



Interférences par division du front d'onde

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

Améliorations
du montage

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle

Interférences par division du front d'onde



Interférences
par division
du front
d'onde

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

Améliorations
du montage

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle

1

Trous d'Young - Observation à distance finie.



Montage avec un trou

Rappeler qualitativement ce qui se passe lorsqu'un faisceau de lumière passe par un trou dont la dimension diminue jusqu'à atteindre un diamètre de l'ordre de la longueur d'onde du rayonnement considéré.

Interférences
par division
du front
d'onde

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

Améliorations
du montage

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle



Montage avec 2 trous

Interférences
par division
du front
d'onde

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

Améliorations
du montage

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle

On place deux trous de diamètre $d = 25 \mu\text{m}$ espacés $a = 500 \mu\text{m}$ sont éclairés par une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 650 \text{ nm}$. Décrire la figure observée sur un écran situé à $D = 1 \text{ m}$ des bitrous.



Modélisation

Interférences
par division
du front
d'onde

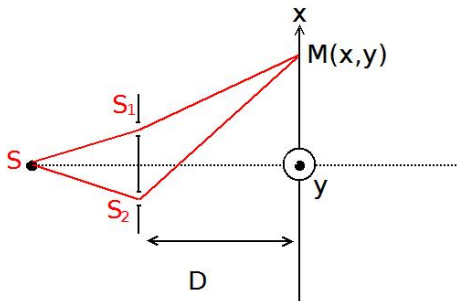
Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

Améliorations
du montage

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle

On considère une source ponctuelle monochromatique. Sur le trajet de la lumière on place 2 trous infiniment fins distants de $a \sim 0.1 - 1$ mm. On place un écran à une distance $D \sim 1$ m des trous.





Champ d'interférence

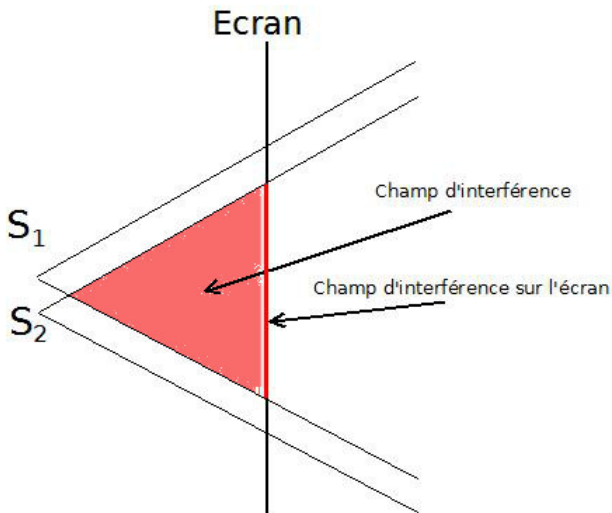
Interférences
par division
du front
d'onde

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

Améliorations
du montage

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle





- Interférences par division du front d'onde
- Trous d'Young - Observation à distance finie.
- Améliorations du montage
- Problèmes de cohérence spatiale
- Problèmes de cohérence temporelle

Justifier qu'on peut observer un phénomène d'interférences.

.....

.....

.....

La figure d'interférences est-elle localisée ?

.....

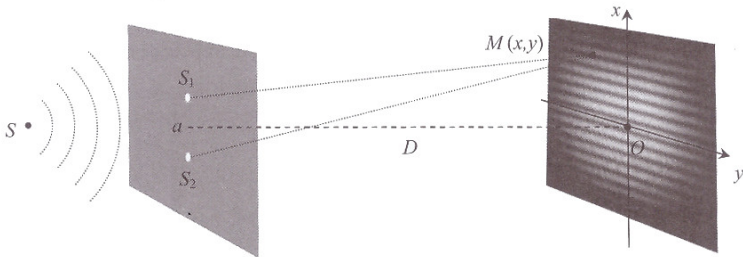
.....

Quelle forme les franges d'interférences vont - elles avoir ?

.....



Expression de la différence de marche en un point M de l'écran



Interférences
par division
du front
d'onde

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

Améliorations
du montage

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle



Interférences
par division
du front
d'onde

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

Améliorations
du montage

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Interférences
par division
du front
d'onde

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

Améliorations
du montage

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Interférences par division du front d'onde	.....
Trous d'Young - Observation à distance finie.	.....
Améliorations du montage	.....
Problèmes de cohérence spatiale	.....
Problèmes de cohérence temporelle	.....



Expression de l'interfrange

Interférences
par division
du front
d'onde

.....

.....

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

.....

.....

Améliorations
du montage

.....

Problèmes de
cohérence
spatiale

.....

Problèmes de
cohérence
temporelle

.....

