

# Interférences à deux ondes

## Sommaire

<b>I Superposition d'ondes planes sinusoïdales de mêmes fréquences</b>	<b>2</b>
I/A Déphasage et différence de marche	2
I/B Somme de signaux	4
I/C Bilan	8
<b>II Interférences lumineuses</b>	<b>9</b>
II/A Condition d'interférences : cohérence d'ondes lumineuses	9
II/B Formule de FRESNEL	9
II/C Chemin optique et déphasage	10
II/D Expérience des trous d'YOUNG	10

## Capacités exigibles

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Interférences entre deux ondes acoustiques, mécaniques ou lumineuses de même fréquence.</li> <li><input type="checkbox"/> Différence de chemin optique. Conditions d'interférences constructives ou destructives.</li> <li><input type="checkbox"/> Exemple du dispositif des trous d'YOUNG éclairé par une source monochromatique.</li> <li><input type="checkbox"/> Exprimer les conditions d'interférences constructives ou destructives.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Déterminer l'amplitude de l'onde résultante en un point en fonction du déphasage.</li> <li><input type="checkbox"/> Relier le déphasage entre les deux ondes à la différence de chemin optique.</li> <li><input type="checkbox"/> Établir l'expression littérale de la différence de chemin optique entre les deux ondes.</li> <li><input type="checkbox"/> Exploiter la formule de FRESNEL fournie pour décrire la répartition d'intensité lumineuse.</li> </ul> |
|---|---|

## L'essentiel

### Définitions

<input type="checkbox"/> ON2.1 : Fronts d'ondes	2
<input type="checkbox"/> ON2.2 : Phase spatiale et déphasage	2
<input type="checkbox"/> ON2.3 : Hypothèses de somme	4
<input type="checkbox"/> ON2.4 : Cohérence entre sources	9
<input type="checkbox"/> ON2.5 : Chemin optique	10
<input type="checkbox"/> ON2.6 : Description du résultat	11
<input type="checkbox"/> ON2.7 : Présentation trous d'YOUNG	11

### Propriétés

<input type="checkbox"/> ON2.1 : Approximation par une onde plane	2
<input type="checkbox"/> ON2.2 : Déphasage et différence de marche	3
<input type="checkbox"/> ON2.3 : $\Delta L$ particuliers	3
<input type="checkbox"/> ON2.4 : Signal somme même amplitude	5
<input type="checkbox"/> ON2.5 : Cas extrêmes même amplitude	5
<input type="checkbox"/> ON2.6 : Signal somme amplitudes $\neq$	6
<input type="checkbox"/> ON2.7 : Cas extrêmes amplitudes $\neq$	7
<input type="checkbox"/> ON2.8 : Intensité lumineuse	9
<input type="checkbox"/> ON2.9 : Formule de FRESNEL	10
<input type="checkbox"/> ON2.10 : Déphasage et différence de chemin optique	10
<input type="checkbox"/> ON2.11 : Intensité et interfrange	12

### Démonstrations

<input type="checkbox"/> ON2.1 : Différence de marche	3
<input type="checkbox"/> ON2.2 : $\Delta L$ particuliers	4
<input type="checkbox"/> ON2.3 : Signal somme de même amplitude	5
<input type="checkbox"/> ON2.4 : Cas extrêmes même amplitude	5
<input type="checkbox"/> ON2.5 : Signal somme amplitudes $\neq$	6
<input type="checkbox"/> ON2.6 : Cas extrêmes amplitudes $\neq$	7
<input type="checkbox"/> ON2.7 : Intensité lumineuse OPPS	9
<input type="checkbox"/> ON2.8 : Formule de FRESNEL	10
<input type="checkbox"/> ON2.9 : Chemin optique et différence de chemin	10
<input type="checkbox"/> ON2.10 : Intensité et interfrange	12

### Applications

<input type="checkbox"/> ON2.1 : Interférences sonores	8
--	---

### Exemples

<input type="checkbox"/> ON2.1 : Superpositions sur une corde	4
<input type="checkbox"/> ON2.2 : Somme de signaux	5
<input type="checkbox"/> ON2.3 : Cas extrêmes amplitudes $\neq$	7
<input type="checkbox"/> ON2.4 : Cohérence	9
<input type="checkbox"/> ON2.5 : Interfrange	12

