

# Interféromètre de Michelson

JR Seigne MP\*, Clemenceau  
Nantes

October 7, 2024

## ① Présentation

## ② Lame d'air

## ③ Coin d'air

## ④ Localisation des franges

Interféromètre  
de Michelson

JR Seigne  
MP\*,  
Clemenceau  
Nantes

Présentation

Lame d'air

Coin d'air

Localisation  
des franges



Interféromètre  
de Michelson

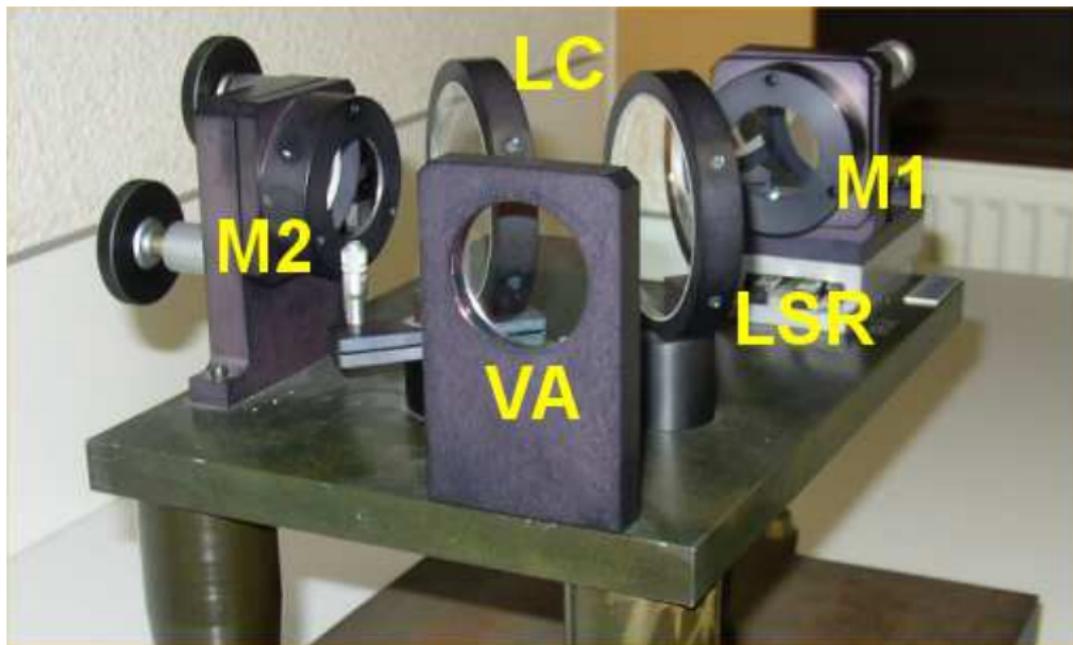
JR Seigne  
MP\*,  
Clemenceau  
Nantes

Présentation

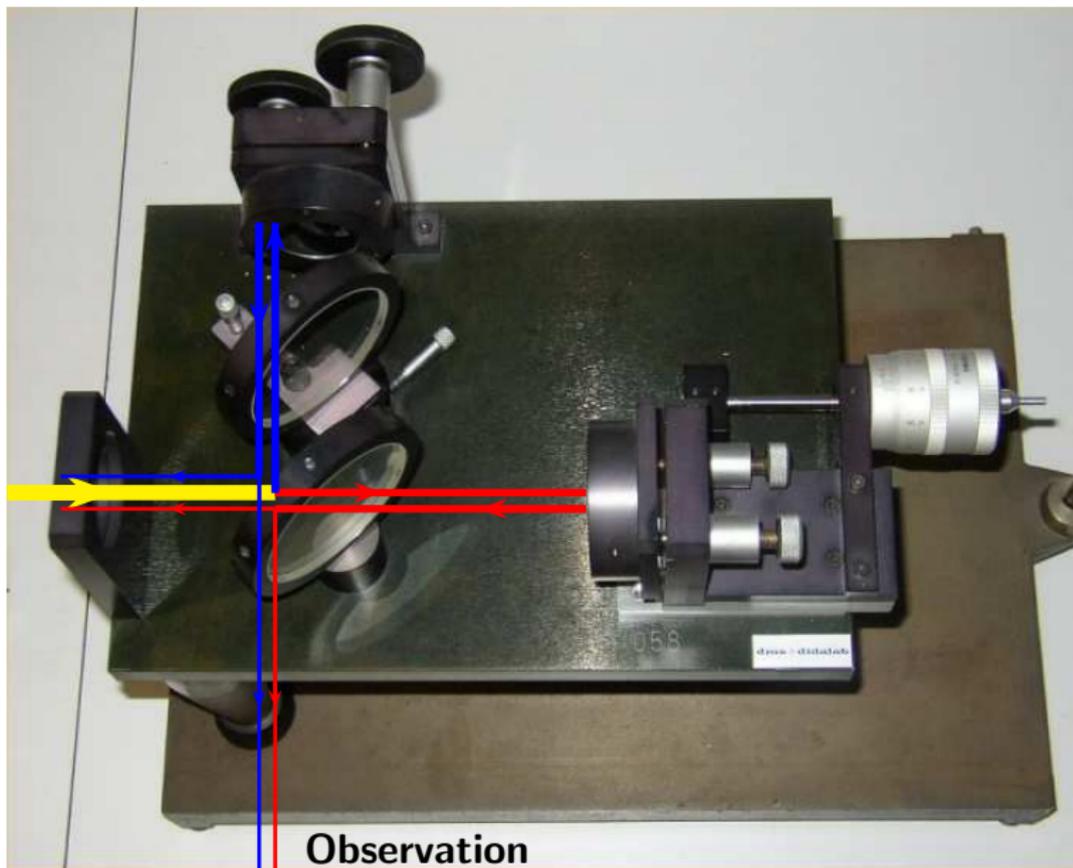
Lame d'air

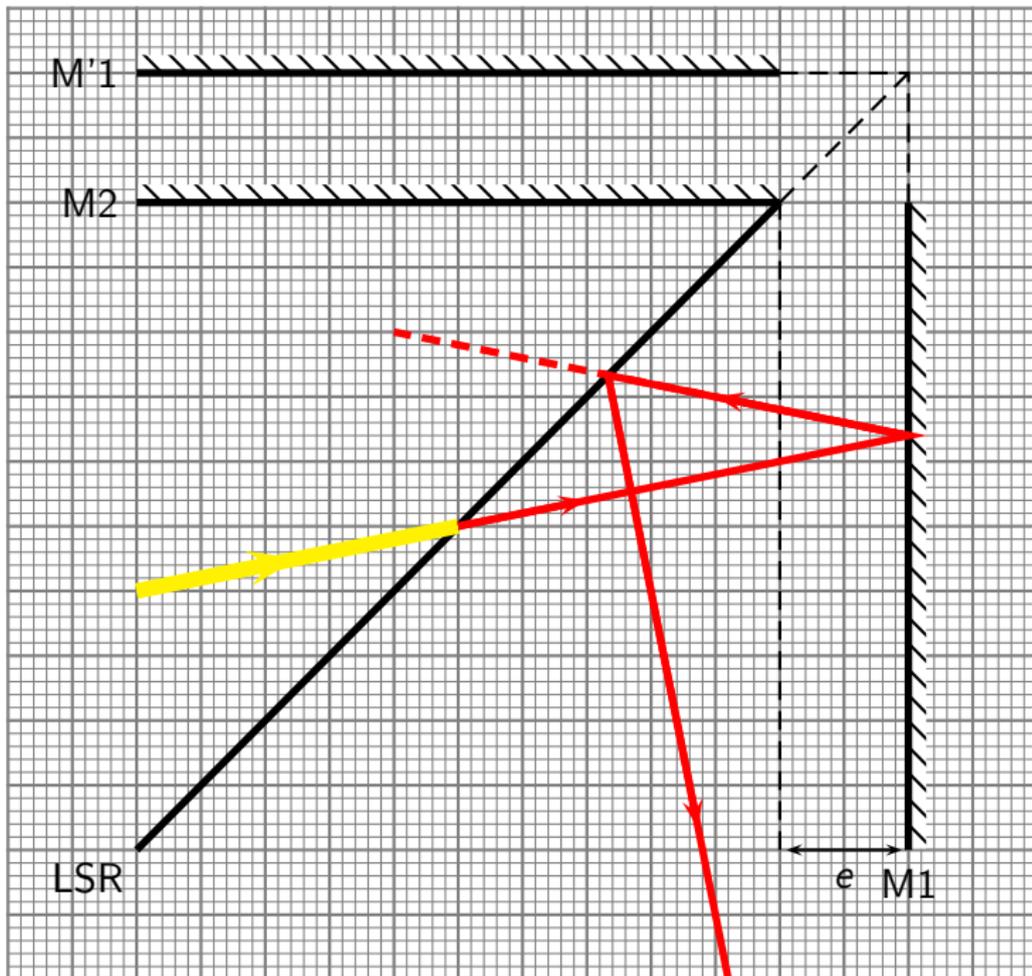
Coin d'air

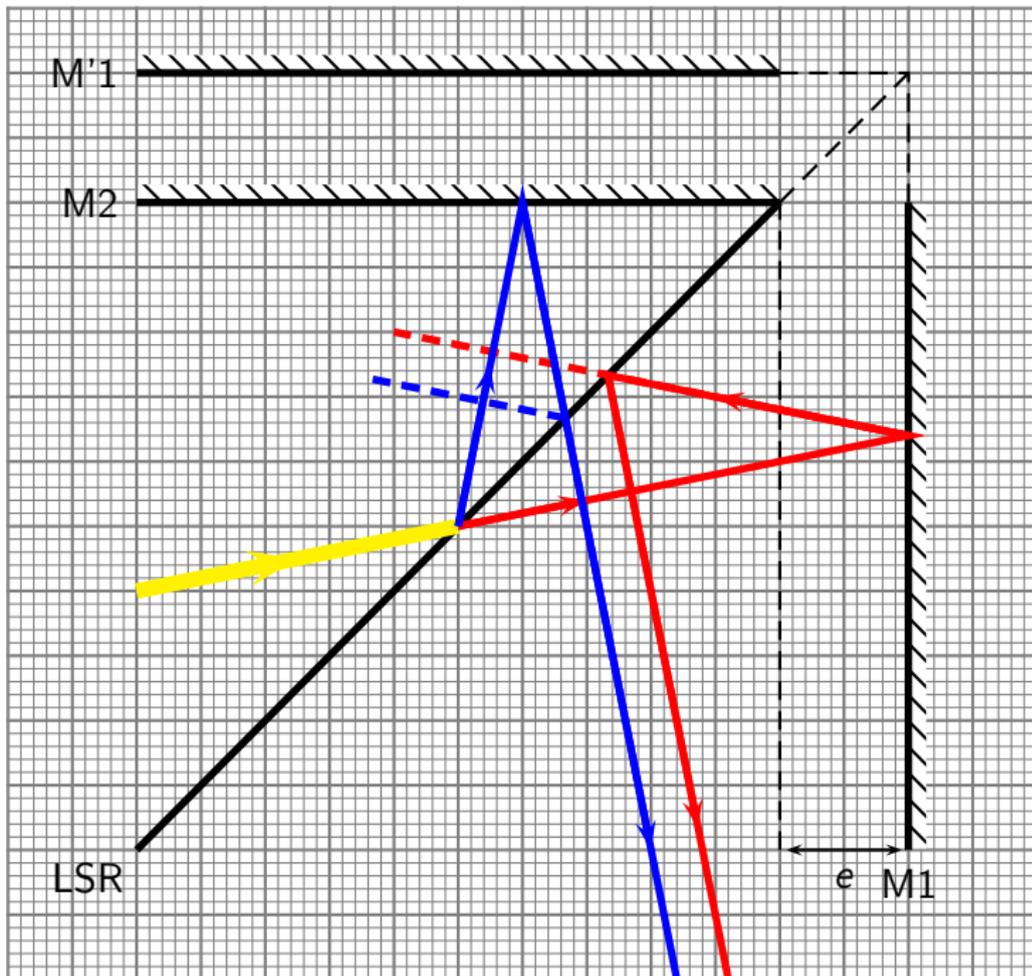
Localisation  
des franges

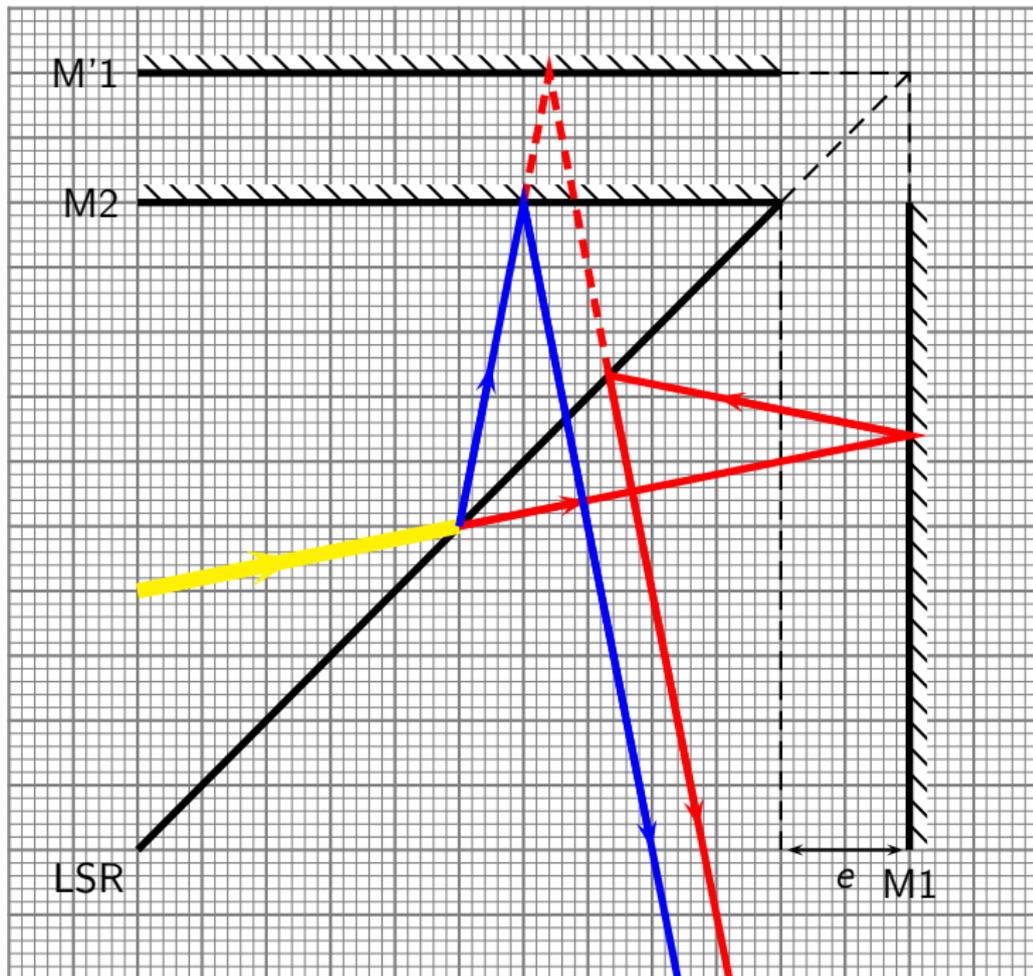