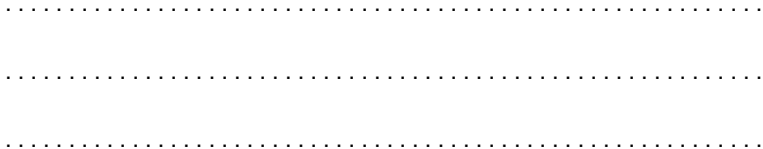
.....

.....



Expression de l'éclairement et figure d'interférence

Interférences
par division
du front
d'onde

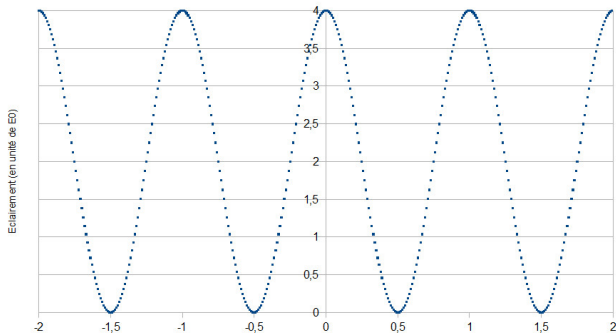


Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

Améliorations
du montage

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle





Application 1 : Montage avec 2 trous (diapo 5)

Interférences
par division
du front
d'onde

Compléter la description de la figure observée avec les deux trous

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

Améliorations
du montage

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle



Interférences par division du front d'onde	.....
Trous d'Young - Observation à distance finie.	.....
Améliorations du montage	.....
Problèmes de cohérence spatiale	.....
Problèmes de cohérence temporelle	.....



**Interférences
par division
du front
d'onde**

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

**Améliorations
du montage**

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle

2

Améliorations du montage



Les fentes d'Young

Interférences
par division
du front
d'onde

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

Améliorations
du montage

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle

On remplace les deux trous infiniment fins par deux fentes infiniment fines et infiniment longues dans la direction (Oy) . On éclaire ce dispositif avec une fente source.

Quelles modifications la figure d'interférence va t - elle subir ?

.....

.....

.....

.....



Montage avec des lentilles

Interférences par division du front d'onde

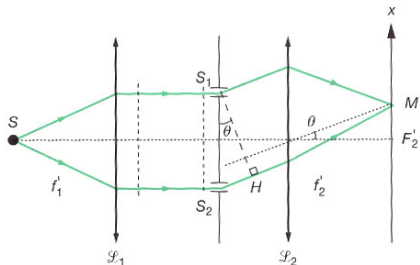
Trous d'Young - Observation à distance finie.

Améliorations du montage

Problèmes de cohérence spatiale

Problèmes de cohérence temporelle

Pour améliorer le contraste, on considère le montage suivant :



Ce montage revient à considérer l'interférence à deux ondes provenant d'une unique source située La figure d'interférence sera observée ou bien (et c'est le cas ici, dans Ce montage permet d'obtenir un meilleur contraste car les deux ondes qui interfèrent émergent de la bifente avec le même angle donc la même



Différence de marche, interfrange, éclaircement

**Interférences
par division
du front
d'onde**

.....

.....

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

.....

.....

**Améliorations
du montage**

.....

.....

Problèmes de
cohérence
spatiale

.....

.....

Problèmes de
cohérence
temporelle

.....

.....

.....



Interférences par division du front d'onde	.....
Trous d'Young - Observation à distance finie.	.....
Améliorations du montage	.....
Problèmes de cohérence spatiale	.....
Problèmes de cohérence temporelle	.....



Déplacement des bifentes

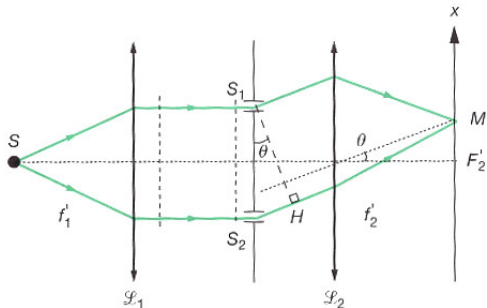
Interférences par division du front d'onde

Trous d'Young - Observation à distance finie.

Améliorations du montage

Problèmes de cohérence spatiale

Problèmes de cohérence temporelle



Les deux fentes (ou trous) sont translatées d'une distance x_0 selon la direction \vec{u}_x . Qu'observe-t-on sur l'écran ?

.....

.....