### Points importants

<input type="checkbox"/> ON2.1 : Analyse même amplitude	6
<input type="checkbox"/> ON2.2 : Analyse amplitudes différentes	8
<input type="checkbox"/> ON2.3 : Interférences (pour $\Delta\varphi_0 = 0$ )	8
<input type="checkbox"/> ON2.4 : Condition d'interférence	9

# I Superposition d'ondes planes sinusoïdales de mêmes fréquences

## I/A Déphasage et différence de marche

### I/A) 1 Approximation par une onde plane

Soit une source en un point S, émettant une onde sinusoïdale. En toute généralité, et même sans atténuation, son amplitude  $A$  dépend du point considéré :

$$s(\vec{r}, t) = A(r) \cos(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r} + \varphi_0)$$

avec  $\vec{k}$  le vecteur d'onde et  $\vec{r}$  le vecteur position en 3 dimensions. En effet, l'énergie totale d'une perturbation se répartit selon l'espace disponible, donc  $A$  dépend de  $r$ . On les différencie alors selon les « vagues » qu'elles forment :

#### Définition ON2.1 : Fronts d'ondes

Si les fronts d'ondes dessinent :

- ◇ une **droite**, alors l'onde est **plane** ;
- ◇ un **cercle**, alors l'onde est **circulaire** ;
- ◇ une **sphère**, alors l'onde est **sphérique**.

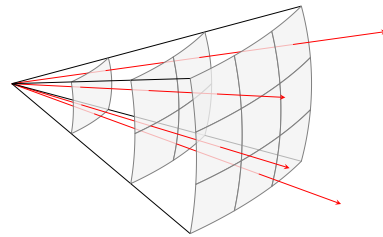


FIGURE ON2.1 – Front d'onde sphérique.

Pour obtenir de résultats simples, on se limite à des ondes planes avec l'approximation suivante :

#### ♥ Propriété ON2.1 : Approximation par une onde plane

À des distances de la source S **suffisamment grandes devant la longueur d'onde**  $\lambda$ , on peut approximer la vibration  $s(M, t)$  par une **onde plane** :

avec  $A$  constante au voisinage de M.

FIGURE ON2.2 –  
Approximation par une onde plane

### I/A) 2 Déphasage

#### ♥ Définition ON2.2 : Phase spatiale et déphasage

Soit deux signaux sinusoïdaux, de **même fréquence**, **longueur d'onde** et **nature**, provenant de 2 sources  $S_1$  et  $S_2$ , se superposant en un point M. Avec  $n \in [1; 2]$  :

On introduit alors pour simplifier la **phase spatiale** :

et

Ainsi, le **déphasage** entre  $s_2$  et  $s_1$  se réduit à leur **différence de phase spatiale** :

FIGURE ON2.3

### ♥ Rappel ON2.1 : Déphasages particuliers

#### En phase

Deux signaux sont **en phase** si leur **déphasage est nul** (modulo  $2\pi$ ) :

Les signaux passent par leurs valeurs maximales et minimales aux mêmes instants, et s'annulent simultanément.

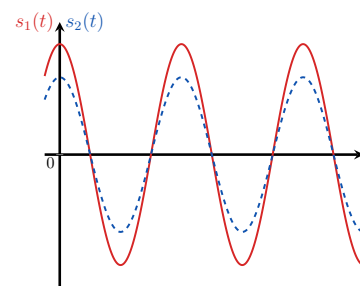


FIGURE ON2.4 – En phase.

#### En quadrature

Deux signaux sont en **quadrature phase** si leur déphasage est de  $\pm\pi/2$  (modulo  $2\pi$ ) :

Quand un signal s'annule, l'autre est à son maximum où à son minimum : c'est la relation entre un cosinus et un sinus.

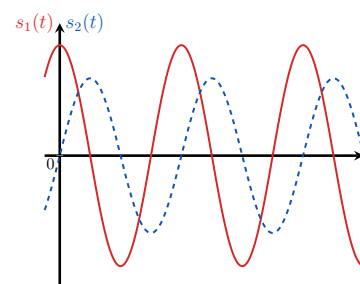


FIGURE ON2.5 – Quadrature.

#### En opposition

Deux signaux sont en **opposition de phase** si leur déphasage est de  $\pm\pi$  (modulo  $2\pi$ ) :

Lorsqu'un signal passe par sa valeur maximale, l'autre est à sa valeur minimale, mais ils s'annulent simultanément.

