

TPA03c : Effet Doppler et application



Tle S - Chap.A03
Observer

Objectif : - Exploiter l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses.

Compétences : *S'informer* : Extraire et exploiter l'information ; *Raisonner* : Observer et décrire un phénomène ; faire un calcul

Contexte et problématique



Que cette voiture roule vite, n'est-ce pas ? Confirmer ou infirmer que sa vitesse est de 306 km/h (soit une vitesse de 85m/s).

Extrait de du film Taxi 2 - Année 2000 - réalisé par Gérard Krawczyk, produit et écrit par Luc Besson

Petit rappel : L'abus d'alcool est dangereux pour la santé. Les gendarmes ne sont pas autorisés à consommer des boissons alcoolisées en service. Cet extrait ne fait ni l'apologie de la vitesse ni celle de l'alcool.

A- Aspect qualitatif de l'effet Doppler

→ Ecouter le son émis par des voitures lors d'une course ou encore le passage d'une ambulance dans la rue.

http://www.dailymotion.com/video/x9m45a_24-heures-du-mans-2009-depart-ligne_sport

http://www.youtube.com/watch?v=VlnB6fw_MLs ou

<http://www.youtube.com/watch?v=1kVFq2cKYw0&NR=1&feature=endscreen>

Questions :

- D'après le chapitre qui précède, la hauteur d'un signal émis par une source est-elle différente de celle reçue par un récepteur si celui-ci est fixe par rapport à la source ?
- En est-il de même lorsqu'une source et un récepteur sont en mouvement l'un par rapport à l'autre ?
- La hauteur est plus grande ou plus petite lorsque la source se rapproche ? Même question lorsqu'elle s'éloigne.
- Définir l'effet Doppler.



Andreas Doppler
(1803-1853)
Physicien et
Mathématicien

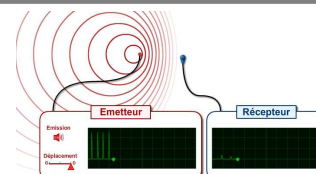
B- Aspect quantitatif de l'effet Doppler

Doc. 1 Animation http://www.ostralo.net/3_animations/swf/doppler.swf

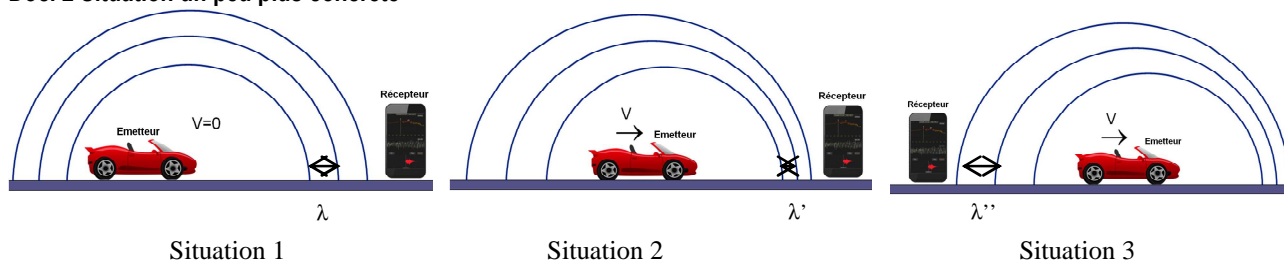
Situation 1 : La source et le récepteur sont au repos ;

Situation 2 : la source s'approche du récepteur fixe.

Situation 3 : la source s'éloigne du récepteur fixe.



Doc. 2 Situation un peu plus concrète



1) A l'aide de ces schémas, exprimer les longueurs d'onde perçues au niveau du récepteur λ' (situation 2) et λ'' (situation 3) en fonction de λ , v la vitesse de la voiture et T la période du signal émis par l'émetteur.

2) En déduire que les expressions des fréquences f' et f'' respectivement dans les situations 2 et 3 en fonction la hauteur f du son émis par le récepteur, la célérité des ondes sonores dans l'air et la vitesse v de déplacement de la voiture sont :

$$f' = f \times \frac{c}{c - v} \quad (1) \quad \text{et} \quad f'' = f \times \frac{c}{c + v} \quad (2)$$

3) En déduire l'expression de la vitesse v donnée dans le document 1 de l'activité expérimentale suivante.