Déplacement de la source

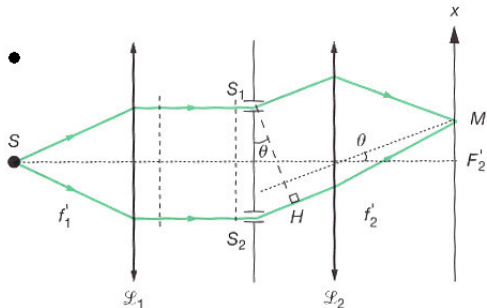
Interférences
par division
du front
d'onde

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

Améliorations
du montage

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle



Tracer la marche de 2 rayons de S à M .
Qu'observe-t-on sur l'écran ?

.....

.....



Déterminer la nouvelle expression de $\delta(M)$

Interférences
par division
du front
d'onde

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

Améliorations
du montage

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Application 2 : Mesure de l'indice de l'air

Interférences
par division
du front
d'onde

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

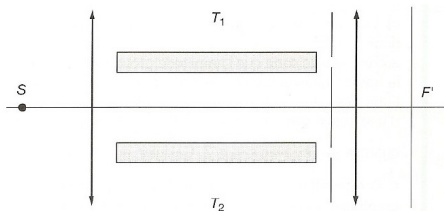
Améliorations
du montage

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle

La source S ponctuelle et monochromatique ($\lambda = 589 \text{ nm}$) est placée au foyer objet d'une première lentille. L'écran est, quant à lui dans le plan focal image d'une seconde lentille.

Lorsque les tubes T_1 et T_2 de longueur $l = 20 \text{ cm}$, sont remplis d'air, le montage est symétrique et on observe une frange brillante au centre de l'écran. On fait progressivement le vide dans T_1 .



Pendant le pompage, 98 franges brillantes défilent en F' , et lorsque le vide est établi, on observe en F' une frange sombre.

Calculer l'indice de l'air



**Interférences
par division
du front
d'onde**

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

Améliorations
du montage

**Problèmes de
cohérence
spatiale**

Problèmes de
cohérence
temporelle

3

Problèmes de cohérence spatiale



Fentes d'Young éclairées par 2 sources monochromatiques spatialement distinctes

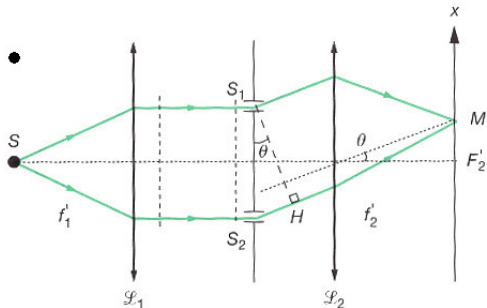
Interférences par division du front d'onde

Trous d'Young - Observation à distance finie.

Améliorations du montage

Problèmes de cohérence spatiale

Problèmes de cohérence temporelle



Déterminer l'éclairement sur l'écran ainsi que le contraste de la figure d'interférence si on éclaire les bifentes avec les deux sources ponctuelles S et S' de même intensité et telles que $\overrightarrow{SS'} = X\overrightarrow{u_x}$.



Interférences par division du front d'onde	.....
Trous d'Young - Observation à distance finie.	.....
Améliorations du montage	.....
Problèmes de cohérence spatiale	.....
Problèmes de cohérence temporelle	.....



Interférences par division du front d'onde	.....
Trous d'Young - Observation à distance finie.	.....
Améliorations du montage	.....
Problèmes de cohérence spatiale	.....
Problèmes de cohérence temporelle	.....



Interférences par division du front d'onde	.....
Trous d'Young - Observation à distance finie.	.....
Améliorations du montage	.....
Problèmes de cohérence spatiale	.....
Problèmes de cohérence temporelle	.....



Interférences par division du front d'onde	.....
Trous d'Young - Observation à distance finie.	.....
Améliorations du montage	.....
Problèmes de cohérence spatiale	.....
Problèmes de cohérence temporelle	.....



Application 3 : Étude d'un système d'étoile double

Interférences
par division
du front
d'onde

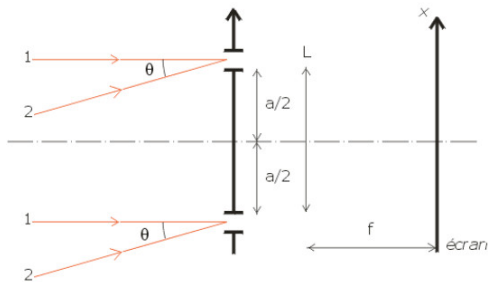
Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

Améliorations
du montage

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle

Deux étoiles E_1 et E_2 , sont séparées par une distance angulaire θ . L'étoile E_1 est dans la direction de l'axe optique.



Les étoiles sont observées avec une lunette astronomique. Pour simplifier l'étude, on assimile l'objectif à une lentille mince convergente et on suppose que l'observation se fait dans le plan focal image de cette lentille.