## Dédoublage du faisceau

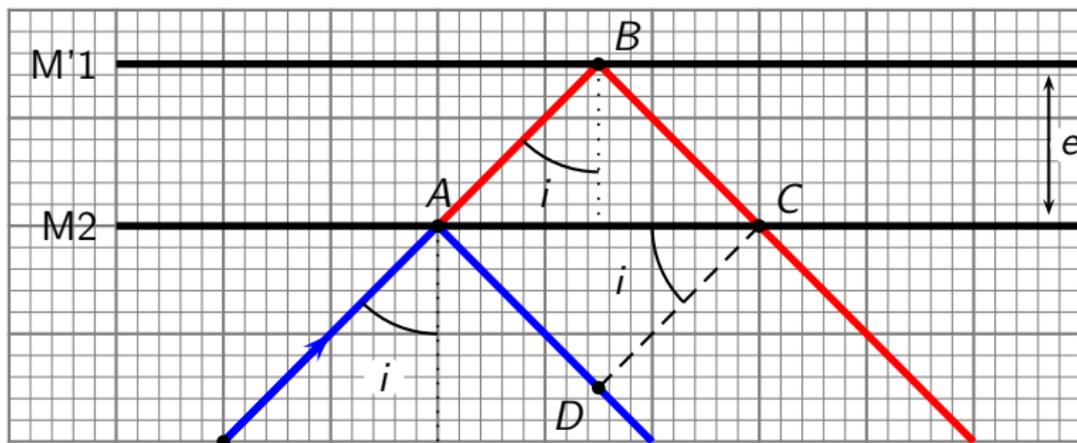








## Différence de marche : 1er calcul



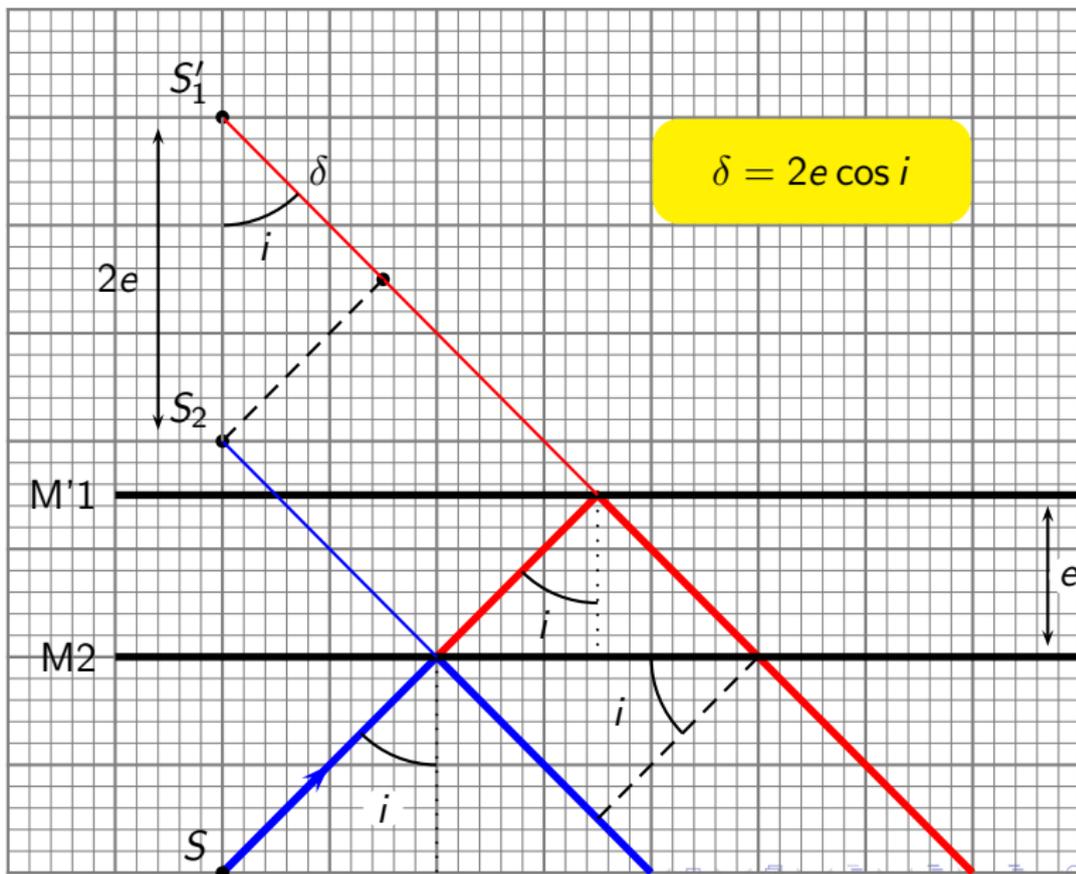
$$\delta = (AB + BC) - (AD) = \frac{2e}{\cos i} - AC \sin i = \frac{2e}{\cos i} - 2e \tan i \sin i$$

$$\delta = 2e \cos i$$

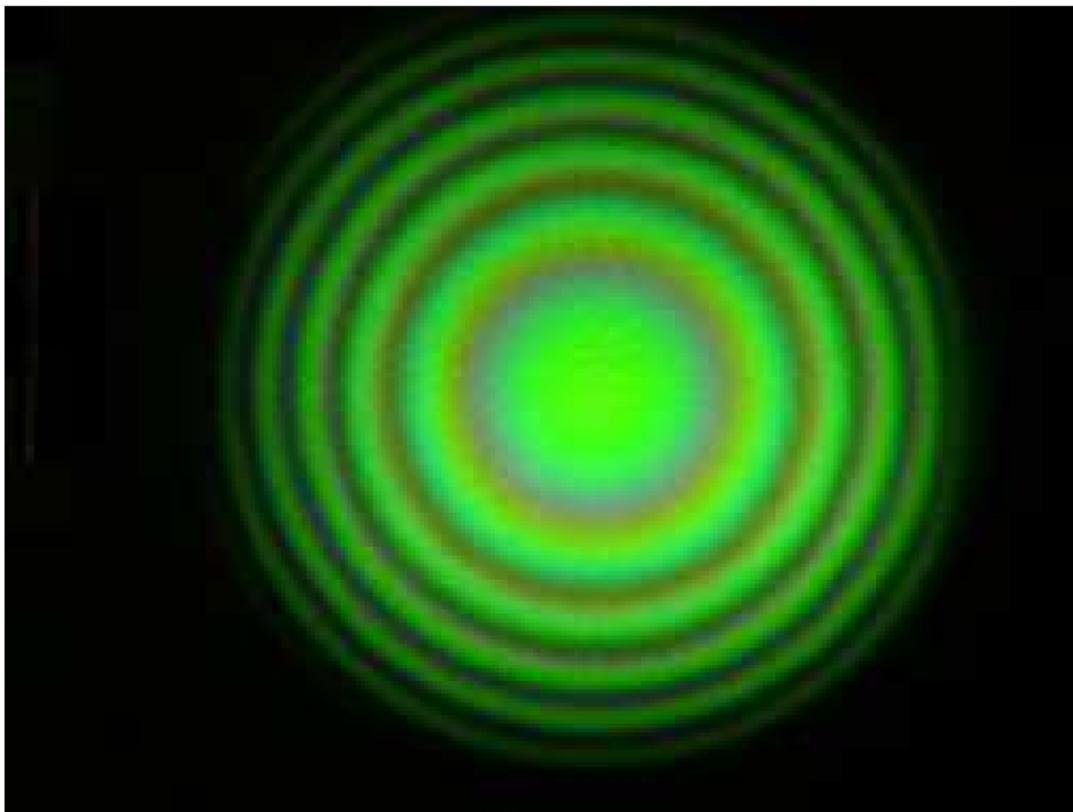
dans l'air supposé d'indice  $n_{air} = 1$

