

Physique Chimie



Je travaille seul en silence.

J'aide ou je suis aidé,
seul mon voisin m'entend.Je travaille en équipe sans
déranger personne.

1. Découvrir

Je consulte les ressources :

- Capsule
- Ressources à découvrir sur le site
<http://physchileborgne.free.fr>
- Activité du livre

**Je mets en pratique :**

- TP :



2. S'exercer

Je vérifie que je maîtrise les objectifs du chapitre

- Exploiter l'expression donnant le niveau d'intensité sonore d'un signal.

Capacité mathématique : Utiliser la fonction logarithme décimal et sa fonction réciproque.



- Caractériser le phénomène de diffraction dans des situations variées et en citer des conséquences concrètes.

Exploiter la relation exprimant l'angle caractéristique de diffraction en fonction de la longueur d'onde et de la taille de l'ouverture.



- Caractériser le phénomène d'interférences de deux ondes et en citer des conséquences concrètes.

Établir les conditions d'interférences constructives et destructives de deux ondes issues de deux sources ponctuelles en phase dans le cas d'un milieu de propagation homogène.



- Prévoir les lieux d'interférences constructives et les lieux d'interférences destructives dans le cas des trous d'Young, l'expression linéarisée de la différence de chemin optique étant donnée. Établir l'expression de l'interfrange.

Capacité numérique : Représenter, à l'aide d'un langage de programmation, la somme de deux signaux sinusoïdaux périodiques synchrones en faisant varier la phase à l'origine de l'un des deux.

- Décrire et interpréter qualitativement les observations correspondant à une manifestation de l'effet Doppler. Établir l'expression du décalage Doppler dans le cas d'un observateur fixe, d'un émetteur mobile et dans une configuration à une dimension. Exploiter l'expression du décalage Doppler dans des situations variées utilisant des ondes acoustiques ou des ondes électromagnétiques.

J'ai réalisé :

- Un compte rendu de TP
- Une rédaction complète d'exercice
- Un calcul
- Une carte mentale
- Un résumé de cours
- Des exercices du devoir surveillé de la session précédente

1. L'onde sonore

L'oreille humaine « normale » perçoit les sons compris entre 20 Hz et 20 000 Hz avec un pic de sensibilité à 3000 Hz.

Intensité sonore

L'**intensité sonore** est liée à l'**amplitude** de la **vibration** sonore perçue et dépend de la **puissance** transmise

Soit I l'intensité sonore et P la puissance acoustique transférée à travers la surface d'aire S :

$$I = \frac{P}{S}$$

I s'exprime donc en W.m^{-2} ou Pa
 P s'exprime en Watt (W)
 S s'exprime en mètre carré (m^2)

Trois valeurs références :

La valeur de référence 0 dB est 2×10^{-5} Pa (20 micropascals)

le seuil d'audibilité est fixé à $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$

le seuil de douleur est atteint pour $I = 25 \text{ W.m}^{-2}$

Niveau sonore

Niveau sonore : grandeur liée à la sensibilité de l'oreille est définie par :

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

L : niveau sonore en décibel acoustique (dBA)
 I : intensité sonore du son perçu en Watt par mètre carré (W.m^{-2})
 I_0 : seuil d'audibilité (W.m^{-2})

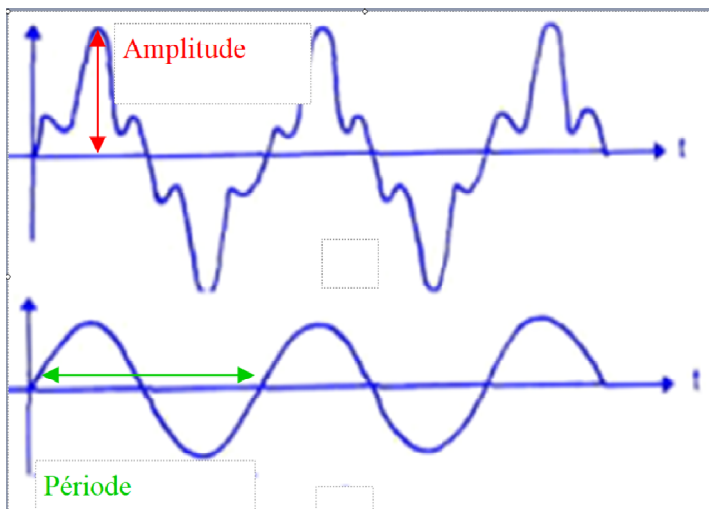
Hauteur d'un son

La **hauteur d'un son** dépend de la **fréquence** du fondamental de celui-ci. Plus la fréquence du fondamental est grande, plus le son perçu est haut (aigu).

