

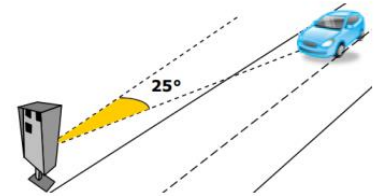
**Document 1 : Le principe du radar**

- Le radar, acronyme de Radio Detection And Ranging (« detection et estimation de la distance par onde radio »), utilise l'effet Doppler pour mesurer la vitesse d'un véhicule. Une antenne émet une onde électromagnétique puis capte sa réflexion par le véhicule en mouvement. La comparaison de ces deux ondes permet de remonter à la vitesse du véhicule.
- Un des radars répandus actuellement émet à la fréquence de 24,125 GHz. La vitesse réglementaire sur les autoroutes françaises est de 130 km.h<sup>-1</sup>. La vitesse  $u_v$  du véhicule (en m.s<sup>-1</sup>) peut être obtenue par la formule :

$$u_v = \frac{c \times |\Delta f|}{2f_R \times \cos 25,0}$$

où  $c$  est la célérité de l'onde (en m.s<sup>-1</sup>),  $f_R$  la fréquence de l'onde reçue (en Hz) et  $\Delta f = f_R - f_E$ ,  $f_E$  est la fréquence de l'onde émise (en Hz).

Le facteur  $\frac{1}{2}$  tient compte de la réflexion de l'onde sur le véhicule et le terme «  $\cos 25,0$  » de l'orientation (en degré) du radar par rapport au véhicule.

**Document 2 – Texte officiel sur la précision des cinémomètres**

- Les erreurs maximales tolérées applicables pour les cinémomètres à poste fixe sont les suivantes :
  - Plus ou moins 5 km.h<sup>-1</sup>, pour les vitesses inférieures à 100 km.h<sup>-1</sup> ;
  - Plus ou moins 5% de la vitesse, pour les vitesses égales ou supérieures à 100 km.h<sup>-1</sup>.

D'après <http://www.legifrance.gouv.fr/>

**Document 3 – Article sur la fiabilité des contrôles radar**

- Comme tous les instruments de mesure réglementés, les cinémomètres utilisés par les forces de l'ordre pour contrôler la vitesse des véhicules routiers sont soumis à une série de contrôles destinés à garantir l'exactitude des mesures réalisées
- La vérification d'installation consiste pour chaque radar fixe à vérifier le respect des conditions d'installation telles que précisées dans la réglementation et notamment l'alignement de l'antenne radar par rapport à la chaussée avec une précision de +/-0,5°.
- La vérification de l'installation d'un instrument dans une cabine fixe est réalisée par un organisme désigné par le ministre chargé de l'industrie [articles 17 et 29 de l'arrêté du 4 juin 2009 modifié] depuis le 31 mars 2010 conformément aux dispositions de l'arrêté du 4 juin 2009 modifié le 20 décembre 2009.

<http://www.securite-routiere.gouv.fr>

**Données** : 1GHz = 10<sup>9</sup> Hz ; La valeur de  $c$  est connue par l'élève.

- Qu'appelle-t-on l'effet Doppler ?
- Quelle grandeur va-t-on comparer pour remonter à la vitesse du véhicule ?
- On considère un émetteur fixe d'ondes électromagnétiques, de fréquence  $f_E$  et de célérité  $c$ , et un récepteur mobile se rapprochant de l'émetteur à la vitesse constante  $u$ .

Pendant la période  $T_E$ , l'onde parcourt la distance  $\lambda_E$  et le récepteur la distance  $d$ .

Exprimer la distance  $d$  parcourue par le récepteur pendant la période  $T_E$ .

- On rappelle que la longueur d'onde apparente du point de vue du récepteur est telle que :  $\lambda_R = \lambda_E - u \times T_E$ 
  - Rappeler la relation entre la fréquence et la longueur d'onde.

- Démontrer que  $u = \frac{c \times |\Delta f|}{f_R}$

- Quel sera le signe de  $\Delta f$  si le véhicule s'approche du radar ? Et s'il s'éloigne ?
- Pour la suite de l'exercice on utilisera la formule de vitesse proposée dans le document 1.
  - Lors d'un contrôle routier sur l'autoroute, un radar automatique mesure une différence de fréquence par rapport à l'émission de 5690 Hz. Le véhicule est-il en excès de vitesse ? Justifier.
  - La position du radar par rapport à la route nécessite une installation rigoureuse (document 3). Calculer l'écart relatif de vitesse qui serait engendré par un écart d'angle de trois degrés pour une même différence de fréquence par rapport à l'émission de 5690 Hz en cas d'une mauvaise installation.
  - Cette erreur est-elle tolérable d'après le document 2 ?
- Citer deux autres applications de l'effet doppler dans la vie courante.