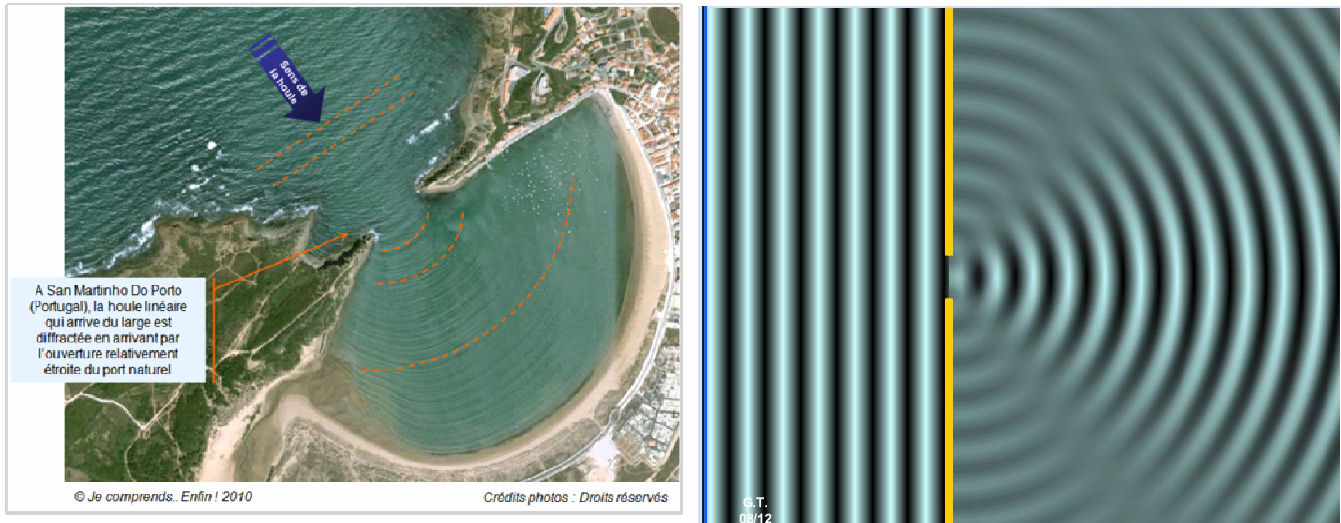


## I Diffraction

**C'est un phénomène caractéristique des ondes.** Il se produit quand une onde traverse un obstacle (trou ou objet).



### 1. Mise en évidence

[http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve\\_tulloue/Ondes/cuve\\_ondes/diffraction.html](http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/Ondes/cuve_ondes/diffraction.html)

Lorsque l'onde mécanique progressive sinusoïdale rencontre une petite ouverture, elle passe par l'orifice mais subit des modifications. La petite ouverture se comporte comme une nouvelle source ponctuelle émettant dans toutes les directions. L'onde diffractée garde la même **fréquence** que l'onde incidente.

### 2. Définition

**La diffraction d'une onde est la modification de sa direction de propagation subie au passage par une ouverture de petite dimension ou au voisinage d'un obstacle de petite dimension, petit signifiant petit devant la longueur d'onde.**

### 3. Influence de la dimension de l'ouverture ou de l'obstacle

Pour pouvoir observer le phénomène de diffraction, la dimension de l'ouverture "a" ou de l'obstacle doit être du même ordre de grandeur que la longueur d'onde de l'onde.  $\lambda \approx a$

**Pour une longueur d'onde donnée, le phénomène de diffraction est d'autant plus important que la dimension de l'ouverture ou de l'obstacle est petite.**

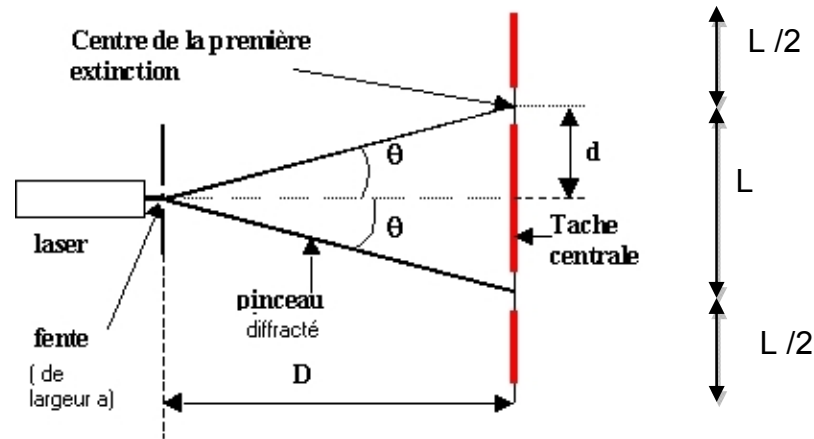
### 4. Figure de diffraction



La figure de diffraction à travers une fente ou un fil est une succession de zones sombres et de zones lumineuses.

