

## TP n°4-b – Détermination de vitesse par effet doppler

### Compétences exigibles au baccalauréat

- Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mesurer une vitesse en utilisant l'effet doppler.
- Exploiter l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses.

### Principe du radar routier

Le radar émet des ondes électromagnétiques de fréquence  $f$  (elles se propagent dans l'air à la célérité  $c$ ) en direction d'un véhicule s'approchant à la vitesse  $v$ . A cause de sa vitesse, le véhicule reçoit cette onde avec une fréquence  $f'$ . Il réfléchit une partie de ces ondes vers le radar, se comportant à son tour comme une source mobile se déplaçant à la vitesse  $v$  en émettant des ondes de fréquence  $f''$ . Le radar capte cette onde réfléchie à la fréquence  $f''$ .

Le décalage fréquentiel,  $\Delta f$ , est donné dans ce cas par la relation :  $\Delta f = f'' - f = \frac{2v}{c} \times f$

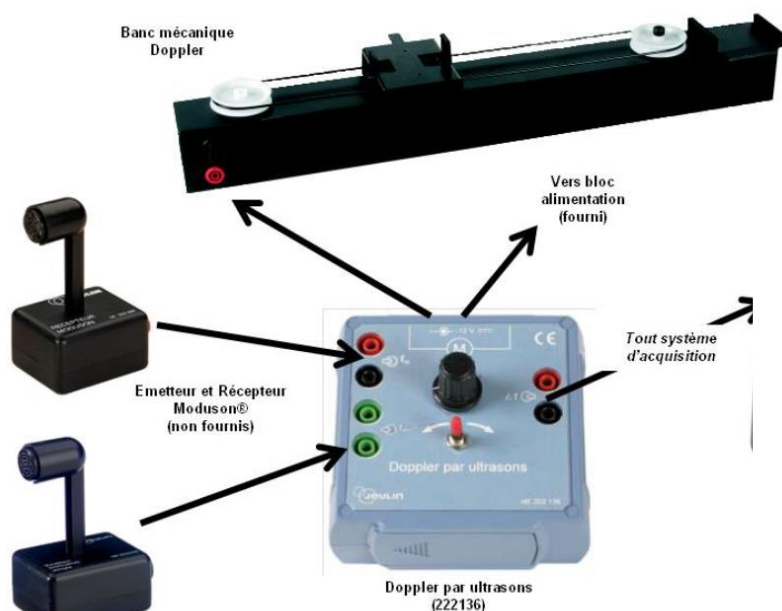
### Maquette illustrant le principe du radar routier mais avec des ondes ultrasonores :

#### Montage pour mesure de vitesses par effet Doppler

- Réaliser les branchements comme le montre la figure ci-dessus, branchez l'émetteur et le récepteur d'ultrason (respecter les couleurs)
- Les placer côte à côte au bout du dispositif et mettre l'écran (jouant le rôle de la « voiture ») sur la partie mobile.
- Branchez les deux douilles de  $\Delta f$  du boîtier Doppler par ultrasons sur votre système d'acquisition Sysam sur EA0.

Paramétrer Latispro :

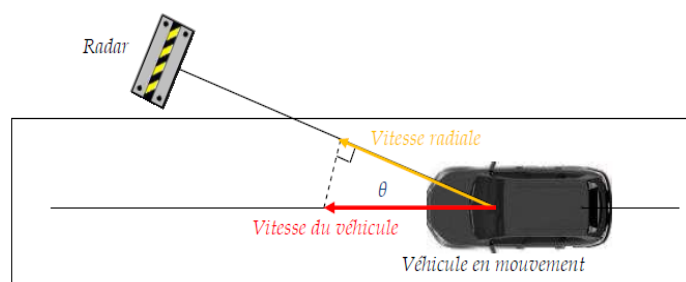
- EA0
- 5000 points
- 200 ms
- Mettre en mouvement le mobile à l'aide de l'interrupteur et déclencher l'acquisition : la fréquence du signal périodique obtenu est égale à  $\Delta f = f_{reçu} - f_{émis}$ .
- En déduire la vitesse du mobile.
- Mesurer à l'aide d'un chronomètre la vitesse du chariot mobile et comparer les 2 mesures. (remarque : pour comparer 2 valeurs, on calcule l'écart relatif entre les 2. Si celui-ci est inférieur à 5%, alors on peut dire que les deux valeurs sont égales)



#### Pour aller plus loin : avec un peu de trigonométrie en plus...

Dans le cas réel d'un radar installé au bord d'une route, l'appareil émet des ondes électromagnétiques et mesure la vitesse radiale  $v_r$  du véhicule.

Un radar automatique émet des ondes électromagnétiques dont la fréquence est égale à 34,250 GHz. Au passage d'un véhicule arrivant face à lui, il mesure un écho dont la fréquence est décalée de  $\Delta f = 8,2$  kHz. Sachant que que l'angle  $\vartheta$  du radar par rapport à la route est égal à 25 degrés, déterminer si ce véhicule roulant sur l'autoroute est en infraction.