Atténuation, augmentation

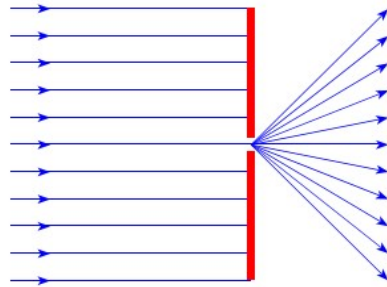
Lorsqu'on double le nombre de sources sonores, le niveau sonore augmente de 6 décibels

Nombre d'instruments	1	2	4	8	10	20	40
dB	57	60	63	66	69	72	75

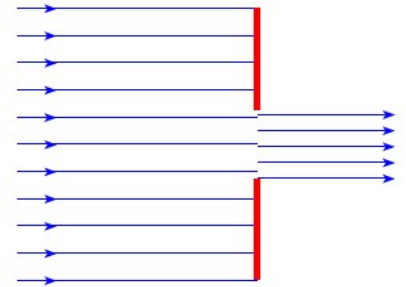


2. La diffraction

- On observe un phénomène de **diffraction** lorsqu'une onde traverse une ouverture ou rencontre un obstacle dont la dimension est voisine de la longueur d'onde.
Plus la dimension de l'ouverture ou de l'obstacle est petite grande, plus le phénomène de diffraction est marqué.



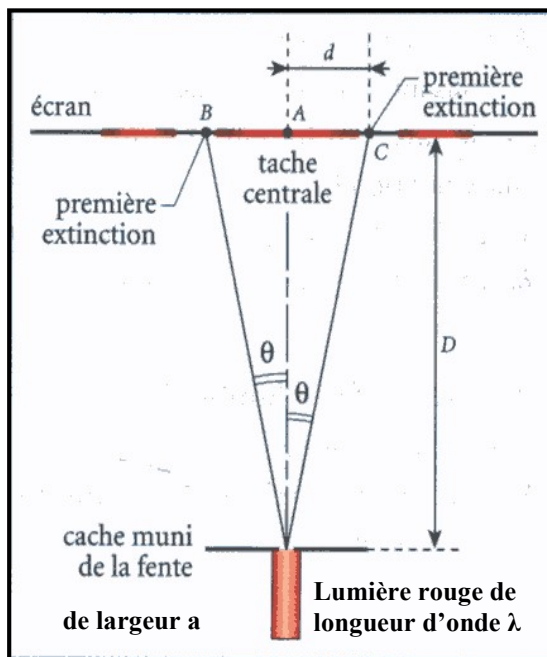
Petite ouverture = diffraction



Grande ouverture = pas de diffraction

- Diffraction d'une onde lumineuse par une fente**

Franges alternativement sombres et claires. Tache centrale 2 fois plus large que les taches secondaires.



Soit :

λ : longueur d'onde de la lumière utilisée (**m**)

a : largeur de la fente (**m**)

θ : demi largeur angulaire de la tâche centrale de diffraction (entre le milieu de la tâche et le centre de la première extinction) (**rad**)

$$\text{on a : } \theta = \frac{\lambda}{a}$$

Cela confirme nos observations :

plus **a** est petit, plus θ est grand.

Attention !!!