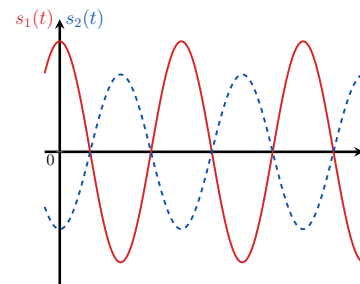


FIGURE ON2.6 – Opposition.

### I/A) 3 Différence de marche

#### Démonstration ON2.1 : Différence de marche

Comme les fréquences sont les mêmes, le déphasage se réexprime par une différence de distances :

#### ♥ Propriété ON2.2 : Déphasage et différence de marche

On a alors

$$\text{avec } k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

Différence de marche

Déphasage à l'origine

#### Interprétation ON2.1 : Différence de marche

$\Delta L$  traduit la **distance supplémentaire** que doit parcourir une onde par rapport à une autre pour arriver au même point M. Comme elles vont à la même vitesse  $c$ , cela **introduit un retard**, c'est-à-dire un déphasage.

#### ♥ Propriété ON2.3 : $\Delta L$ particuliers

Pour des sources de même phase à l'origine, on a  $\Delta\varphi_0 = 0$ . Les déphasages particuliers se réécrivent alors en termes de différence de marche, avec  $p \in \mathbb{Z}$  :

Type

En phase

En quadrature

En opposition

$\Delta L(M)$

### ♥ Démonstration ON2.2 : $\Delta L$ particuliers

On part du lien entre  $\Delta\varphi$  et  $\Delta L$ , avec  $\Delta\varphi_0 = 0$ , et de la définition du vecteur d'onde :

Comme  $p \in \mathbb{Z}$ ,  $-p \in \mathbb{Z}$ , donc le signe  $-$  importe peu. Ainsi,

◇ En phase :

◇ En quadrature :

◇ En opposition :

Tout fonctionne comme si on remplaçait  $2\pi$  par  $\lambda$ .

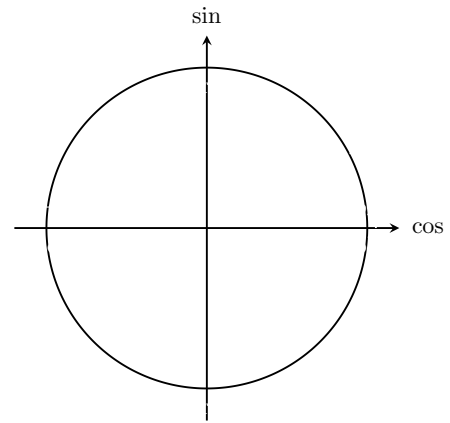


FIGURE ON2.7

## I/B Somme de signaux

### I/B) 1 Présentation

La plupart du temps, les ondes se croisent sans interagir particulièrement, et on ne voit que la somme des signaux. Voir cette [animation geogebra](#).

#### Exemple ON2.1 : Superpositions sur une corde

$t = 0$

$t = \Delta t$

$t = 2\Delta t$

FIGURE ON2.8 – Mêmes amplitudes.

$t = 0$

$t = \Delta t$

$t = 2\Delta t$

FIGURE ON2.9 – Amplitudes opposées.

### Définition ON2.3 : Hypothèses de somme

Chaque source émet une Onde Plane Progressive Sinusoïdale (OPPS) de même fréquence et même nature depuis les points  $S_1$  et  $S_2$  :

et

et on s'intéresse à leur somme  $s(M, t) = s_1(M, t) + s_2(M, t)$  en un point M.

FIGURE ON2.10 – Schéma.

### I/B) 2 Signaux de même amplitude : $A_1 = A_2 = A_0$

#### Outils ON2.1 : Somme de cosinus

On remplace la somme par un produit grâce à la relation

$$\cos p + \cos q = 2 \cos\left(\frac{p+q}{2}\right) \cos\left(\frac{p-q}{2}\right)$$