On place devant l'objectif de la lunette un filtre, et un écran opaque percé de deux fentes de infiniment fines, d'écartement variable a .

1. Quel est le rôle du filtre ?
2. Décrire qualitativement la figure observée sur l'écran.
3. Déterminer la position de la frange centrale de chacune des figures d'interférences.
4. À quelle condition sur d y a-t-il brouillage ?
5. En déduire une méthode pour mesurer l'écart angulaire de deux étoiles.
6. Quelle grandeur fixe la résolution de cet interféromètre, c'est-à-dire la distance angulaire θ la plus petite mesurable ?
7. Application numérique pour $\lambda = 0.68 \mu\text{m}$ et une résolution $\theta = 6 \times 10^{-7}$ rad.



Élargissement de la source

Interférences
par division
du front
d'onde

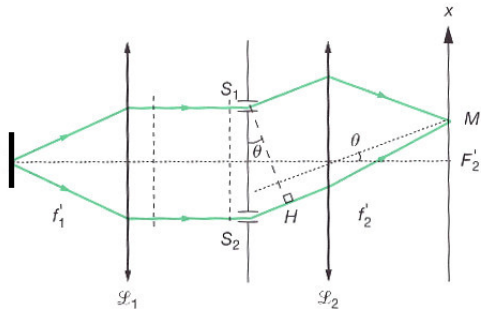
On considère maintenant que la fente source possède une certaine largeur h

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

Améliorations
du montage

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle



Qu'observe-t-on sur l'écran à mesure qu'on élargit la fente source ?



Interférences par division du front d'onde	.....
Trous d'Young - Observation à distance finie.	.....
Améliorations du montage	.....
Problèmes de cohérence spatiale	.....
Problèmes de cohérence temporelle	.....



Interférences par division du front d'onde	.....
Trous d'Young - Observation à distance finie.	.....
Améliorations du montage	.....
Problèmes de cohérence spatiale	.....
Problèmes de cohérence temporelle	.....



Interférences
par division
du front
d'onde

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

Améliorations
du montage

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle

4

Problèmes de cohérence temporelle



Source de faible largeur spectrale

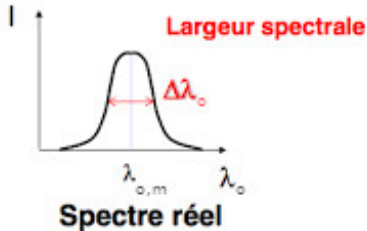
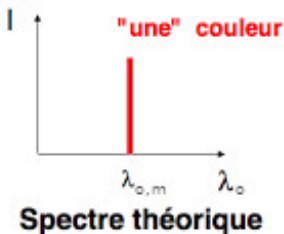
Interférences par division du front d'onde

Trous d'Young - Observation à distance finie.

Améliorations du montage

Problèmes de cohérence spatiale

Problèmes de cohérence temporelle



$$\Delta p(M) = p_{\lambda_{0,m}}(M) - p_{\lambda_{0,m} + \lambda_0/2}(M)$$

$$\Delta p(M) = \frac{\delta(M)}{\lambda_{0,m}} - \frac{\delta(M)}{\lambda_{0,m} + \frac{\Delta\lambda_0}{2}} = \frac{\delta(M)}{\lambda_{0,m}} \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{\Delta\lambda_0}{2\lambda_{0,m}}} \right)$$



- Interférences par division du front d'onde
- Trous d'Young - Observation à distance finie.
- Améliorations du montage
- Problèmes de cohérence spatiale
- Problèmes de cohérence temporelle

$$\Delta p(M) \approx \frac{\delta(M)}{\lambda_{0,m}} \left(1 - \left(1 - \frac{\Delta\lambda_0}{2\lambda_{0,m}} \right) \right) = \Delta p(M) \approx \frac{\delta(M)\Delta\lambda_0}{2\lambda_{0,m}^2}$$

Il y a brouillage définitif des franges d'interférences dès que $\Delta p > 1/2$ ie dès que $\delta(M) > \frac{\lambda_{0,m}^2}{\Delta\lambda_0} = \ell_c$

Conclusion :

.....

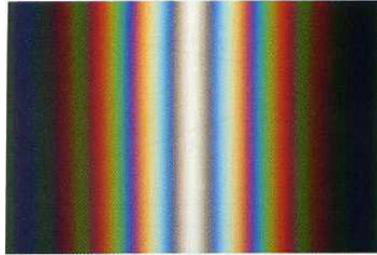
.....

.....

.....



Interférences en lumière blanche



Interférences
par division
du front
d'onde

Trous
d'Young -
Observation
à distance
finie.

Améliorations
du montage

Problèmes de
cohérence
spatiale

Problèmes de
cohérence
temporelle