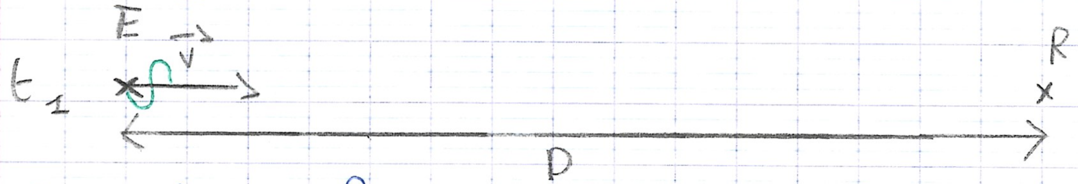
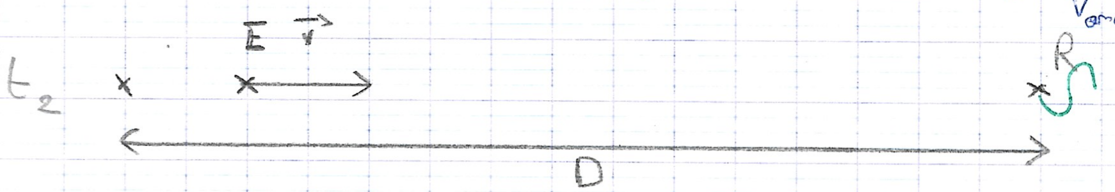
Considérons un émetteur d'ondes sonores E, initialement à une distance D d'un récepteur, qui se rapproche du récepteur fixe R avec une vitesse de valeur v. E émet avec une période T_E une succession de signaux qui se propagent à la célérité $V_{onde} > v$

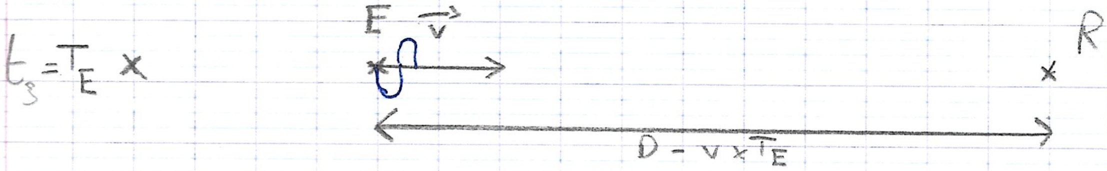
- À la date $t_1 = 0$ s, un signal est émis par E, alors que la distance entre E et R est égale à D



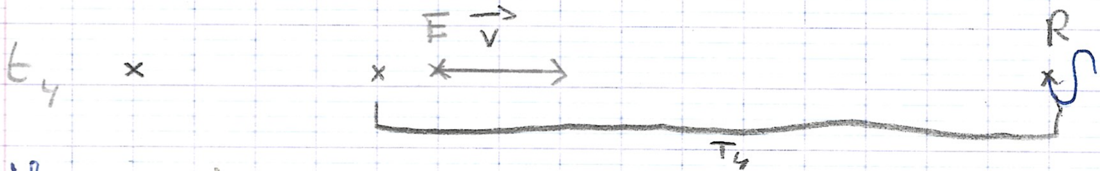
- Ce signal émis à la date t_1 est reçu par R à la date $t_2 = \frac{D}{V_{onde}}$



- À la date $t_3 = T_E$, donc 1 période après la première émission, un autre signal est émis, alors que l'émetteur E se trouve à une distance $D' = D - v \times T_E$ de R



- Ce signal émis à la date t_3 est reçu par R à la date $t_4 = T_E + \frac{D - v \times T_E}{V_{onde}}$



Les signaux émis par E avec une période $T_E = t_3 - t_1$ sont reçus par R avec une période $T_R = t_4 - t_2$ donc :

$$T_R = T_E + \frac{D - v \times T_E}{V_{onde}} - \frac{D}{V_{onde}}$$

$$\Leftrightarrow T_R = T_E + \frac{-v \times T_E}{V_{onde}}$$

$$\Leftrightarrow T_R = T_E \left(1 - \frac{v}{V_{onde}}\right)$$

$$\Leftrightarrow T_R = T_E \times \frac{V_{onde} - v}{V_{onde}}$$

Comme $f = \frac{1}{T}$ on a $f_R = \frac{1}{T_E} \times \frac{V_{onde}}{V_{onde} - v} = f_E \times \frac{V_{onde}}{V_{onde} - v}$

Quand un émetteur se rapproche d'un récepteur fixe, le décalage Doppler $\Delta f = f_R - f_E$ d'où

$$\Delta f = f_E \times \frac{V_{onde}}{V_{onde} - v} - f_E \qquad f_E \left(\frac{V_{onde}}{V_{onde} - v} - 1\right) = f_E \left(\frac{V_{onde}}{V_{onde} - v} - \frac{V_{onde} - v}{V_{onde} - v}\right)$$

$$\Leftrightarrow \Delta f = f_E \times \frac{v}{V_{onde} - v} \qquad = f_E \left(\frac{v}{V_{onde} - v}\right)$$

L'expression du décalage Doppler dépend du type d'onde, de la nature du mouvement de l'émetteur par rapport au récepteur, de la fréquence d'émission de l'onde.