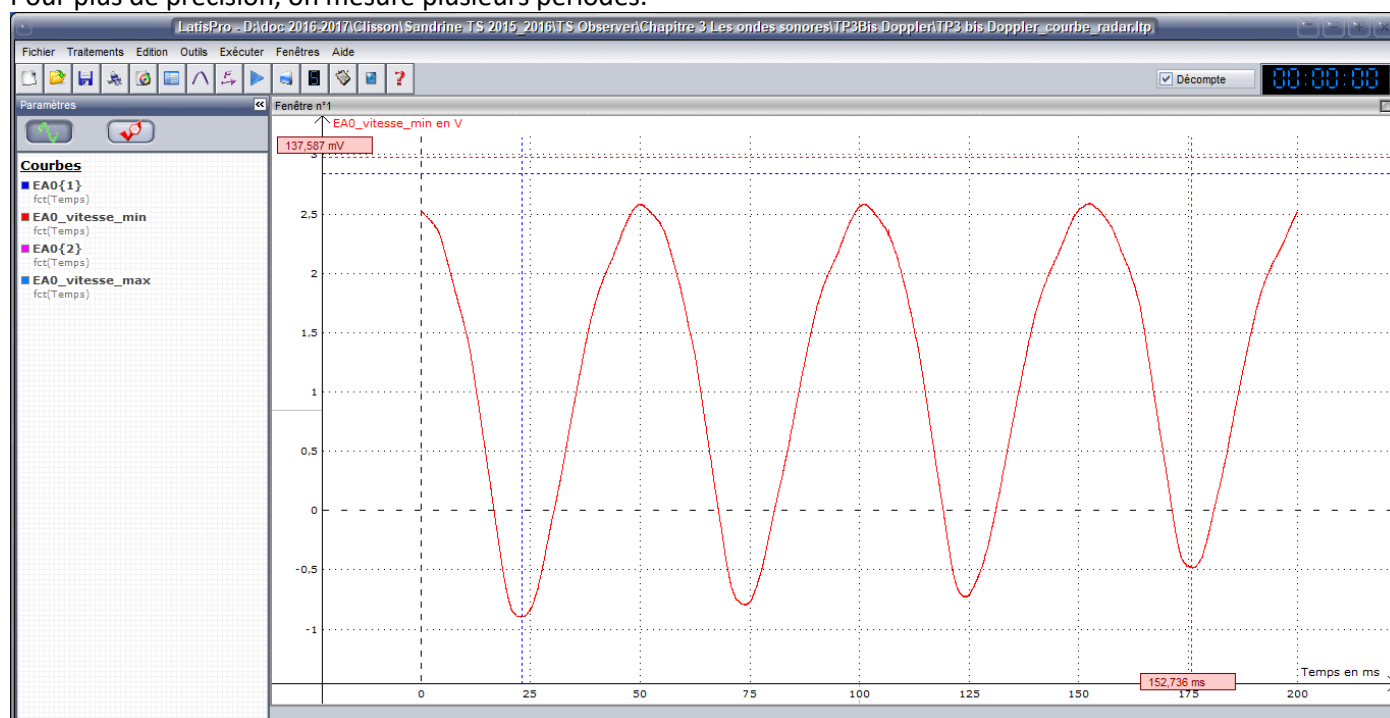


## CORRECTION

**Mesure de la vitesse par effet doppler :**

On mesure  $\Delta f$  sur le signal généré par le dispositif.

Pour plus de précision, on mesure plusieurs périodes.

**Mesures :**

$$3 T = 152,7 \text{ ms} \Leftrightarrow T = 50,9 \text{ ms} = 50,9 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$\Delta f = \frac{1}{T} = \frac{1}{50,9 \cdot 10^{-3}} = \mathbf{19,6 \text{ Hz}}$$

$$\Delta f = \frac{2v}{c} \times f \Leftrightarrow v = \frac{\Delta f \times c}{2f} = \frac{19,6 \times 340}{2 \times 40 \cdot 10^3} = \mathbf{0,083 \text{ m.s}^{-1}}$$

La vitesse du chariot déterminée par effet doppler est de  $0,083 \text{ m.s}^{-1}$ .

**Mesure de la vitesse avec le chronomètre :**

On chronomètre la durée nécessaire pour que le chariot parcourt  $30 \text{ cm} = 0,30 \text{ m}$

$$\Delta t = 3,7 \text{ s}$$

$$v' = \frac{d}{\Delta t} = \frac{0,30}{3,7} = \mathbf{0,081 \text{ m.s}^{-1}}$$

La vitesse du chariot déterminée avec le chronomètre est de  $0,081 \text{ m.s}^{-1}$ .

**Comparaison des 2 vitesses :**

$$\frac{|v - v'|}{v} = \frac{0,083 - 0,081}{0,083} = 2,4\% < 5\%$$

L'écart entre les 2 valeurs est inférieur à 5% donc on peut dire que notre 2eme mesure est en accord avec la 1ere.

$$\Delta f = \frac{2v_r}{c} \times f \Leftrightarrow \boxed{v_r = \frac{c \Delta f}{2f}}$$

$$v_r = \frac{3,0 \cdot 10^8 \times 8,2 \cdot 10^3}{2 \times 34,250 \cdot 10^9} = 36 \text{ m.s}^{-1}$$



$$\cos \theta = \frac{v_r}{v}$$

$$\Leftrightarrow v = \frac{v_r}{\cos \theta}$$

*calculatrice  
au degré*

$$v = \frac{36}{\cos 25} = 40 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v = 143 \text{ km.h}^{-1}$$

$\hookrightarrow$  impact car  $v > 130 \text{ km.h}^{-1}$