### ♥ Démonstration ON2.3 : Signal somme de même amplitude

### ♥ Propriété ON2.4 : Signal somme même amplitude

Ainsi,

avec

Amplitude

Phase

### Exemple ON2.2 : Somme de signaux

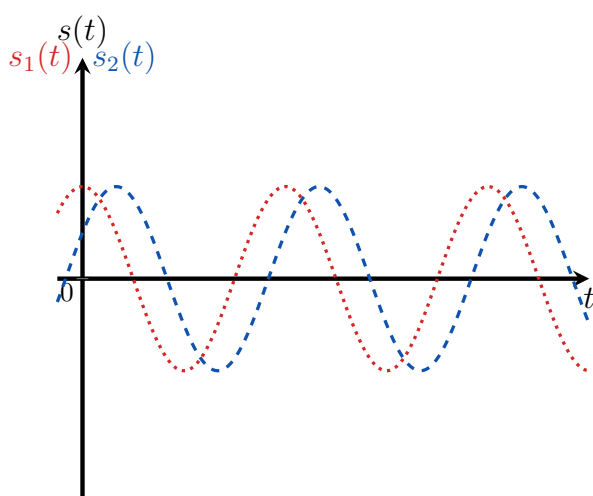


FIGURE ON2.11 –  
Somme avec déphasage  $\Delta\varphi_{2/1} = -\pi/3$ .

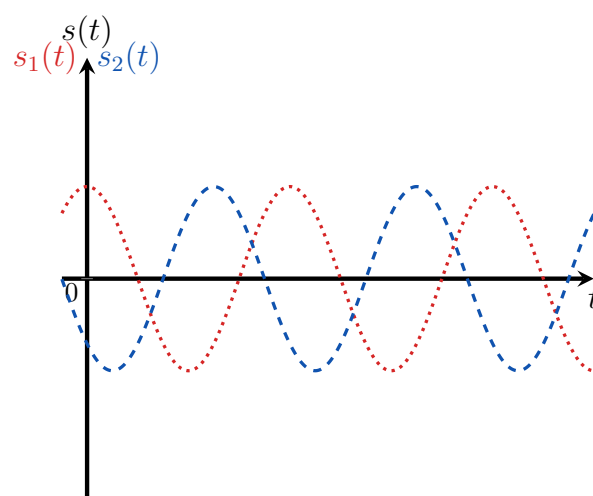


FIGURE ON2.12 –  
Somme avec déphasage  $\Delta\varphi_{2/1} = 3\pi/4$ .

### ♥ Propriété ON2.5 : Cas extrêmes même amplitude

L'amplitude de  $s(M,t)$  est **maximale** pour des signaux **en phase** et **minimale** pour des signaux en **opposition de phase**, avec :

En phase

En opposition

### ♥ Démonstration ON2.4 : Cas extrêmes même amplitude

Amplitude maximale

$A(M)$  est maximale pour

$\Rightarrow$

$p \in \mathbb{Z}$

Ce déphasage correspond à des **signaux en phase** : les maxima et minima de vibration se correspondent et donnent à chaque instant une amplitude **double**.

Amplitude minimale

$A(M)$  est minimale pour

$\Rightarrow$ 

$p \in \mathbb{Z}$

Ce sont donc des **signaux en opposition de phase** : les maxima et minima de vibration s'opposent, et l'amplitude résultante est **nulle**.

### Important ON2.1 : Analyse même amplitude

Le signal somme de deux OPPS de **même amplitude**  $A_0$  et **même pulsation**  $\omega$  est :

1) Un signal **sinusoïdal** et de **même pulsation**  $\omega$  ;

2) D'amplitude **dépendante de M**, et

◇ **Maximale**  $A_{\max} = 2A_0$  pour signaux **en phase** ( $\Delta\varphi_{2/1} = 2p\pi$ ,  $p \in \mathbb{Z}$ ) ;

◇ **Minimale**  $A_{\min} = 0$  pour signaux **en opposition de phase** ( $\Delta\varphi_{2/1} = (2p+1)\pi$ ,  $p \in \mathbb{Z}$ ).