$$\text{sinon } \delta = 2ne \cos i$$

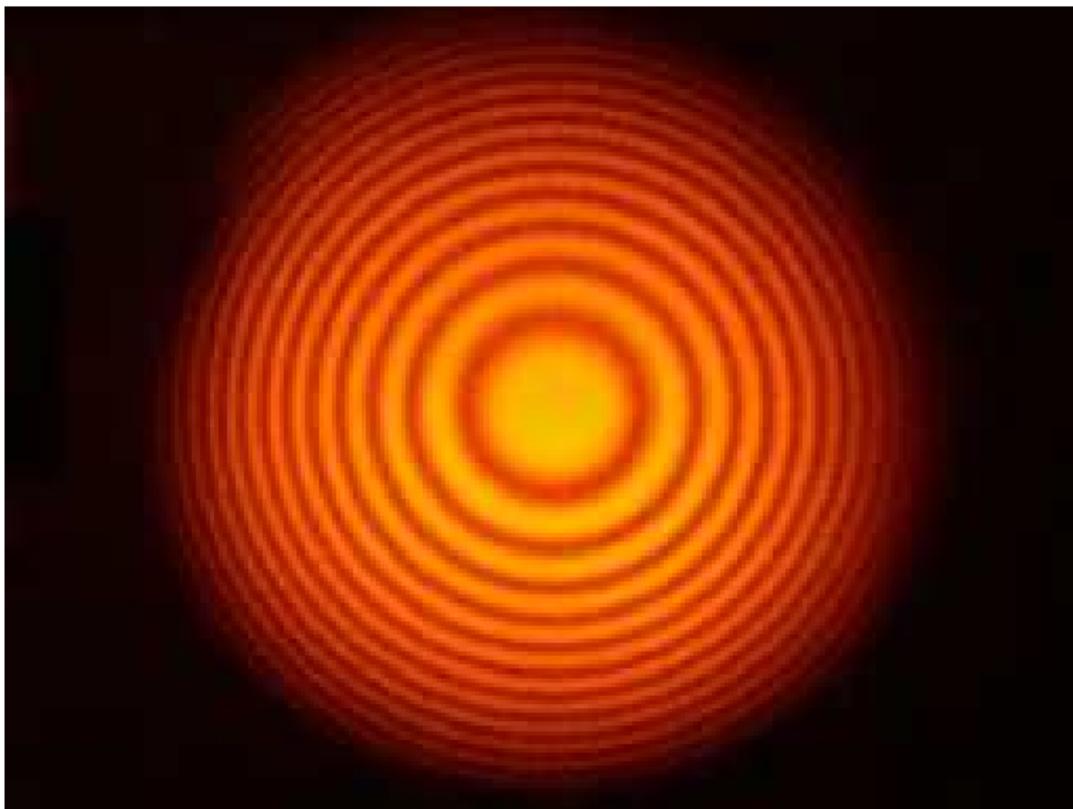
## Différence de marche : 2nd calcul



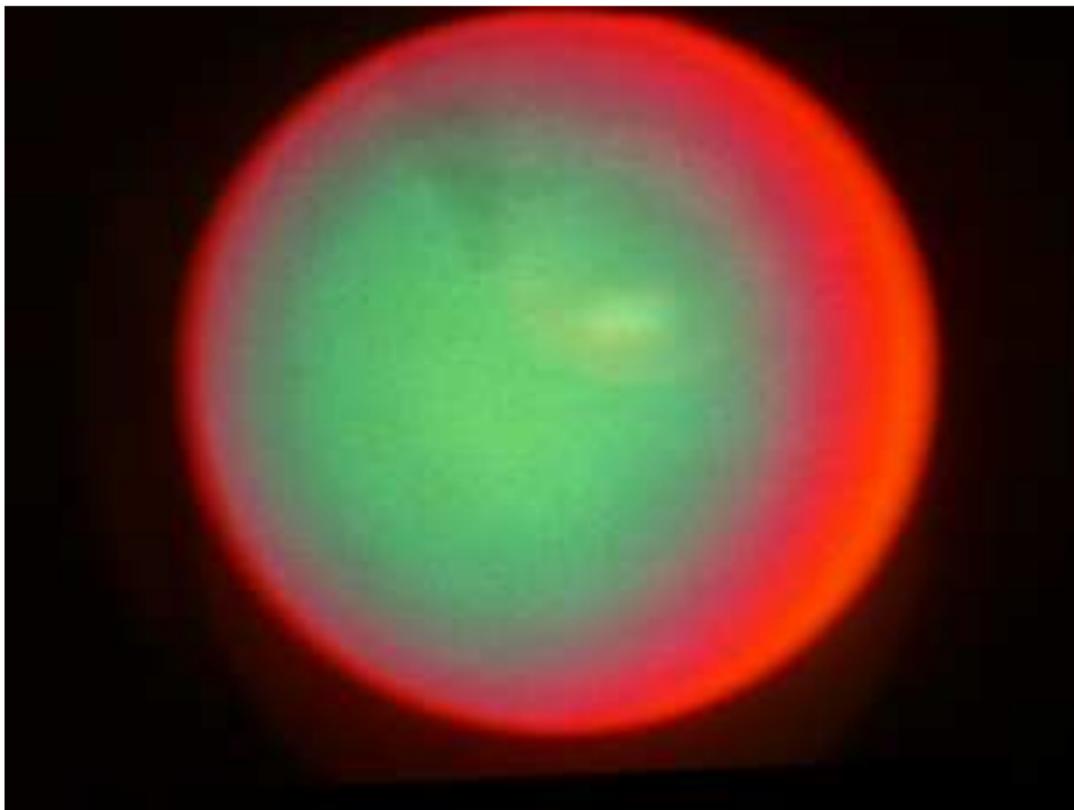
## Lampe à vapeur de mercure



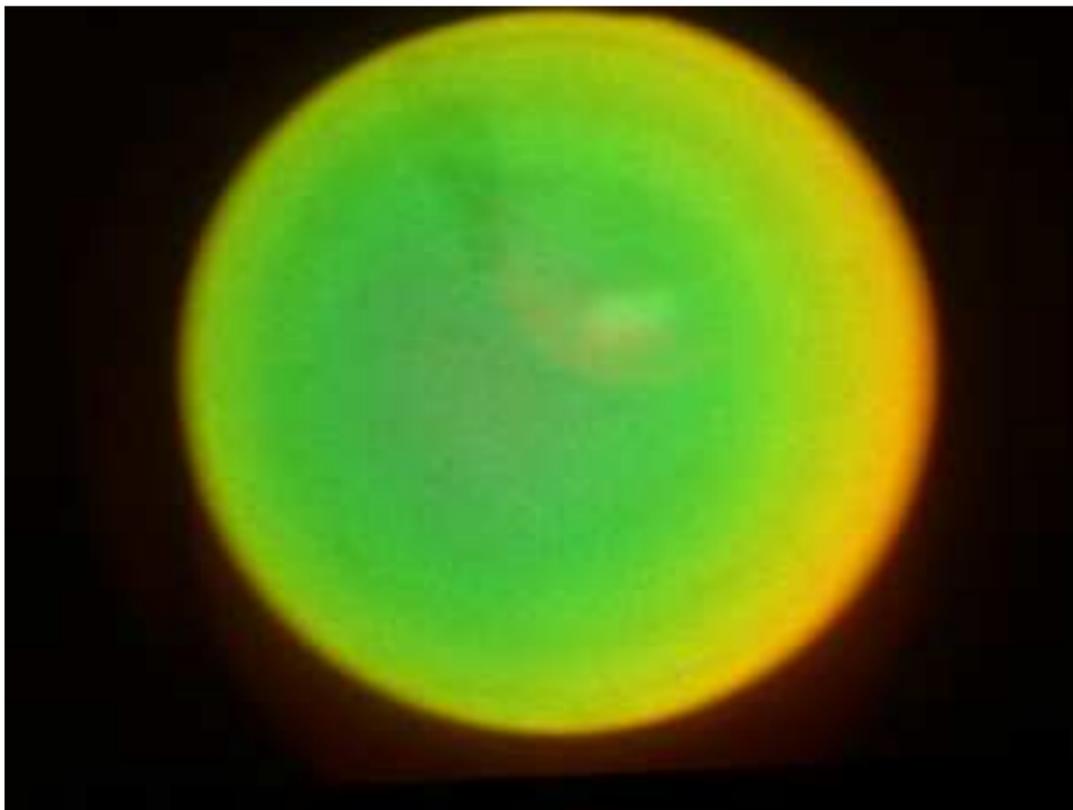
## Lampe à vapeur de sodium



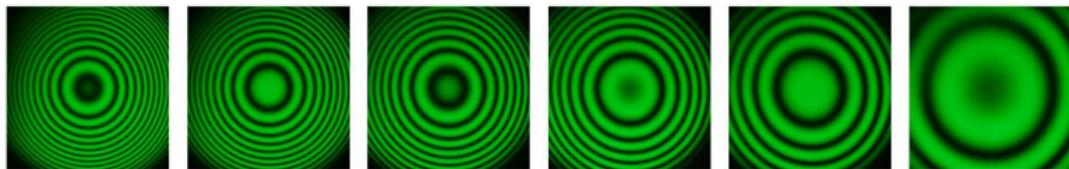
## À proximité du contact optique



## Encore plus près du contact optique



## Observation dynamique des anneaux



$e$  diminue !

On fixe son attention sur une frange :

$$\delta = 2e \cos i = p\lambda = \text{fixée}$$

Si  $e$  diminue :  $\cos i$  augmente donc  $i$  diminue.

Le rayon des anneaux  $R = f i$  diminue !