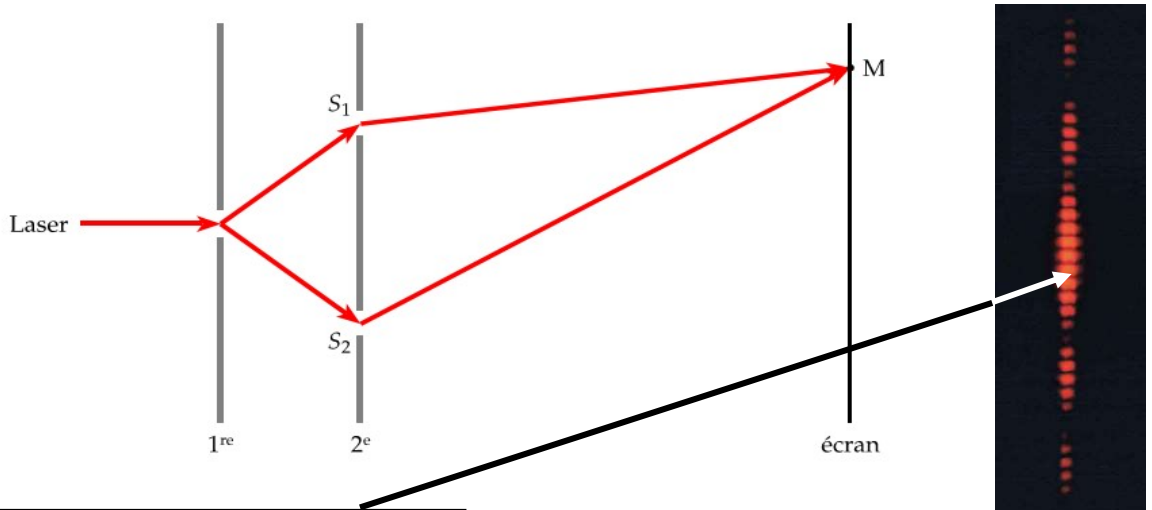
L'apparence de la figure de diffraction dépend aussi de la distance entre la fente et l'écran puisque :

$$\tan \theta \approx \theta = \frac{d}{D}$$

3. Les interférences

Le phénomène d'**interférence** est commun à toutes les ondes.

- Les sources doivent être **cohérentes** (synchrones) entre elles
 - ⇨ **même fréquence** (même longueur d'onde) et **relation de phase** (sources en phase par exemple)
- On observe alors un phénomène d'interférence avec :
 - zones d'interférences constructives : intensité lumineuse maximale, zone brillante
 - zones d'interférences destructives : intensité lumineuse minimale, zone sombre
 - Remarque : si les sources sont incohérentes (indépendantes entre elles), il n'y pas d'interférence

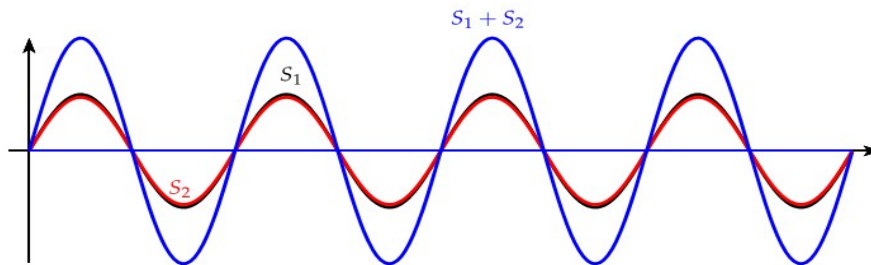


Taches d'interférence alternativement sombres et claires dans la tache centrale de diffraction.

Interfrange: $i = \lambda \cdot \frac{D}{a}$ avec λ la longueur d'onde de la radiation (en m), a l'écartement entre les fentes (en m) et D la distance entre les fentes et l'écran (en m).

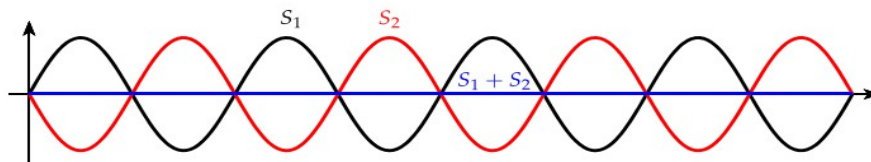
On pose : $\delta = S_2M - S_1M$ différence de marche

- Si $\delta = k\lambda$ on a une interférence constructive : « lumière + lumière = lumière ». Il y a superposition.