### I/B) 3 Signaux d'amplitudes différentes : $A_1 \neq A_2$

On peut soit utiliser la trigonométrie classique, soit les complexes :

#### Outils ON2.2 : Trigonométrie

$$\cos(a+b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b$$

$$\cos(a-b) = \cos a \cos b + \sin a \sin b$$

$$\cos \theta = \frac{e^{j\theta} + e^{-j\theta}}{2}$$

$$|z|^2 = z \cdot z^* \quad \text{et} \quad \tan(\arg(z)) = \frac{\text{Im}(z)}{\text{Re}(z)}$$

#### Propriété ON2.6 : Signal somme amplitudes $\neq$

Alors,

avec

#### Démonstration ON2.5 : Signal somme amplitudes $\neq$

En réels

En complexes

En supposant directement que  $s(M,t) = A(M) \cos(\omega t + \varphi(M))$  (par linéarité),

Dans tous les cas, on trouve

$$\begin{cases} A(M) = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\Delta\varphi_{2/1}(M))} \\ \varphi(M) = \arctan\left(\frac{A_1 \sin \varphi_1(M) + A_2 \sin \varphi_2(M)}{A_1 \cos \varphi_1(M) + A_2 \cos \varphi_2(M)}\right) \end{cases}$$

### ♥ Propriété ON2.7 : Cas extrêmes amplitudes $\neq$

L'amplitude de  $s(M,t)$  est **maximale** pour des signaux **en phase** et **minimale** pour des signaux en **opposition de phase**, avec :

En phase

En opposition

### ♥ Démonstration ON2.6 : Cas extrêmes amplitudes $\neq$

Amplitude maximale

Max pour  
Or,

$$p \in \mathbb{Z}$$

Amplitude minimale

Min pour  
Or,

$$p \in \mathbb{Z}$$

### Exemple ON2.3 : Cas extrêmes amplitudes $\neq$

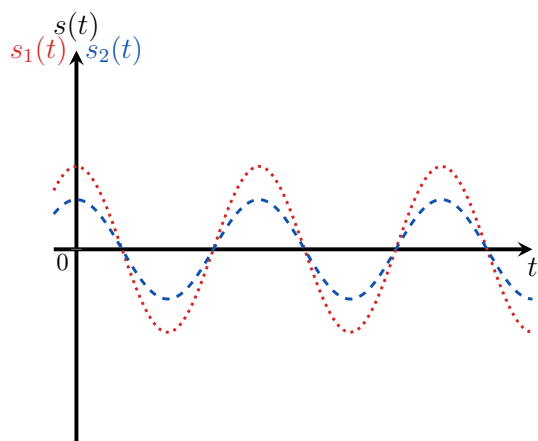


FIGURE ON2.13 – Signaux en phase.

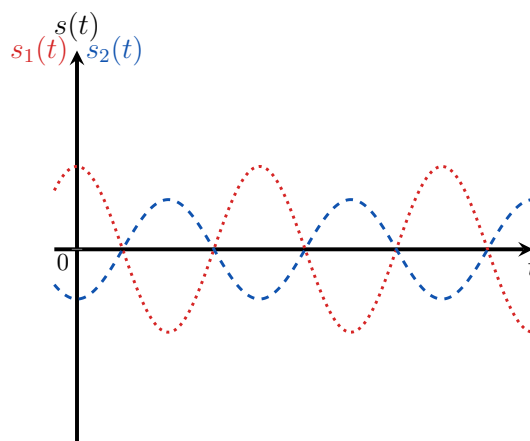


FIGURE ON2.14 – Signaux en opposition.

### Important ON2.2 : Analyse amplitudes différentes

Le signal somme de deux OPPS d'amplitudes  $A_1$  et  $A_2$  de même pulsation  $\omega$  est :

- 1) Un signal **sinusoïdal** et de **même pulsation**  $\omega$  ;
- 2) D'amplitude **dépendante de M**, et
  - ◇ **Maximale**  $A_{\max} = A_1 + A_2$  pour signaux **en phase** ( $\Delta\varphi_{2/1} = 2p\pi$ ) ;
  - ◇ **Minimale**  $A_{\min} = |A_1 - A_2|$  pour signaux **en opposition de phase** ( $\Delta\varphi_{2/1} = (2p+1)\pi$ ).

## I/C Bilan

### Important ON2.3 : Interférences (pour $\Delta\varphi_0 = 0$ )

Pour deux OPPS de même fréquence, nature et phase à l'origine\* se superposant en M :

L'amplitude de la somme est **maximale** si les signaux sont **en phase** :

$$\Delta\varphi_{2/1}(M) = 2p\pi \quad \Leftrightarrow \quad \Delta L_{2/1}(M) = p\lambda$$

On parle d'**interférences constructives**.