Interféromètre  
de Michelson

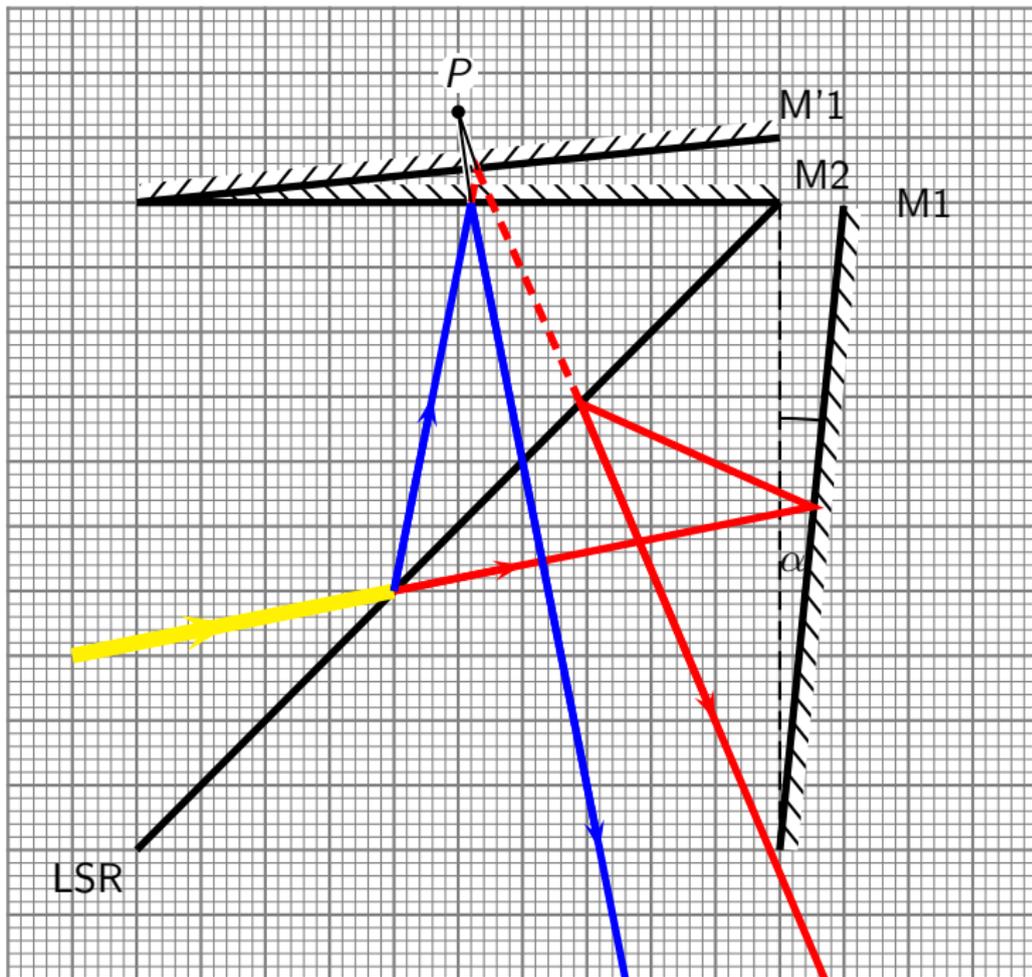
JR Seigne  
MP\*,  
Clemenceau  
Nantes

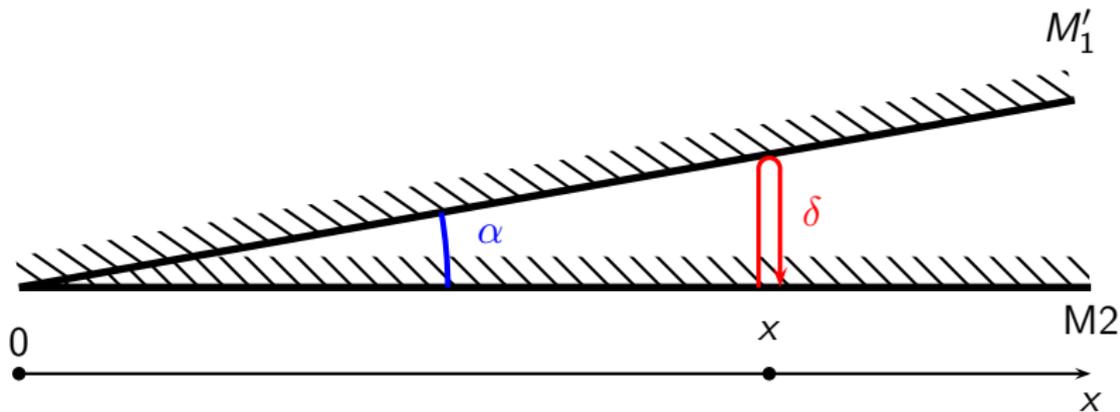
Présentation

Lame d'air

Coin d'air

Localisation  
des franges

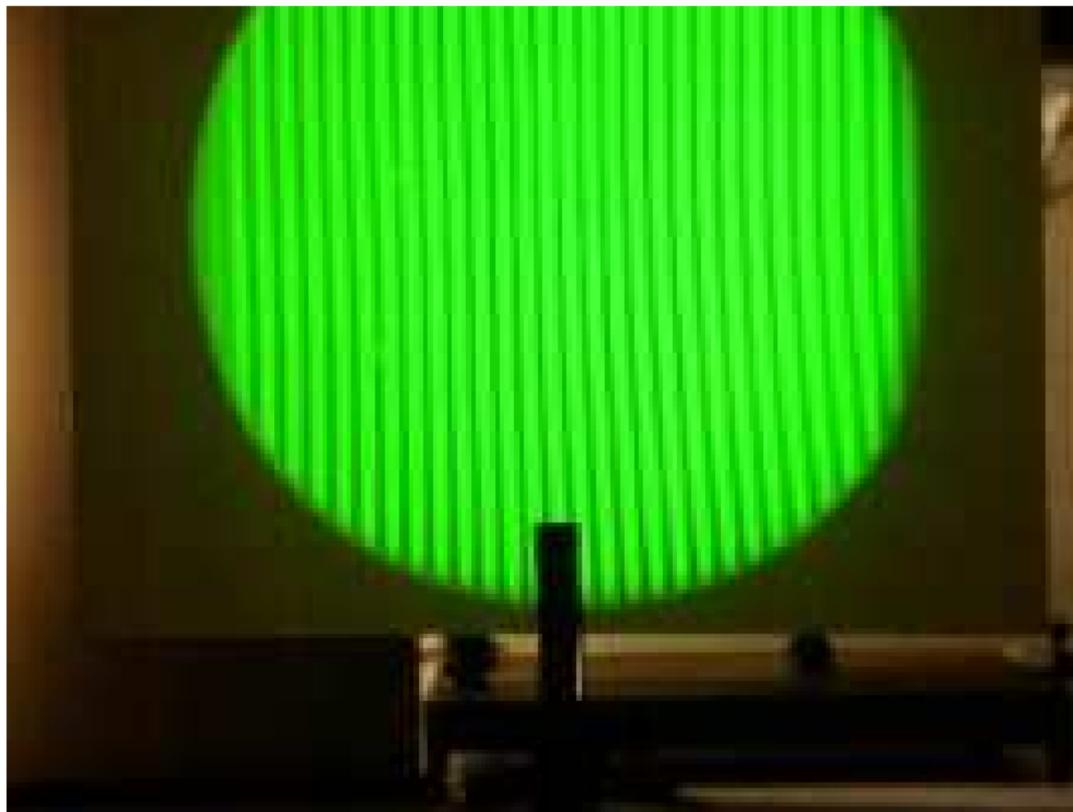




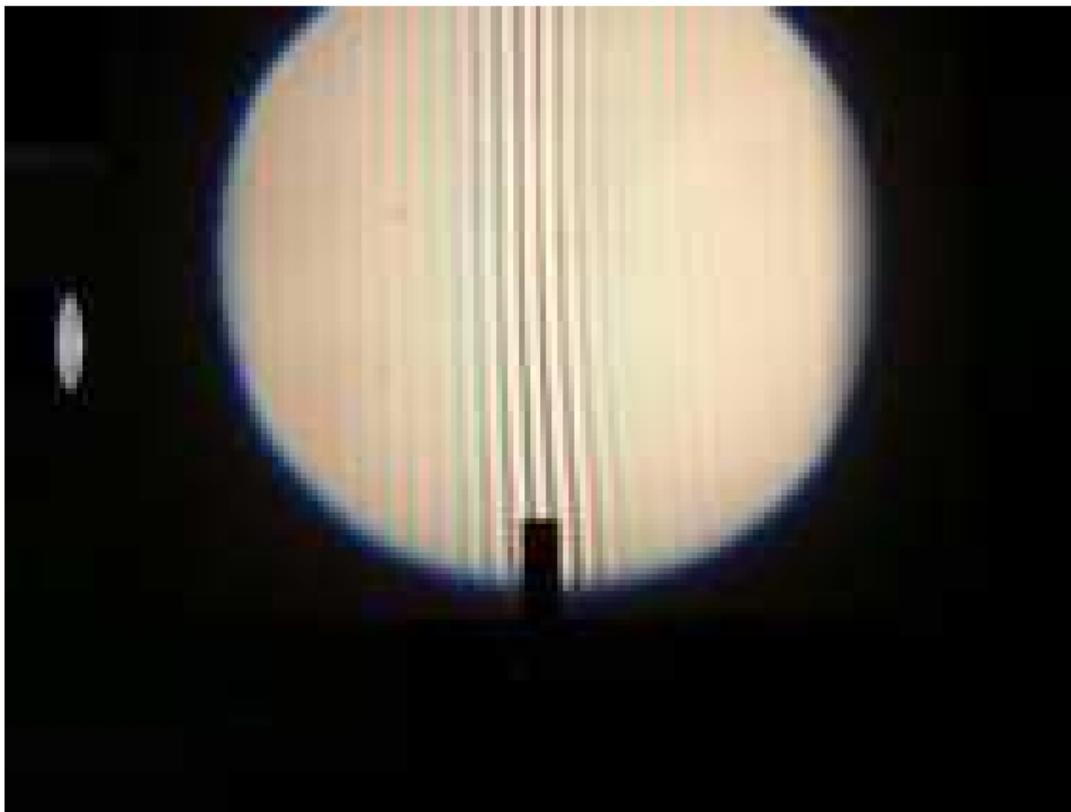
L'angle  $\alpha$  est très petit de l'ordre de  $10^{-3}$  à  $10^{-4}$  rad, on ne calcule pas la différence de marche ! On assimile  $\delta$  à deux fois l'épaisseur du coin d'air ( $n_{air} = 1$ ) à l'endroit où on l'évalue.

$$\delta = 2 \alpha x$$