On s'intéresse à la tache centrale de diffraction de largeur L.

$\theta$  est appelé écart angulaire ou demi-angle de diffraction.



On montre expérimentalement que l'écart angulaire  $\theta$  vérifie la relation  $\theta = \frac{\lambda}{a}$  avec  $\theta$  en rad,  $\lambda$  longueur d'onde de l'onde incidente en m,  $a$  dimension de l'obstacle en m.  
 Rque : pour une largeur de fente donné  $a$  ; +  $\lambda$  est grand +  $\theta$  est grand,  
 pour une longueur d'onde incidente donnée  $\lambda$  ; +  $a$  est petit +  $\theta$  est grand,

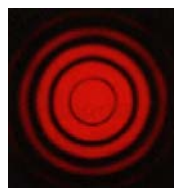
$$\tan \theta = \frac{d}{D} = \frac{L/2}{D}$$

$D \gg d$  donc l'angle  $\theta \ll 1$  d'où  $\tan \theta \approx \theta$ .

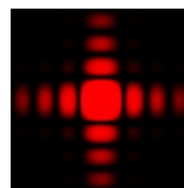
$$\text{Donc } \theta = \frac{L/2}{D} = \frac{\lambda}{a}$$

La largeur de la tache centrale de diffraction est  $L = \frac{2\lambda D}{a}$ .

Rque : figure de diffraction, trou rond :



trou carré :



## 5. Cas de la lumière blanche

Chaque onde monochromatique crée sa propre figure de diffraction. La figure de diffraction obtenue en lumière blanche fait donc apparaître des irisations. Le phénomène de diffraction permet de disperser lumière blanche.

Plus  $\lambda$  est grande, plus  $\theta$  est grand. Le rouge est plus dévié que le bleu. (sur l'image le bleu est à l'extérieur, les couleurs sont inversées car l'image diffuse le complémentaire de la couleur absorbée)



## II Interférences

### 1. Mises en évidence

**La superposition de 2 ondes cohérentes créent des franges d'interférences , c'est le phénomène d'interférences.**

Exemples : Ondes lumineuses ; Ondes sonores; Ondes mécaniques à la surface de l'eau : <http://leon-blum.entmip.fr/disciplines/sciences-physiques/terminale-s/rtso-05-diffraction-interferences-9546.htm>

**L'amplitude de l'onde résultante en fonction du temps dépend du point M où se superposent deux ondes de même fréquence : c'est le phénomène d'interférences.**

### 2. Conditions d'interférences et dispositifs les réalisant

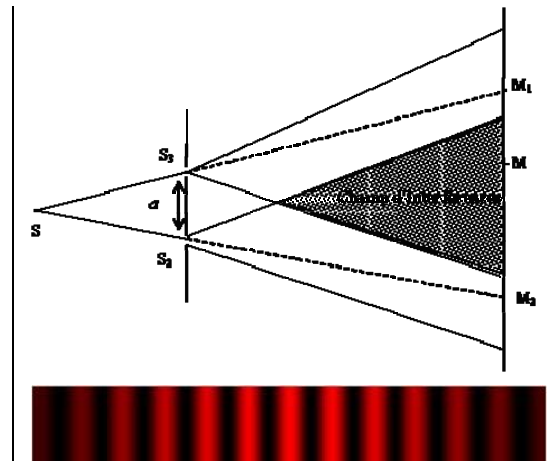
Pour observer des interférences avec un bon contraste, il faut que les deux ondes soient de **même amplitude et cohérentes** (même fréquence et déphasage constant):

$$s_1 = a \cos(\omega t) \quad \text{et} \quad s_2 = a \cos(\omega t + \varphi)$$

*Ceci n'est possible que si une même source principale se dédouble en sources secondaires qui se comportent alors comme des sources d'ondes cohérentes qui peuvent interférer.*

Un des dispositifs est le dispositif à division du front d'onde : onde dédoublée grâce à un obstacle comportant deux trous