L'amplitude de la somme est **minimale** si les signaux sont **en opposition de phase** :

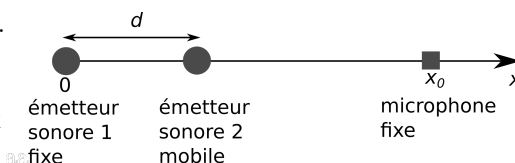
$$\Delta\varphi_{2/1}(M) = (2p+1)\pi \quad \Leftrightarrow \quad \Delta L_{2/1}(M) = (2p+1)\frac{\lambda}{2}$$

On parle d'**interférences destructives**.

$p \in \mathbb{Z}$  est appelé l'**ordre d'interférence**. Pour une animation et visualisation dans le plan, voir [ce site](#).

### ♥ Application ON2.1 : Interférences sonores

Soient 2 émetteurs sonores envoyant une onde progressive sinusoïdale de même fréquence, même amplitude et **même phase à l'origine**. Le premier est fixé à l'origine du repère, l'émetteur 2 est mobile et à une distance  $d$  du premier, et un microphone est placé à une distance fixe  $x_0 > d$  de l'émetteur 1 et est aligné avec les deux émetteurs. On néglige l'influence de l'émetteur 2 sur l'émetteur 1 et toute atténuation.



- 1] Lorsque  $d = 0$ , qu'enregistre-t-on au niveau du microphone ?
- 2] On part de  $d = 0$  et on augmente  $d$  jusqu'à ce que le signal enregistré soit nul. Ceci se produit pour  $d_1 = 6,0$  cm. Expliquer cette extinction.
- 3] En déduire la longueur d'onde puis la fréquence du son émis.
- 4] Pour  $d_2 = 12,0$  cm, quelle sera l'amplitude du signal enregistré ?

1]

2]

3]



4

## II Interférences lumineuses

### II/A Condition d'interférences : cohérence d'ondes lumineuses

#### Définition ON2.4 : Cohérence entre sources

La plupart des sources lumineuses ont une phase à l'origine qui **n'est pas constante**, mais prend une valeur aléatoire au bout d'un certain temps généralement très court : on dit qu'elles envoient des **trains d'ondes**, avec :

- ◇ Temps de cohérence :
- ◇ Longueur de cohérence :

#### Important ON2.4 : Condition d'interférence

Pour interférer, **deux sources doivent être cohérentes**, c'est-à-dire avoir  $\Delta\varphi_0 = \text{cte}$  ; ceci n'est en général pas réalisable par manque de contrôle sur cette variation de phase à l'origine (désexcitation quantique aléatoire). Les interférences lumineuses se font donc **avec une unique source**, donnant forcément des **ondes cohérentes**.

#### Exemple ON2.4 : Cohérence

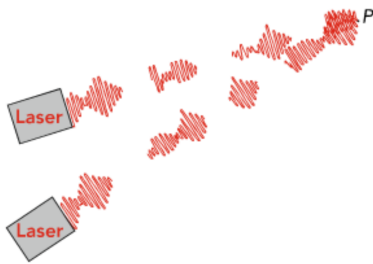


TABLEAU ON2.1 – Temps et longueurs de cohérence

Source	$\tau_c$ (s)	$L_c$ (m)
Lumière du Soleil	$2 \times 10^{-15}$	$6 \times 10^{-7}$
Ampoule	$3 \times 10^{-14}$	$1 \times 10^{-5}$
Raie rouge hydrogène	$1 \times 10^{-11}$	$4 \times 10^{-3}$
Laser hélium-néon	$1 \times 10^{-9}$	$3 \times 10^{-1}$

### II/B Formule de FRESNEL

#### ♥ Propriété ON2.8 : Intensité lumineuse

En général

OPPS

#### Démonstration ON2.7 : Intensité lumineuse OPPS

La période (temporelle) typique d'une onde lumineuse est de l'ordre de  $10^{-15}$  s, ou  $\approx 1$  fs : c'est une échelle de temps infinitésimale **bien inférieure au temps de détection** de n'importe quel capteur optique : l'œil humain a un temps de réponse  $\approx 10^{-1}$  s, un capteur CCD  $\approx 10^{-6}$  s.

