

INTERFÉRENCES DES ONDES

Le phénomène d'interférences se manifeste lorsque deux ondes de même fréquence et issues d'une même source se superposent en un point de l'espace. Suivant l'endroit où elles se superposent, on observe des zones où elles se renforcent (interférences constructives) et des zones où elles s'annulent (interférences destructives). Ce phénomène est exploité dans de nombreuses applications comme les casques anti-bruit, hologrammes, traitement antireflet, lecture optique d'un CD et est à l'origine de l'irisation des bulles de savon.



L'objectif de cette activité est de comprendre et de modéliser le phénomène d'interférences . . .

1) Mise en évidence des interférences avec une cuve à onde :

Expérience prof (voir [vidéo](#))

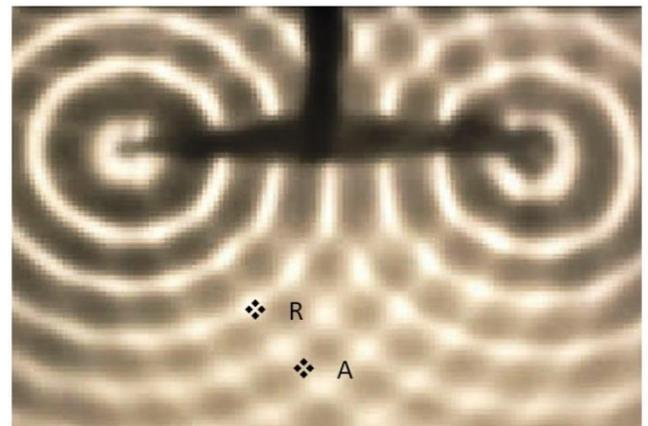
Lorsque deux ondes mécaniques de même fréquence se rencontrent, on observe des zones où elles se renforcent (point R) et d'autres où elles s'annulent (point A) :

Pour comprendre ce phénomène, on peut modéliser les ondes à la surface de l'eau par des sinusoïdes :

- Si les creux et les crêtes coïncident, les ondes se renforcent. On dit qu'elles sont **en phase** et on parle d'**interférences constructives** :



- Si les creux de l'une coïncident avec les crêtes de l'autre, les ondes s'annulent. On dit qu'elles sont en **opposition de phase** et on parle d'**interférences destructives** :



ANALYSER

- Q1. À partir de la photo prise à l'échelle réelle, déterminer la longueur d'onde λ .
- Q2. Mesurer les distances S_1R et S_2R entre le point R et les deux sources d'ondes et montrer que la différence de chemin parcouru δ (delta) est un multiple de λ . $\delta = |S_1R - S_2R|$
- Q3. Identifier d'autres points d'interférences constructives et montrer qu'on a toujours $\delta = k \times \lambda$ (k est un entier).
- Q4. Mesurer les distances S_1A et S_2A et montrer que la différence de chemin parcouru δ est un demi-multiple de λ .
- Q5. Identifier d'autres points d'interférences destructives et montrer qu'on a toujours $\delta = (k + \frac{1}{2}) \times \lambda$ (k est un entier).

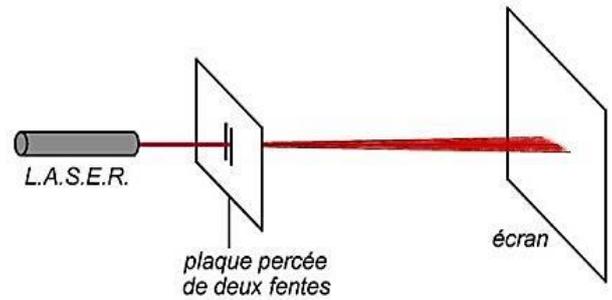
VALIDER

- Q6. Faire une synthèse de vos observations et expliquer à quelles conditions des interférences peuvent être constructives ou destructives. (s'aider d'un schéma où les ondes sont représentées par des sinusoïdes)