# Lumière monochromatique



# Lumière blanche



## Modification de $\delta$

On peut modifier  $\delta$  en interposant sur une des deux voies une lame de verre. On suppose être en éclairage sous incidence quasi-normale :

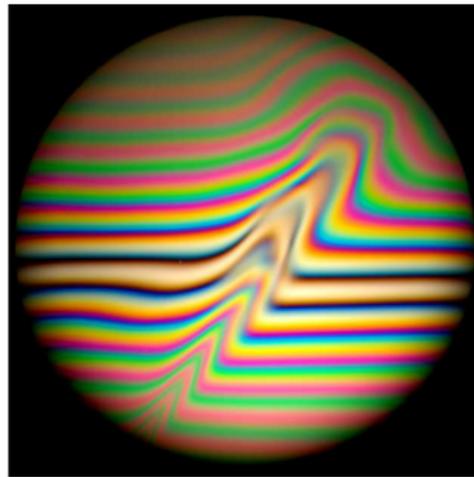
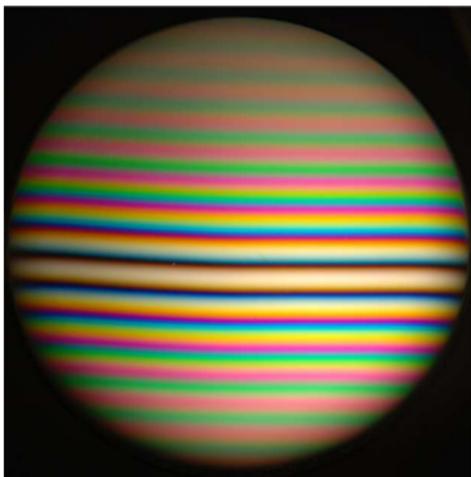
$$\delta_{sup} = 2(n-1)e \quad \text{d'où} \quad \delta = 2\alpha x + 2(n-1)e$$

Cela décale le système de franges comme illustré avec la frange d'ordre  $p$  :

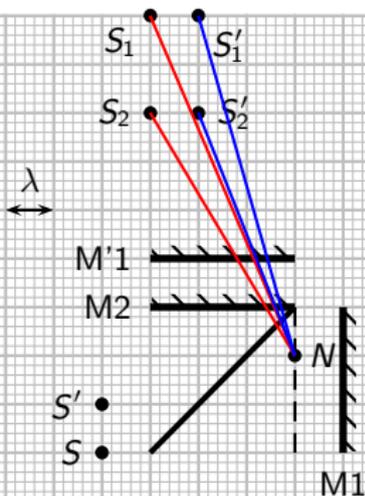
$$x_p^{\text{sans}} = p \frac{\lambda}{2\alpha}$$
$$x_p^{\text{avec}} = p \frac{\lambda}{2\alpha} - \frac{(n-1)e}{\alpha}$$

On peut aussi l'observer en injectant du gaz sur une des deux voies.