Les ondes arrivant en phase au point M ajoutent leurs effets ; la frange est une frange brillante.

- Si $\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$ on a une interférence destructive : « lumière + lumière = obscurité ». Il y a annulation



Les ondes arrivant en opposition de phase au point M annulent leurs effets ; la frange est une frange sombre.

4. L'effet Doppler

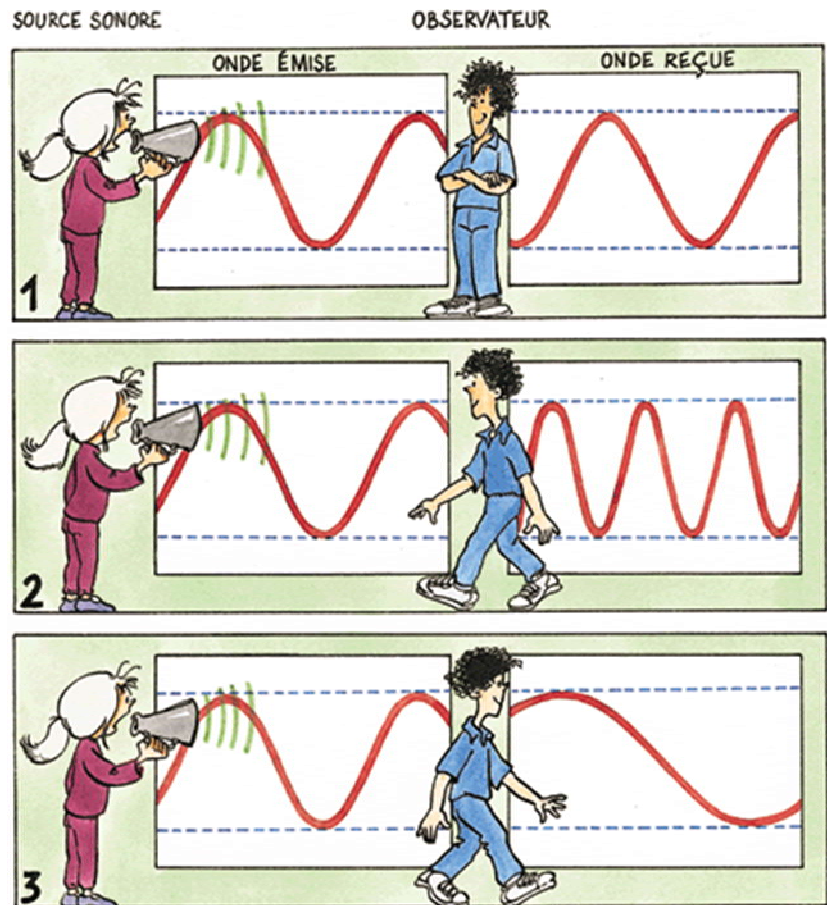
Lorsqu'un émetteur sonore produit un son dans l'air de fréquence f_s , la fréquence f_R mesurée par un récepteur dépend de la vitesse de l'émetteur v_s et de la vitesse du récepteur v_r .

La vitesse du son c (vitesse de l'onde par rapport à son milieu qui est l'air) est également un facteur à considérer dans la relation.

Récepteur immobile : mêmes fréquences $f_s = f_R$

Récepteur se rapprochant de l'émetteur : $f_R > f_s$ fréquence reçue plus grande son plus aigu

Récepteur s'éloignant de l'émetteur : $f_R < f_s$ fréquence reçue plus petite son plus grave