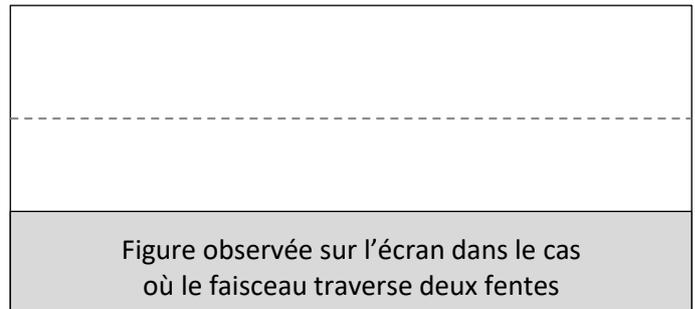
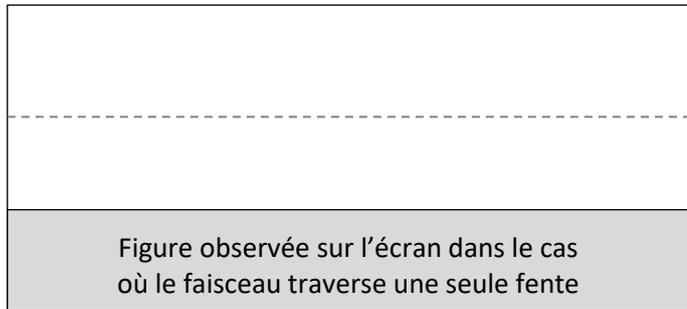
2) Interférences lumineuses :

a - Mise en évidence du phénomène :

À partir du montage ci-contre, on fait passer un faisceau LASER à travers une fente suffisamment fine (60µm de largeur) pour que l'on puisse observer sa diffraction sur un écran. On remplace ensuite la fente par deux fentes fines (60µm de largeur chacune) espacées d'une largeur de 200 µm.



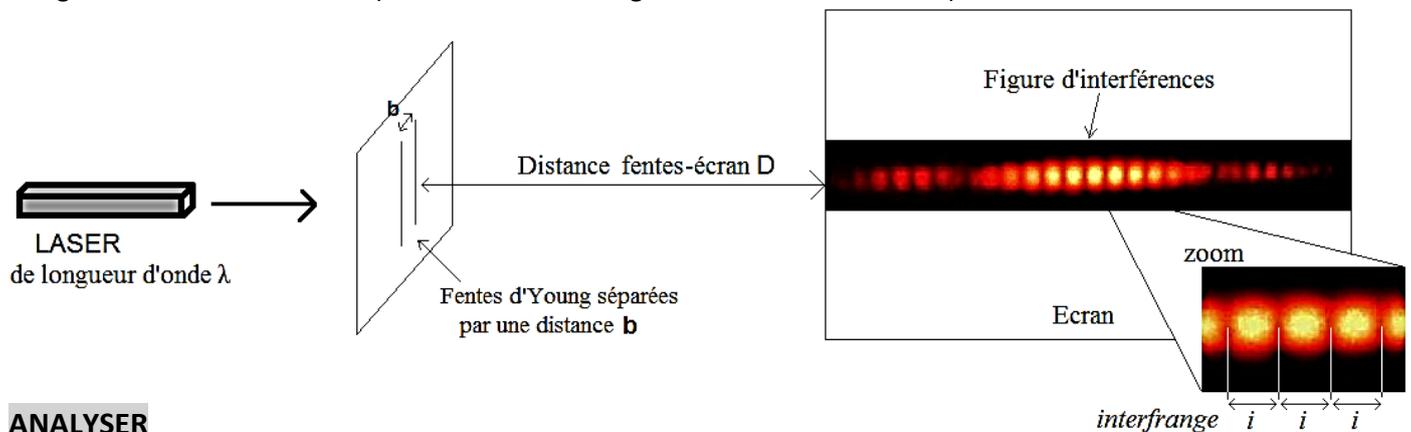
Q7. Schématiser ce que vous observez dans les cadres ci-dessous :



Q8. Indiquer sur la figure d'interférences où se trouvent les zones d'interférences constructives ? destructives ?

b - Interfrange i de la figure d'interférence :

La figure d'interférences est caractérisée par l'interfrange i , c'est-à-dire la distance séparant les milieux de deux franges sombres consécutives (ou bien de deux franges brillantes consécutives) :



ANALYSER

Imaginer puis réaliser un protocole permettant de choisir parmi les relations suivantes :

1) $i = \frac{\lambda \cdot b}{D}$ 2) $i = \frac{b}{D}$ 3) $i = \frac{\lambda}{D \cdot b}$ 4) $i = \frac{\lambda \cdot D}{b}$ 5) $i = \lambda \cdot D \cdot b$ 6) $i = \frac{D \cdot b}{\lambda}$

Attention : avant de commencer, faire une analyse des unités pour éliminer certaines des relations.