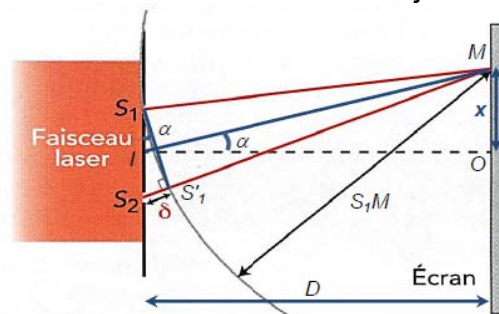
exemple fentes d'Young



### 3. Interférences constructives et destructives

Croisement de deux impulsions : [http://www.ostralo.net/3\\_animations/swf/croisement\\_ondes.swf](http://www.ostralo.net/3_animations/swf/croisement_ondes.swf)

On appelle différence de marche  $\delta$  la différence de «trajet» entre les deux ondes qui arrivent en M

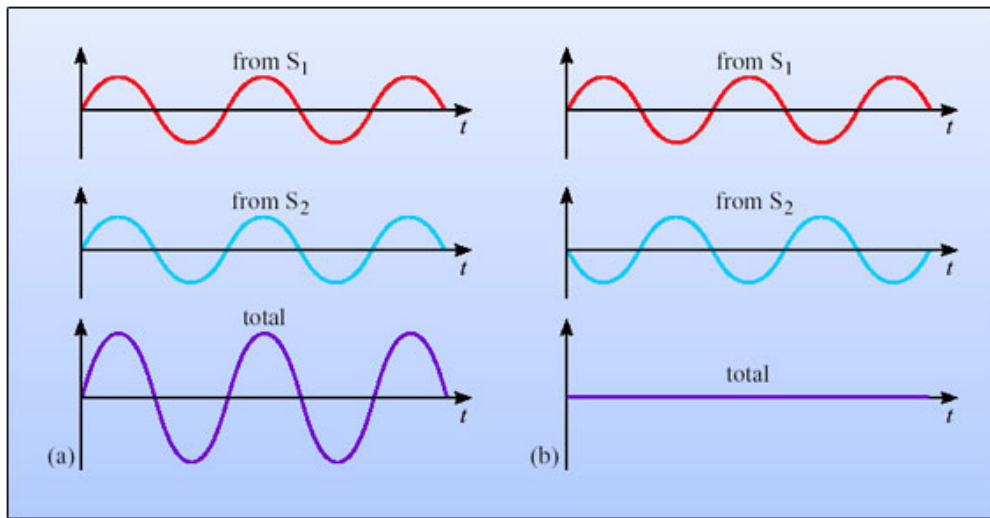


$$\delta = S_2M - S_1M$$

Les franges d'interférences en M sont constructives ou destructives en fonction du déphasage entre les 2 ondes. Ce déphasage entre les deux ondes en M dépend de la différence de marche.

Différences de marche voir ENT :

<http://leon-blum.entmip.fr/disciplines/sciences-physiques/terminale-s/rtso-05-diffraction-interferences-9546.htm>



Les 2 ondes sont en phases  
Interférences constructives  
 $\delta = k\lambda$

Les 2 ondes sont en oppositions de phase  
Interférences destructives  
 $\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$

$k$  est appelé ordre d'interférences

#### 4. Interfrange

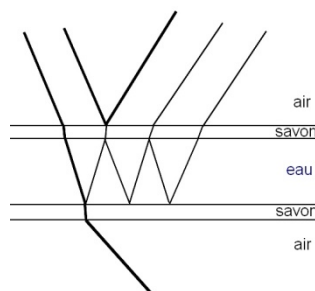
On appelle interfrange  $i$  la distance séparant deux franges brillantes ou deux franges sombres consécutives d'une figure d'interférences lumineuses.

Pour le dispositif des fentes d'Young éclairé en lumière monochromatique,  $i = \frac{\lambda D}{a}$

Démo rapide hors programme

#### 5. Couleurs interférentielles

Ce sont les irisations que l'on peut observer lorsqu'un CD, une tache d'huile, une bulle de savon ou une aile d'insecte est éclairé en lumière blanche.



Une bulle de savon est une lame à faces parallèles. Les ondes lumineuses réfléchies et/ou réfractées peuvent interférer. A chaque onde monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$  correspond une figure d'interférences.

La couleur observée en un point M de la figure d'interférences est la superposition des longueurs d'onde pour lesquelles les interférences sont constructives.

En M, si  $\frac{\delta}{\lambda}$  est un demi-entier (interférences destructives, donc couleur absorbée), la couleur observée est le complémentaire de  $\lambda$ .

