

Le thème de cette année : LE TEMPS.

Encadré d'un maître de la physique et d'un maître des mathématiques, nous jeunes padawanes tenteront cette année de vous émerveiller en vous présentant notre projet. Pour ce faire, Antoine et moi-même (Anthony) allons vous expliquer l'effet Doppler.

Définition simplifiée de l'effet Doppler : L'effet Doppler est la variation de la fréquence d'une onde émise par une source en mouvement par rapport à un récepteur fixe (ou le contraire!).

Prenons pour exemple une voiture de formule 1. Avant que celle-ci n'arrive à nous, la fréquence est dans les aigus; une fois passée devant nous elle descend dans les graves. Toutefois la vitesse de cette dernière est toujours la même. Pour mieux comprendre, une petite expérience s'impose. (Photo à venir ?!).

1^{ère} approche :

Une source (S) émettant un bip sonore (à la R²D²) de manière régulière, de période (T_s) se rapproche d'un récepteur fixe (R). De plus, S se déplace à une vitesse constante (V_s) sur la droite (SR).

Nommons d₀ la distance séparant S de R à l'instant t₀ et d₁ celle les séparant tous deux à l'instant t₁.

En somme, d₁-d₀ = V_s.P_s ; la vitesse est ici négative car S se rapproche de R donc, la distance est une fonction décroissante du temps. Nommons maintenant t'₀ l'instant où le 1^{er} bip arrive à R, soit : t'₀ = $\frac{-d_0}{V_b}$. Ainsi que t'₁ l'instant où le 2^{ème} bip pour

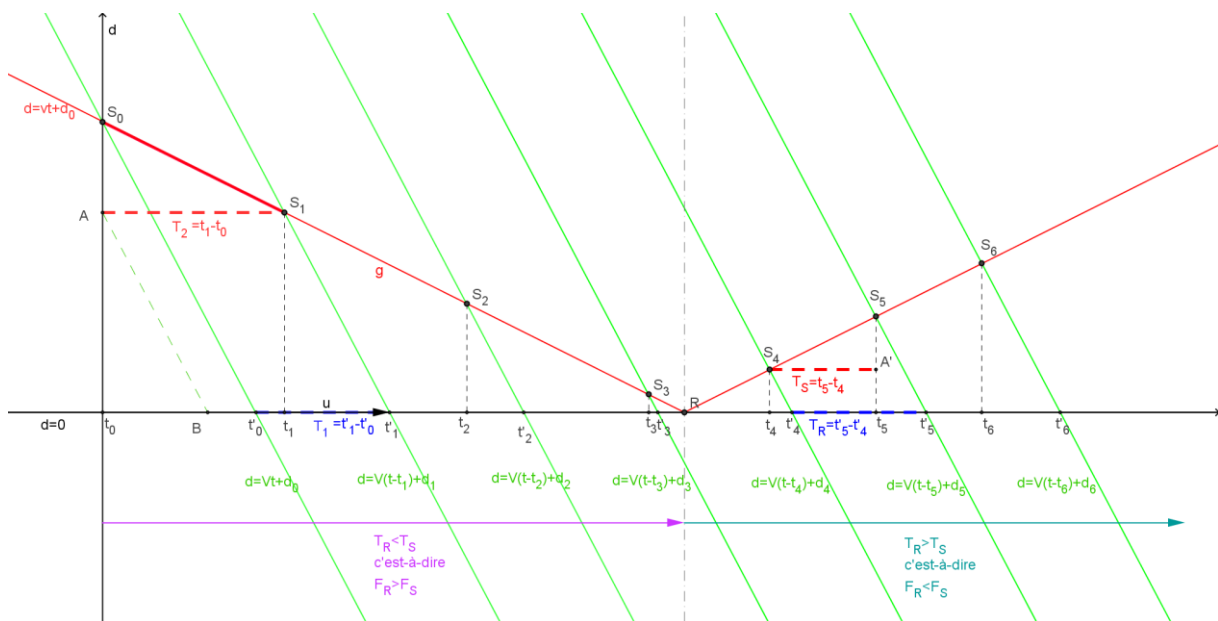
arrive à R, soit : t'₁ = T_s - $\frac{d_1}{V_b}$. Où V_b est la vitesse à laquelle se propage le bip. Nommons T_r l'intervalle de temps entre la

réception de deux bip consécutifs. Nous avons donc : T_r = t'₁ - t'₀ . Soit : T_r = T_s (1 - $\frac{V_s}{V_b}$).