Evaluation des compétences ANALYSER	Appeler le professeur pour lui présenter la synthèse de vos recherches			
	<small>Critères de réussite : expliquez pourquoi vous avez retenu ou éliminé des relations, rédiger votre protocole et décrire vos observations, conclure</small>			
	A	B	C	D

RÉALISER

- Prendre une photo d'une figure d'interférence (valeurs de b , D et λ de votre choix) grâce à la caméra placée derrière l'écran (logiciel oVisio) puis mesurer l'interfrange i avec le logiciel Salsa J avec un maximum de précision.
- Exploiter la relation de l'interfrange trouvée auparavant pour déterminer la distance b entre les deux fentes et la comparer à celle fournie par le constructeur.

3) Interférence des ondes sonores :

Pour se protéger du bruit, on peut utiliser des matériaux poreux isolants phoniques. On peut également « détruire le bruit par le bruit » : c'est le principe des casques antibruit. Comment fonctionnent-ils ?

Pour répondre à cette question, vous allez lire et exploiter le document suivant :

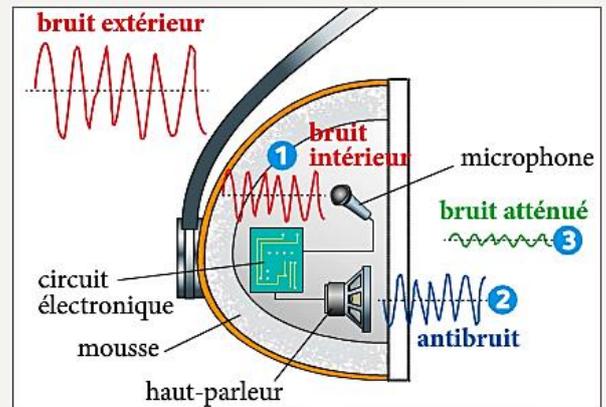


Pour réduire le bruit par le port d'un casque, la première solution consiste à utiliser les propriétés acoustiques des matériaux fibreux ou poreux (fibres, mousses). Malheureusement, ces matériaux ne sont efficaces qu'à partir de 600 Hz environ. Pour augmenter l'efficacité des casques, on ajoute depuis quelques années à ce système passif, un système actif. Grâce à l'évolution des filtres et des systèmes numériques, on a pu mettre à profit l'idée de l'ingénieur allemand Paul Lueg en 1933 : ajouter au son exactement le même son, mais en « opposition de phase », comme le montrent les courbes ① et ② de la figure 1.

Le bruit peut être considéré comme une somme de sons purs. L'air oscille sous l'effet de ces ondes sonores, c'est-à-dire que sa pression augmente puis diminue régulièrement. Dans le casque actif, on ajoute au bruit ① un second signal ② de telle sorte que la surpression de l'air due au bruit coïncide avec la dépression due au son ajouté : le signal ② est alors en opposition de phase avec le bruit ①, et la pression globale est quasiment constante. Le bruit ③ qui parvient à l'oreille est alors atténué.

Les systèmes antibruit des casques reposent sur des composants électroniques. Dans les oreillettes, de minuscules microphones ont pour fonction de capter le bruit venant de l'extérieur. Un circuit électronique se charge d'analyser les sons perçus par le microphone afin de déterminer le bruit indésirable et de générer un signal en opposition de phase.

Le temps de calcul nécessaire pour créer l'onde antibruit et sa transduction (transfert vers la membrane du haut-parleur) posent certaines limites qui font que les systèmes actuels réduisent considérablement le bruit (environ 25 à 30 dB) sans le supprimer totalement.



1 Intérieur d'un casque antibruit actif de chantier.

Q9. Expliquer en quelques lignes qu'on puisse « détruire le bruit par le bruit ».

Q10. À quelle variation d'intensité correspond une atténuation de 30dB ?