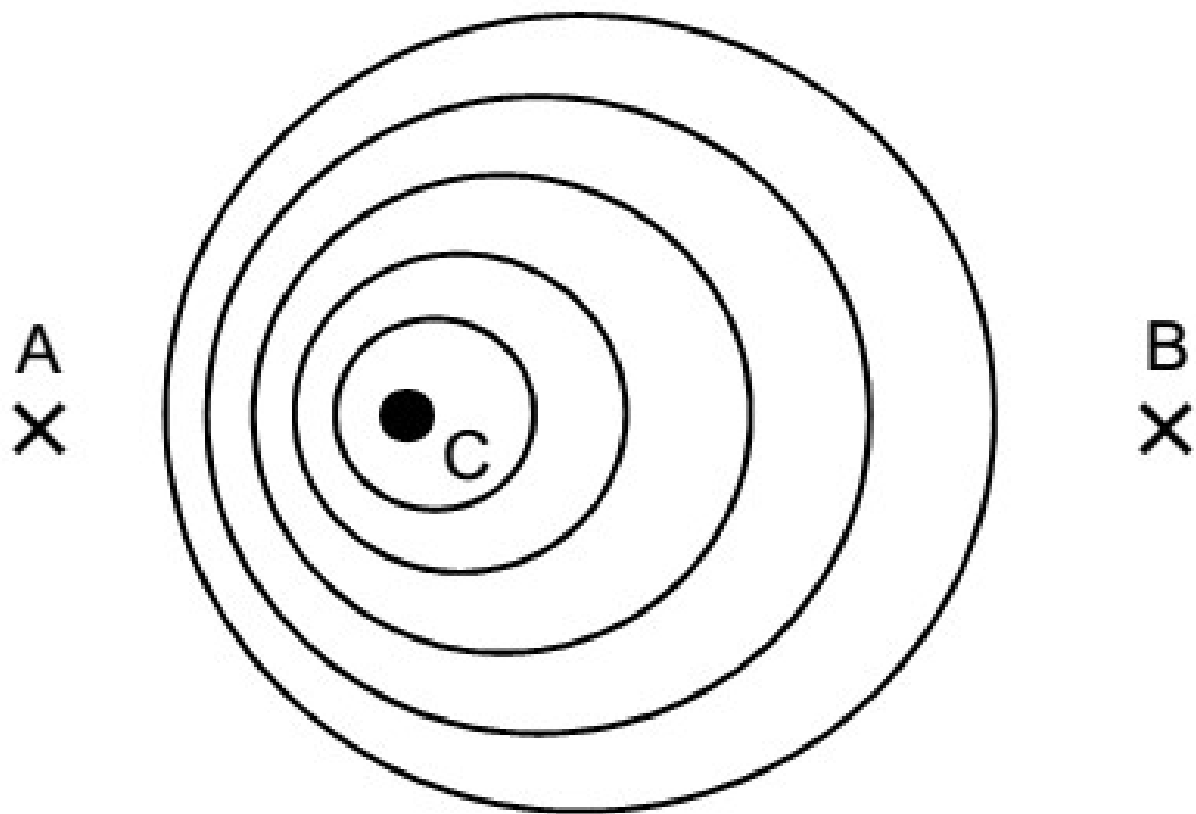
$$f_R = \frac{1 - \frac{\vec{v}_R \cdot \vec{u}_{S \rightarrow R}}{c}}{1 - \frac{\vec{v}_S \cdot \vec{u}_{S \rightarrow R}}{c}} \cdot f_S$$

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{\lambda_R - \lambda_S}{\lambda_S} \simeq - \frac{(\vec{v}_S - \vec{v}_R) \cdot \vec{u}_{S \rightarrow R}}{c}$$

La source et le récepteur sont mobile, par rapport au milieu de propagation, avec les vitesses respectives v_s et v_r . La relation entre la fréquence émise f_s et la fréquence reçue f_R est telle que :

$$f_R = \frac{1 - \frac{v_R}{c}}{1 - \frac{v_S}{c}} \times f_S = \frac{c - v_R}{c - v_S} \times f_S$$

Remarque : Les vitesses v_s et v_r sont comptées positivement dans le sens de la propagation.



Représenttion des fronts d'onde émis par le point C lorsqu'il est en mouvement

			<i>pour un observateur terrestre :</i>
<i>l'étoile se rapproche</i>			 <i>décalage vers le bleu</i>
<i>l'étoile a une vitesse relative nulle</i>			
<i>l'étoile s'éloigne</i>			 <i>décalage vers le rouge</i>

DIFFRACTION

En mécanique des fluides : vagues pénétrant dans un port en contournant une jetée.