Ainsi, un récepteur optique n'est sensible **qu'à l'énergie moyenne du signal**. Cette énergie est proportionnelle au carré de la grandeur  $s(M,t)$  propagée par l'onde (ici électromagnétique), d'où

$$I(M) = K \langle s^2(M,t) \rangle$$

Pour une OPPS (monochromatique), on a

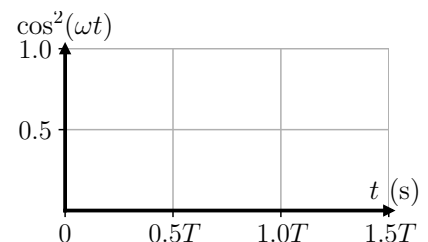


FIGURE ON2.15 –  $\cos^2(\omega t)$  et sa moyenne.

cohérent avec sa représentation temporelle. On le démontre aussi par intégration (cf. Dm.E6.2).

### ♥ Propriété ON2.9 : Formule de FRESNEL

L'intensité lumineuse  $I(M)$  résultant de l'interférence de 2 ondes monochromatiques en un point  $M$  de l'espace s'écrit :

ou

si  $A_1 = A_2 = A_0$ , c'est-à-dire  $I_1 = I_2 = I_0$ . On trouve alors

En phase

En opposition

### Démonstration ON2.8 : Formule de FRESNEL

Soient 2 ondes lumineuses **cohérentes** et de même pulsation, d'amplitudes  $A_1$  et  $A_2$ , interférant en un point  $M$ . On a vu que le signal somme  $s(M,t) = s_1(M,t) + s_2(M,t)$  avait une amplitude

$$A(M) = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos \Delta\varphi_{2/1}(M)}$$

On trouve donc l'intensité  $I(M)$  en en prenant le carré et en multipliant par  $\frac{1}{2}K$  :

## II/C Chemin optique et déphasage

La propagation des ondes lumineuses se fait dans des milieux avec des indices optiques  $n$  qui peuvent être différents, et donc avec des vitesses  $v = c/n$  différentes. Pour continuer à travailler comme on le fait, il faudrait se ramener à une même vitesse, quitte à changer la longueur. On définit ainsi le **chemin optique** :

### ♥ Définition ON2.5 : Chemin optique

Le trajet d'un rayon lumineux dans un milieu d'indice  $n$  entre les points  $A$  et  $B$  s'écrit  $(AB)$  :

### Démonstration ON2.9 : Chemin optique et différence de chemin

En effet, si l'onde 1 parcourt la distance  $AB$  dans le milieu  $n$ , elle le fait à la vitesse  $v = c/n$ . Pour considérer qu'elle va à la vitesse  $c = nv$ , il faut multiplier la distance par  $n$  :

Tout se passe comme si l'onde allait à la vitesse  $c$  mais parcourait une distance  $n$  fois plus grande : on retrouve alors Impl.O1.2 :

### ♥ Propriété ON2.10 : Déphasage et différence de chemin optique

Pour 2 ondes lumineuses de  $\lambda_{\text{vide}} = \lambda_0$  :

avec

Différence de chemin

Déphasage à l'origine

## II/D Expérience des trous d'YOUNG

### II/D) 1 Introduction

La nature de la lumière a été sujet à de grands débats durant de nombreux siècles, entre vision corpusculaire et ondulatoire. C'est en 1802 que l'expérience dite des « trous d'YOUNG » a permis de confirmer la nature ondulatoire

de la lumière en réalisant une figure d'interférences lumineuses<sup>1</sup>. Une version moderne de cette expérience consiste à pointer un unique laser de longueur d'onde  $\lambda_0$  sur deux fentes fines horizontales et parallèles : ces fentes diffractent la lumière et se comportent **comme deux sources cohérentes**.

### Définition ON2.6 : Description du résultat

La zone de l'espace où les faisceaux se superposent est appelé **champ d'interférences**. Sur un écran, on observe alors des variations d'intensité lumineuse :

- ◇ au milieu des zones claires (**maximum** local d'intensité) on a des **interférences constructives** ;
- ◇ au milieu des zones sombres (**minimum** local d'intensité) on a des **interférences destructives**.
- ◇ on appelle **interfrange** et on le note  $i$  la **distance** séparant **deux milieux de franges** brillantes (ou sombres) consécutives.