## Écoulement de gaz dans une voie de l'interféromètre



La modification d'indice  $n_{air} \rightarrow n_{gaz}$  est faible mais un système  
de franges est très sensible !



$$S_1 N = \lambda \sqrt{3^2 + 7^2}$$

$$S_2 N = \lambda \sqrt{3^2 + 5^2}$$

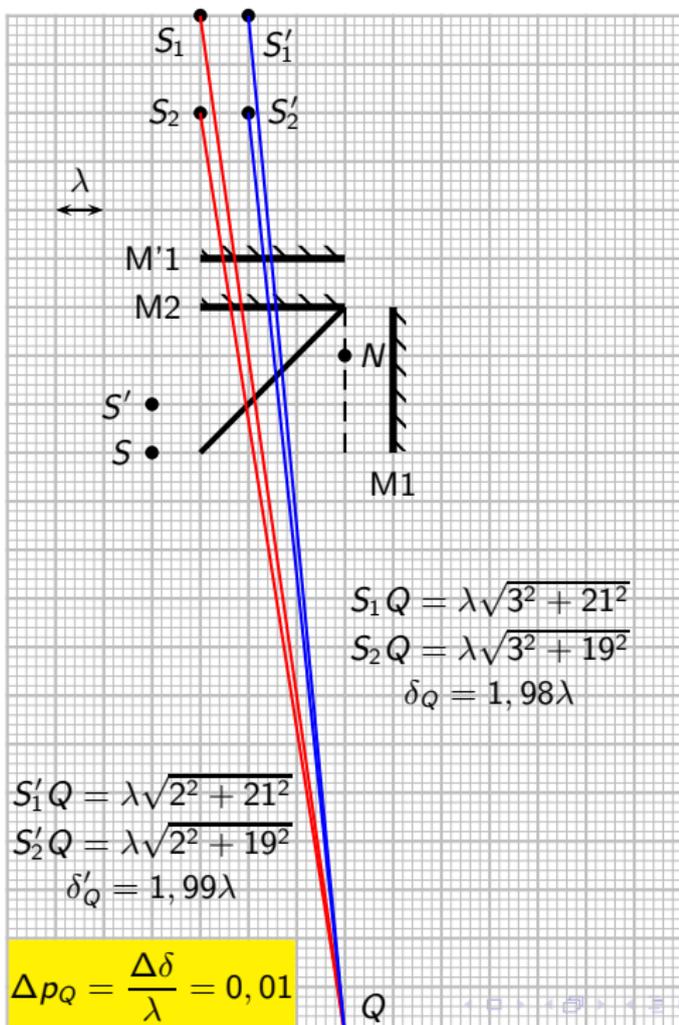
$$\delta_N = S_1 N - S_2 N = 1,79\lambda$$

$$S'_1 N = \lambda \sqrt{2^2 + 7^2}$$

$$S'_2 N = \lambda \sqrt{2^2 + 5^2}$$

$$\delta'_N = S'_1 N - S'_2 N = 1,90\lambda$$

$$\Delta p_N = \frac{\Delta \delta}{\lambda} = 0,11$$

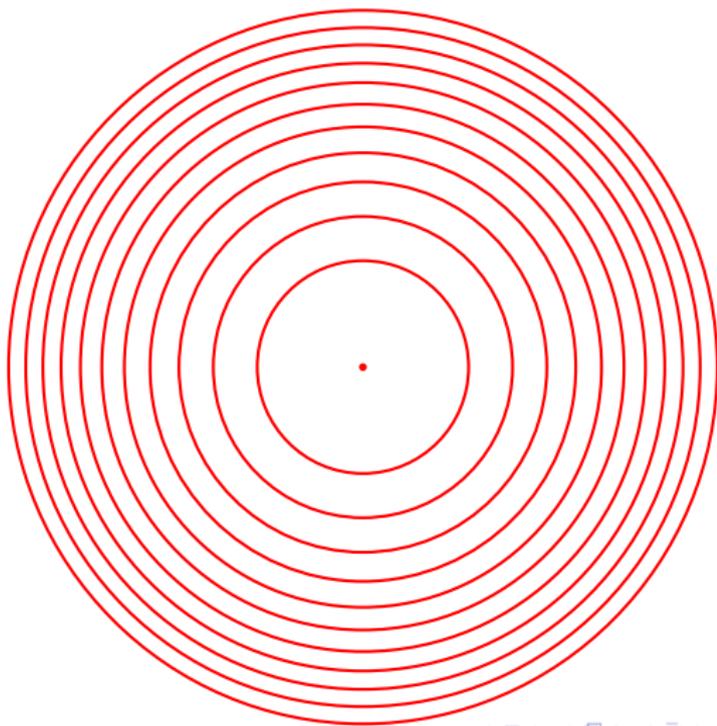


## Conséquences

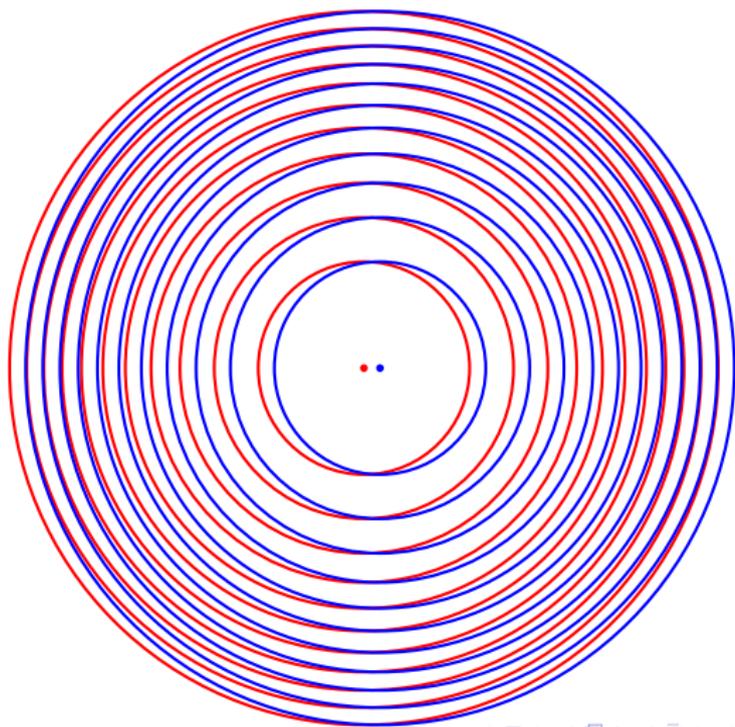
On constate que :

- plus on s'éloigne des sources secondaires plus l'ordre d'interférences est insensible à la position du point source
- à l'infini, la différence de marche est totalement indépendante du point source et ne dépend que de l'orientation de la direction étudiée
- pour une source ponctuelle, on obtient un système de franges circulaires
- si l'on multiplie les sources secondaires, on multiplie les systèmes d'anneaux qui présenteront tous des centres différents. On assiste à un brouillage assez rapide de la figure d'interférences.

