Modèle scalaire de la lumière (fin)

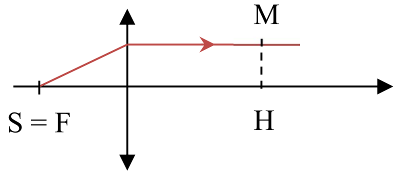
III- Calcul de la phase d'une onde lumineuse monochromatique. Chemin optique

A- Chemin optique parcouru par l'onde depuis la source

$$(SM) = \int_{\substack{P\in \text{Rayon} \\ S\to M}} n(P)\,dl_P \qquad\qquad \Delta\varphi_{S\to M} = \frac{2\pi}{\lambda_0}(SM)$$

B- Simplification lors du passage par un système dioptrique

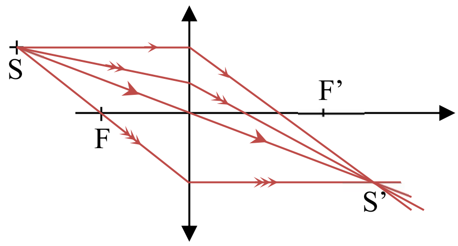
1- S au foyer objet d'une lentille



Toujours utiliser le théorème de Mallus :

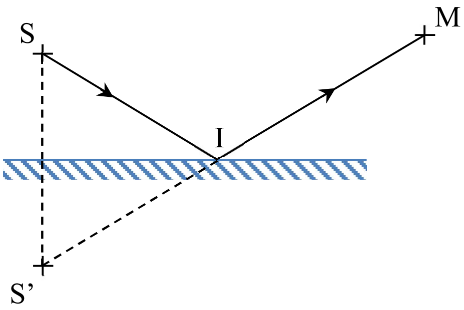
$$(SM) = (SH) = SH + (n-1)e$$

où e est l'épaisseur de la lentille



2- **Propriété** : pour deux points S et S' conjugués à travers un système stigmatique, le chemin optique est le même le long de tout rayon allant de S à S' : $(SS') = SS' + (n-1)e$

C- Simplification lors de la réflexion sur un miroir plan



Virtuellement, tout se passe comme si la lumière venait de S'

$$(SM) = (SI) + (IM) = n_{air}\left(\underbrace{SI}_{\substack{SI' \\ \text{par symètrie}}} + IM\right)$$

$$\boxed{(SM) = n_{air}.S'M}$$

D- Déphasage supplémentaire

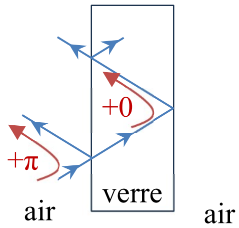
Dans trois situations particulières, il faut retrancher (ou rajouter) π à la phase du signal (ou $\frac{\lambda}{2}$ au chemin optique) par rapport au calcul précédent :

$$s(M,t) = a(M)\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda_0}(SM)_{\substack{\text{calculé comme} \\ \text{précédemment}}} + \varphi_0 - \pi\right)$$

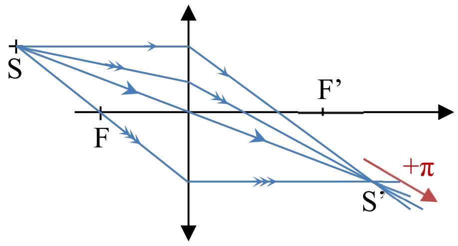
$$= a(M)\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda_0}\left((SM)_{\substack{\text{calculé comme} \\ \text{précédemment}}} + \frac{\lambda_0}{2}\right) + \varphi_0\right)$$

1er cas : Réflexion sur un miroir entre S et M (lié au fait que la réflexion impose un nœud de $\vec{E}$ donc $\overrightarrow{E_{inc}}$ et $\overrightarrow{E_{réf}}$ sont en opposition de phase au point d'incidence.

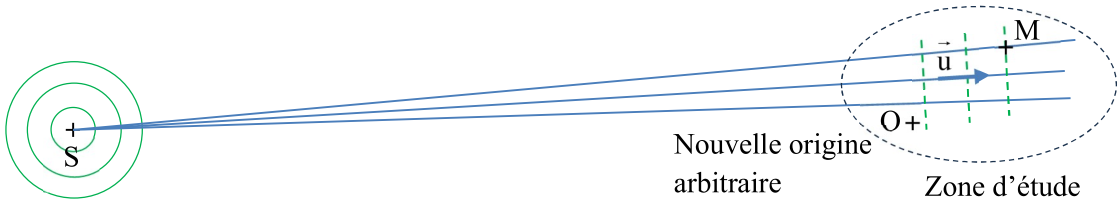
2ème cas : réflexion vitreuse (sur un dioptre) sur un milieu plus réfringent que le milieu d'incidence.



3ème cas : Passage par un point de convergence



E- Cas particulier : expression de la phase d'une onde plane ou d'une source S rejetée à l'infini



A priori : $s(M,t) = a(M)\cos\left(\omega t - \vec{k}.\overrightarrow{SM} + \varphi_0\right)$ avec $\vec{k} = \dfrac{2\pi}{\lambda_0} n\vec{u}$

Cette expression n'est pas pratique lorsque S est située très loin et inutile lorsque S est à l'infini.
On change alors de tactique et on choisit une nouvelle origine quelconque arbitrairement O

$$s(M,t) = a(M)\cos\left(\omega t - \vec{k}.\overrightarrow{OM} \underbrace{- \vec{k}.\overrightarrow{SO} + \varphi_0}_{\substack{\theta_0 \\ \text{phase à l'origine} \\ \text{en } M = O \text{ et à } t=0}}\right)$$

On obtient alors : $\boxed{s(M,t) = a(M)\cos\left(\omega t - \vec{k}.\overrightarrow{OM} + \theta_0\right)}$