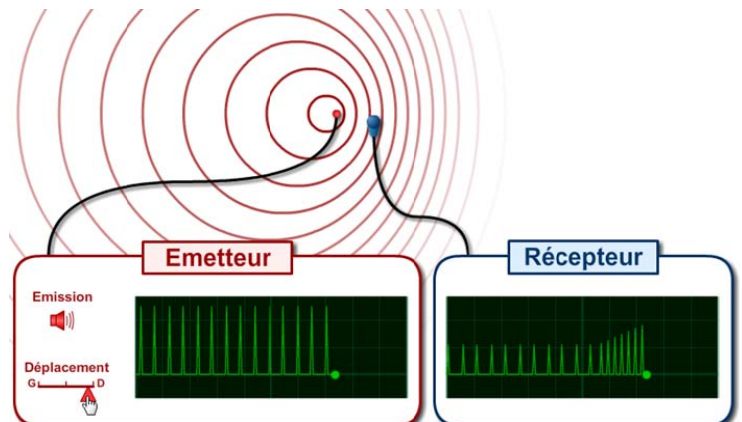
### III Effet Doppler

#### 1. Définition

Un émetteur produit une onde de fréquence  $f_E$ . Si l'émetteur et le récepteur sont en mouvement relatif, la fréquence  $f_R$  perçue par le récepteur est différente de  $f_E$  : c'est l'effet Doppler.

[http://www.ostralo.net/3\\_animations/swf/doppler.swf](http://www.ostralo.net/3_animations/swf/doppler.swf)

- Si l'émetteur et le récepteur se rapprochent,  $\lambda_R < \lambda_E$  donc  $f_R > f_E$
- Si l'émetteur et le récepteur s'éloignent,  $\lambda_R > \lambda_E$  donc  $f_R < f_E$



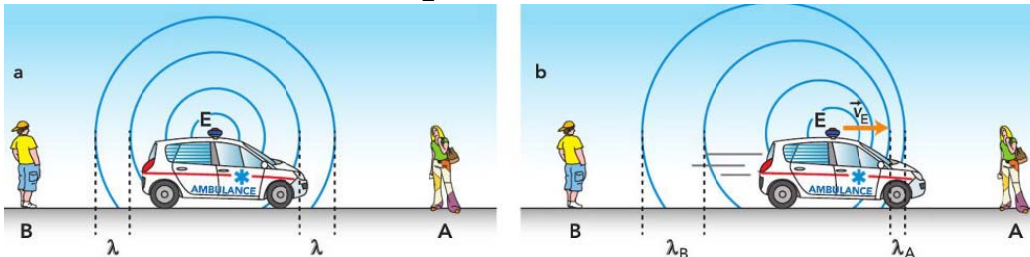
**Cas du son** : onde sonore voiture animation ENT : "HI-HAN"

HI son aigu la fréquence du son augmente lorsque le véhicule se rapproche et  
HAN son plus grave la fréquence du son diminue lorsque le véhicule s'éloigne

#### 2. Application à la mesure de vitesse

Le décalage en fréquence observé entre l'émetteur et le récepteur est directement liée à la vitesse relative entre cet émetteur et le récepteur.

Soit  $v$  la vitesse de l'onde et  $v_E$  la vitesse de l'émetteur.



Plusieurs cas possible :

- Emetteur E se rapproche du récepteur A (ex 27 p81): 
$$V_E = V \times \frac{f_A - f_E}{f_A}$$
- Emetteur E s'éloigne du récepteur B (ex 28 p81): 
$$V_E = V \times \frac{f_E - f_B}{f_B}$$
- Emetteur E et le récepteur R sont au même endroit et c'est un objet (véhicule) en mouvement relatif  $V_C$  qui réfléchit l'onde (Radar). Ex 21 p82  
 Si le véhicule se rapproche 
$$V_C = \frac{V}{2} \times \frac{f_R - f_E}{f_R}$$
  
 Si le véhicule s'éloigne (le 2 traduit l'AR de l'onde par réflexion) 
$$V_C = \frac{V}{2} \times \frac{f_E - f_R}{f_R}$$

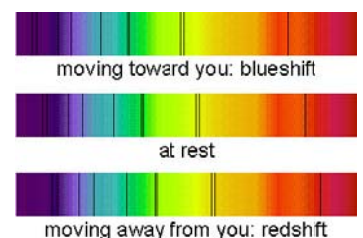
#### 3. Application à l'astrophysique

**Blueshift** : décalage vers le Bleu si les étoiles se rapprochent (longueur d'onde diminue)

**Redshift** ; décalage vers le Rouge si les étoiles s'éloignent (longueur d'onde augmente)

Bleu Blanc Rouge (drapeau)

400 800 nm  $\rightarrow \lambda$



Voir AExp Doppler Fizeau ex29 et 32 p82