En acoustique

- trompes des alarmes allongées verticalement (permet la diffusion du son horizontalement) ;
- les portes presque fermées laissent quand même passer un haut niveau sonore : diffraction par l'entrebâillement.

En optique

- phénomène de moiré : déformation d'un objet, indépendamment des effets d'ombre
- diffraction par un trou circulaire (tache d'Airy), qui limite la résolution des instruments d'optique (microscopes, télescopes, lunettes astronomiques ;
- limitation de la taille des défauts visibles en microscopie optique ;
- réseau de diffraction optique (spectroscopie).

En cristallographie

- diffraction de rayons X (DRX) : méthode d'analyse physico-chimique pour la matière cristallisée
- diffraction de neutrons : 1) détermination des positions des noyaux des atomes dans un matériau cristallin, mise en évidence de la liaison hydrogène. 2) mise en évidence de la transition de phase d'un état paramagnétique vers un état magnétique ordonné.
- diffraction d'électrons en microscopie électronique en transmission (MET) : faisceau d'électrons est « transmis » à travers un échantillon très mince créant une image (liée aux interactions entre les électrons et l'échantillon) dont la résolution peut atteindre 0,08 nanomètre.
- microscopie électronique à balayage (méthode EBSD) : faisceau d'électrons balayant la surface de l'échantillon à analyser qui, en réponse, réémet certaines particules. Ces particules sont analysées par différents détecteurs qui permettent de reconstruire une image en trois dimensions de la surface.

INTERFERENCE

En radio : Fading, variation plus ou moins rapide de l'amplitude du signal reçu. Cela a pris le sens de « parasite » (il s'agit en fait de l'interférence entre l'onde radio et une onde parasite).

En acoustique et optique

- Interférences sur une chaîne stéréo, on peut aussi inverser le branchement d'un des deux haut-parleurs ; ce phénomène qui est utilisé dans les casques anti-bruit.
- Lorsque l'on accorde un instrument de musique, on prend un son de référence (diapason, la du hautbois) et on règle l'instrument de sorte que les deux sons concordent. Lorsque la différence de fréquence est faible, on perçoit des **battements sonores**, et ces battements ralentissent lorsque les fréquences se rapprochent.

En physique quantique

- Mise en évidence du fait que les électrons sont des *objets* présentant des aspects parfois ondulatoires et parfois corpusculaires (dualité onde-corpuscule).
- 1961, C. Jönsson à Tübingen : un fil d'araignée métallisé séparant un faisceau d'électrons en deux produisait une interférence d'**électrons**. Dans la pratique, les électrons forment des impacts sur une plaque photographique, et la répartition de ces impacts présente des franges, de la même manière que pour la lumière.
- 1989, chercheurs de Hitachi : **production d'électrons et la détection un à un** et à observer l'apparition *dans le temps, électron après électron* de la figure d'interférences.
- Interférences pour les **neutrons**, les atomes et même les **molécules** (Buckminsterfullerène C₆₀).

Holographie

C'est de l'**imagerie sans lentilles**, avec des **rayons X**. C'est une cristallographie RX utilisant une technique d'interférence qui par transformations de Fourier permet de faire des reconstitutions ou 'images' 3D de molécules à l'échelle nanométrique.

DOPPLER

Astronomie : mouvement des astres et sur les mouvements de matière à l'intérieur de ces astres.

Radar :

Appareil émettant des paquets d'ondes et écoute ensuite le retour des cibles permettant d'en déduire la vitesse radiale de leur déplacement. Radar de contrôle routier, Radar météorologique, Profileur de vents (mesure de la vitesse de chute et de déplacement horizontal des précipitations), Radar de mesure balistique (mesure de la vitesse du projectile, sa vitesse initiale et de rotation).

Lidar :

Laser mesurant le déplacement des particules (profileur de vents, anémomètres laser pour la mesure de vitesses d'écoulement des fluides).

Médecine :

Echographie (vitesse du sang, débits, fuites ou rétrécissements, vitesse des parois cardiaques)

Navigation maritime :

Antennes de repérage d'urgence (4 antennes alimentées électroniquement les unes après les autres pour déterminer la direction de la station en difficulté).