deux autres applications de l'effet Doppler :  $\boxed{1}$

- en astrophysique pour mesurer la vitesse des astres
- en imagerie médicale pour déterminer la vitesse de déplacement du sang