C- Application : Détermination de la vitesse de déplacement d'un véhicule

CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

La sirène d'une ambulance paraît-elle plus aigue lorsqu'elle s'approche et plus grave lorsqu'elle s'éloigne. Comment exploiter les mesures des fréquences du son émis à l'approche et de celui émis à l'éloignement pour en déduire la vitesse de déplacement d'un véhicule ? L'objectif étant de trouver une méthode fiable pour dire si oui ou non la 406 Peugeot du film Taxi2 roulait bien à 306 km.h⁻¹.

Doc.1 : Effet Doppler

L'effet Doppler ou effet Doppler-Fizeau est le décalage de fréquence d'une onde acoustique ou électromagnétique entre la mesure à l'émission et la mesure à la réception lorsque la distance entre l'émetteur et le récepteur varie au cours du temps.

Prenons le cas de déplacement d'un émetteur **dans la direction** d'un récepteur :

L'écart de fréquence qu'il y ait rapprochement ou éloignement peut être donné par la relation :

$$v = c \times \frac{f' - f''}{f' + f''} \quad (3)$$

Avec :

v : vitesse de déplacement de l'émetteur par rapport au récepteur en m.s⁻¹ ;

c : célérité des ondes sonores dans l'air à la température et la pression de l'expérience en m.s⁻¹ ;

f' : fréquence perçue par le récepteur lorsqu'il y a rapprochement à vitesse constante par rapport à l'émetteur en Hz.

f'' : fréquence perçue par le récepteur lorsqu'il y a éloignement à vitesse constante par rapport à l'émetteur en Hz.

Doc 2. Enregistrement du son de Klaxon d'une voiture

Enregistrement se trouvant de le fichier
Dossiers communs/physique-
chimie/terminale/vidéos/

**Doc 3. Application**

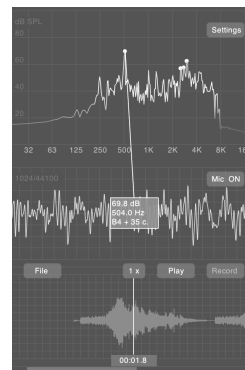
- Pour iPhone : iAnalyser

Son utilisation est très intuitive.

Lire la bande son avec l'ordinateur tout en l'enregistrant dans l'application.

Vous disposez alors de trois graphiques :

- Le premier en bas est un enregistrement temporel du son avec une grande échelle de temps, sur laquelle vous pouvez déplacer un curseur, pour obtenir sur les deux graphes du dessus :
- Un zoom temporel du signal autour de l'instant considéré ;
- Un spectre en fréquence à l'instant choisi. Attention, l'axe en fréquence est logarithmique.
- Dans « Settings », il est possible de faire afficher la fréquence du ou des l'harmoniques les plus intense en sélectionnant 1, 2 ou 3 sur « Peak Trace ».

**Doc 4. Fiabilité des compteurs de vitess**

Votre compteur vous donne-t-il la vitesse réelle du véhicule ? Quelle précision a-t-il ?

Et bien non, il ne vous révèle généralement qu'une vitesse supérieure de 2 à 7 % au dessus de la réalité. Les constructeurs ont l'obligation légale de ne pas afficher une vitesse inférieure à la réalité, ceci est du aux contrôles radars.

Pour ne pas prendre de risque, les marques prévoient donc d'afficher au compteur une mesure supérieure. Mais méfiance, minorer la vitesse peut aussi servir à faire croire que le moteur est plus puissant ...

Source : <http://www.fiches-auto.fr/articles-auto/enquete-fiabilite/s-384-fiabilite-des-compteurs-de-vitesse.php>

MATERIEL A DISPOSITION

iPad + application iAnalyser ;

Vidéos et bande son dans : Dossiers communs/physique-chimie/terminale/vidéos/

- Piste son d'une voiture sensée rouler à 50 km.h⁻¹ ;
- Piste son de l'extrait ;
- Extrait du passage de la voiture devant le radar.

TRAVAIL A EFFECTUER

S'APPROPRIER

Après avoir observé le signal à l'aide de l'application dont vous pouvez disposer selon votre smartphone, proposer un protocole permettant d'accéder à la mesure de la vitesse de déplacement de la voiture.

Aide : Vérifier qu'à l'approche le son est le même ainsi qu'à l'éloignement. Essayer de suivre un harmonique particulier.

REALISER : Vous réaliserez ce protocole après accord du professeur.

VALIDER :

- a) En déduire la valeur de la vitesse du déplacement du véhicule ?
- b) Comparer à la valeur indiquée par le compteur de vitesse. La méthode est-elle acceptable ?
- c) Vérifier alors si la 406 du film roulait réellement à 306 km.h⁻¹.