Tr est donc une période fixe puisqu'elle ne dépend que de grandeurs fixes. Elle ne dépend pas de la distance entre l'émetteur et le récepteur.

En conclusion: Avant que S n'ait dépassé R , T_r < T_s . Et une fois que S a dépassé R , T_r > T_s .

Ceci est très visible avec le théorème de Thalès.



Si on veut maintenant passer aux fréquences, on obtient $F_r = F_s / (1 - \frac{V_s}{V_b})$, donc la fréquence de réception est plus grande que la fréquence d'émission, ce qui explique que le son est perçu plus aigu.

Et si on veut parler des longueurs d'onde, comme $\lambda_s = v_b T_s$ et $\lambda_r = v_b T_r$, on obtient $\lambda_r = \lambda_s (1 - \frac{V_s}{V_b})$.

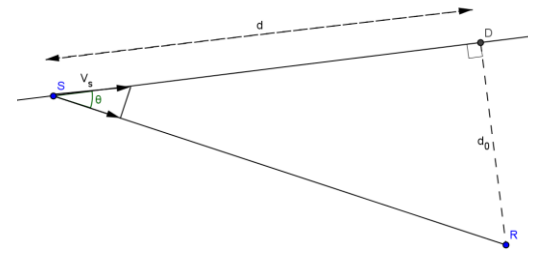
Antoine et moi allons maintenant reprendre cette expérience mais cette fois-ci , R ne sera pas sur la trajectoire de S. Nous aurons donc un angle (alpha) . Il nous faut alors faire le calcul que je m'emploierai à faire dès que le temps se présentera à moi ! (Huhu jeu de mot pas terrible je sais ..)

Remarque :*

Si le récepteur et la source se déplaçaient en translation uniforme, à la même vitesse, dans la même direction et le même sens. Il est clair que le récepteur percevrait le même son que celui émis par la source.

2^{ème} approche

Une source (S) émettant un bip sonore (à la R^2D^2) de manière régulière, de période (T_s) se déplace à une vitesse constante (V_s) et passe « au large » d'un récepteur fixe (R).



Dans ce cas, la vitesse à laquelle la source se rapproche du récepteur n'est plus constante, elle dépend de θ et est égale à $V_s \cos\theta$.

On obtient donc les nouvelles relations : $T_r = T_s (1 - \frac{V_s \cos\theta}{V_b})$ ou $F_r = F_s / (1 - \frac{V_s \cos\theta}{V_b})$ ou encore $\lambda_r = \lambda_s (1 - \frac{V_s \cos\theta}{V_b})$.

Mais θ dépend du temps, donc T_r n'est plus constante.

Quand S se rapproche de R, on a $\theta \in [0; \frac{\pi}{2}]$, donc $\cos\theta \geq 0$, donc T_r est une fonction croissante du temps et $T_r \leq T_s$ (c'est-à-dire F_r est une fonction décroissante du temps et $F_r \geq F_s$). Donc un son perçu allant des aigus vers le son émis.

Quand S s'éloigne de R, on a $\theta \in [\frac{\pi}{2}; \pi]$, donc $\cos\theta \leq 0$, donc T_r est une fonction décroissante du temps et $T_r \geq T_s$ (c'est-à-dire F_r est une fonction décroissante du temps et $F_r \leq F_s$). Donc un son perçu allant du son émis vers les graves.

On dit que l'on a une modulation des fréquences.

Conclusion :

Il semblerait donc que la période de réception du signal sonore dépende de la vitesse relative de la source par rapport au récepteur et donc que le temps ne soit pas si « absolu » que cela puisqu'on perçoit une période d'émission différemment suivant la vitesse et suivant qu'elle se rapproche ou s'éloigne de nous.