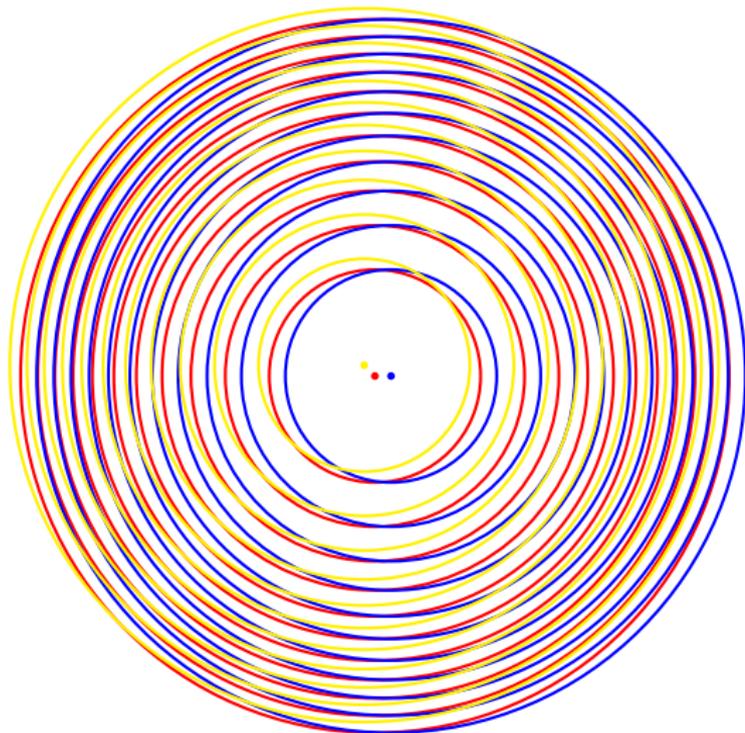
# Une source ponctuelle - Observation à distance finie



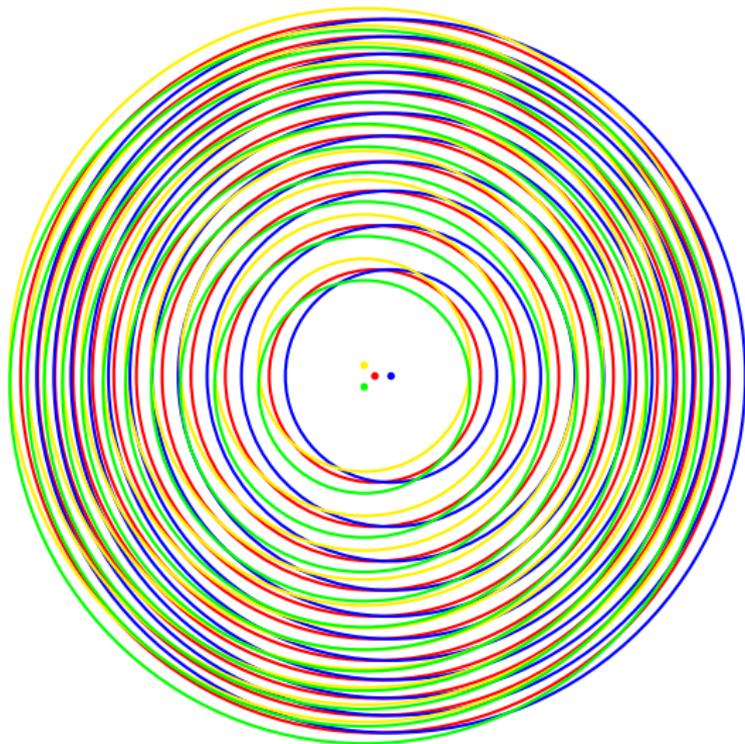
# Deux sources ponctuelles - Debut du brouillage

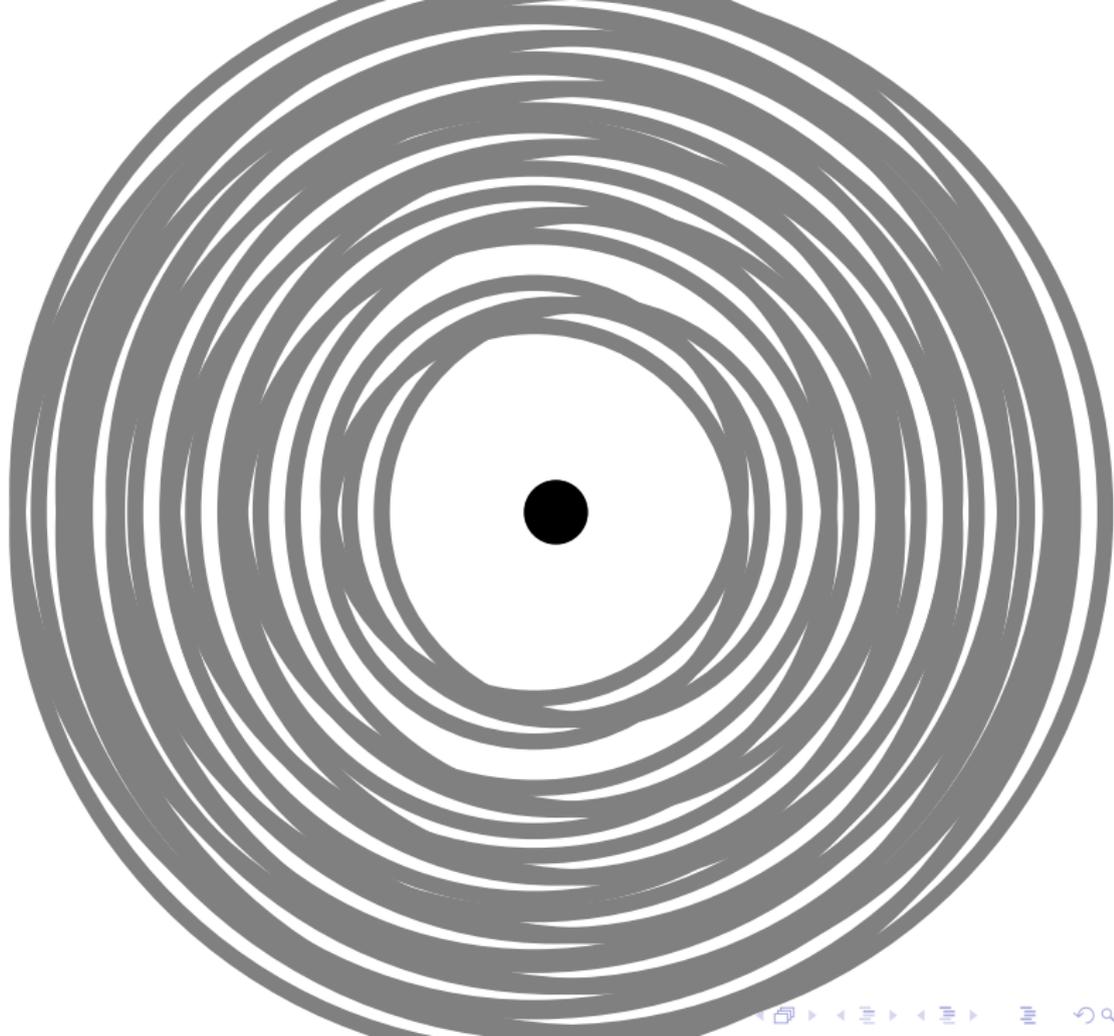


# Brouillage avec 3 sources



# Brouillage avec 4 sources





## À retenir

**En lame d'air et source large :**

**les franges circulaires sont localisées à l'infini.**

**En coin d'air et source large :**

**les franges rectilignes sont localisées sur le coin d'air.**

Avec une source ponctuelle, dans tous les cas, les franges ne sont pas localisées. Elles sont perceptibles dans tout l'espace.