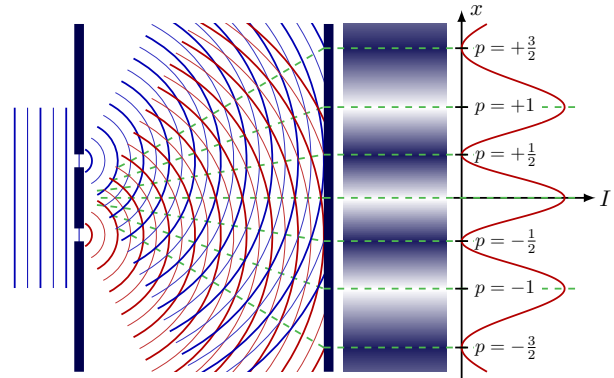


FIGURE ON2.16 – Figure d'interférence.

## II/D) 2 Présentation

### ♥ Définition ON2.7 : Présentation trous d'YOUNG

Soit S une source lumineuse ponctuelle, monochromatique de longueur d'onde  $\lambda_0$ , éclairant deux fentes fines horizontales et parallèles  $F_1$  et  $F_2$  distantes de  $2a$ , avec O au milieu. S est situé sur un axe optique perpendiculaire à un écran placé à une distance  $D$  très supérieure à  $a$  (pour l'approximation en ondes planes). Le milieu de propagation est l'air, d'indice optique  $n = 1$ . On se limite au tracé de 2 rayons qui interfèrent au point  $M(x)$ , passant chacun par une des fentes.

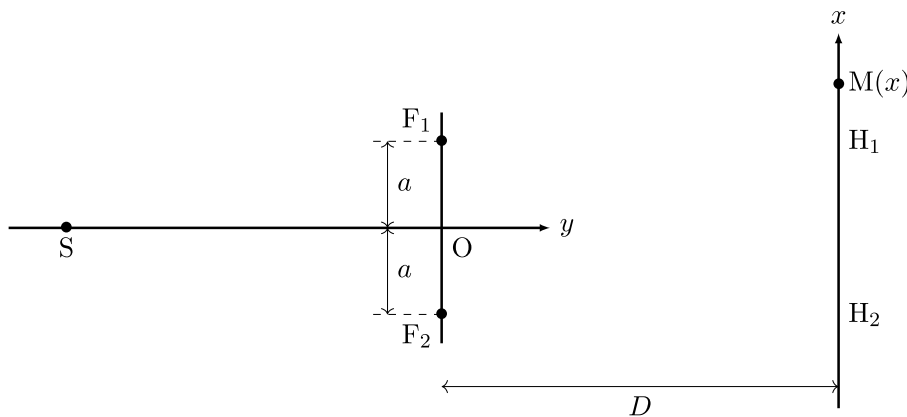


FIGURE ON2.17 – Schéma des trous d'YOUNG

### ♥ Interprétation ON2.2 : Expérience des trous d'YOUNG

On a alors successivement :

- ◇ **Diffraction** :
- ◇ **Interférences** : avec la formule de FRESNEL pour des intensités égales,

$$I(M) = 2I_0 (1 + \cos(\Delta\varphi_{2/1}(M)))$$

▷ **Constructives** :

▷ **Destructives** :

1. Voir la vidéo [La plus belle expérience de la Physique](#).

II/D) 3

 Résolution

♥ Propriété ON2.11 : Intensité et interfrange

Pour  $I_1 = I_2 = I_0$ , on obtient

décrivant des franges, d'interfrange



FIGURE ON2.18 – Franges avec atténuation.

♥ Démonstration ON2.10 : Intensité et interfrange

Intensité

On cherche donc à exprimer  $F_1M$  et  $F_2M$ . Pour cela, on place les points  $H_1$  et  $H_2$  projetés orthogonaux de  $F_1$  et  $F_2$  sur l'écran, créant ainsi deux triangles rectangles :  $F_1H_1M$  et  $F_2H_2M$ .

et

et

et

Or,  $\sqrt{1+\varepsilon} \underset{\varepsilon \rightarrow 0}{\sim} 1 + \frac{\varepsilon}{2}$ ; comme  $D \gg (x; a) \Rightarrow \frac{x \pm a}{D} \ll 1$ , alors avec  $\varepsilon = \left(\frac{x \pm a}{D}\right)^2$  on a :

et

et

Ainsi,

Soit

Franges et interfrange

◇ Franges claires :

◇ Franges sombres :

◇ Interfrange :

Exemple ON2.5 : Interfrange

Voir une autre animation [ici](#). Avec  $2a = 0,20$  mm,  $\lambda_0 = 632$  nm et  $D = 1,0$  m, on trouve