Association de systèmes centrés

I. Introduction :

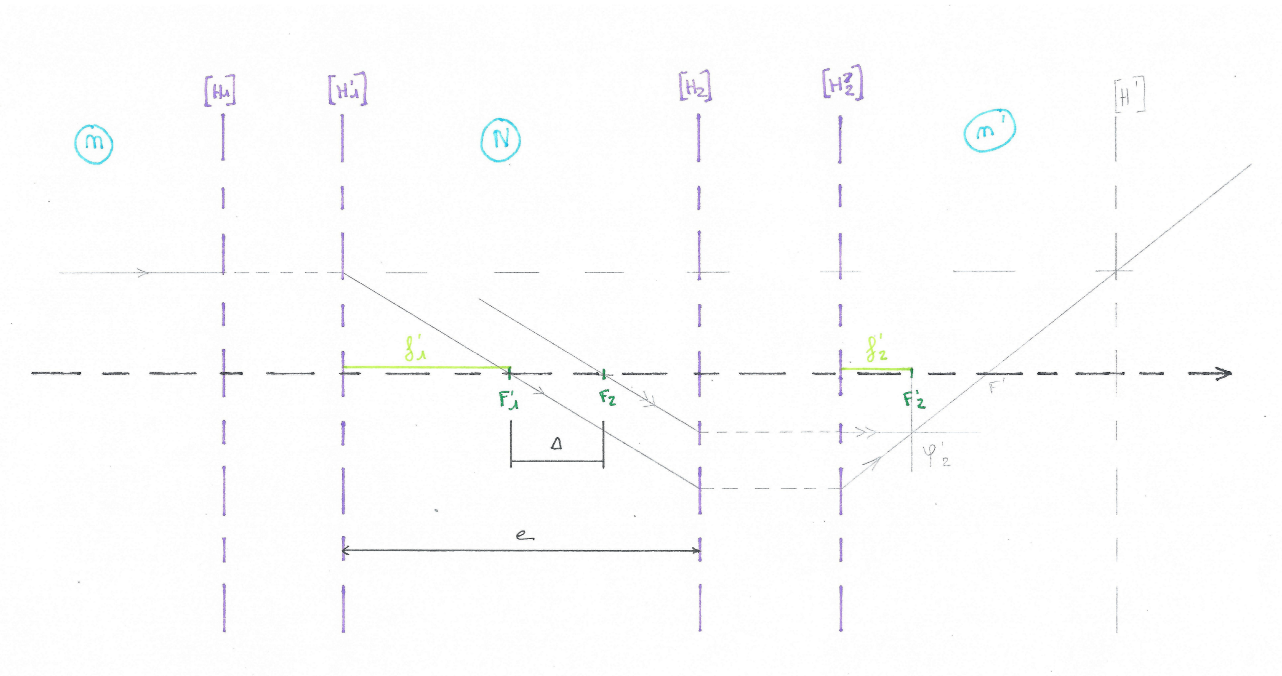
On considère un syst.opt composé de différents éléments (des dioptres et des lentilles) séparant des milieux d'indices différents.

En considérant chaque élément comme un système centré, on peut grâce aux formules d'association, déterminer un syst.centré équivalent à l'ensemble du système.

Exemple :

On peut déterminer le syst.centré équivalent à l'oeil pourtant constitué d'une cornée, d'un cristallin, séparant l'air et les différentes humeurs.

II. Schéma de principe :



Si l'ensemble est assimilable à un syst.centré alors un rayon incident // à l'axe ressort en passant ou semblant provenir de F'

[H'] doit-être à l'intersection du rayon incident et du rayon émergeant.

On définit l'interstice $e = \overline{H'_1 H_2}$ et l'intervalle $\Delta = \overline{F'_1 F_2}$

Ecrire Δ en fonction de f'_1, f'_2, e.

$$\Delta = \overline{F'_1 F_2} = \underbrace{\overline{F'_1 H'_1}} + \underbrace{\overline{H'_1 H_2}} + \underbrace{\overline{H_2 F_2}}$$
$$= -f'_1 + e + f_2$$

Formule finale :

$$\Delta = -f'_1 + e + f_2$$

Les indices :

1er Syst.

$D_1 = \frac{-n}{f_1}$

$D_1 = \frac{N}{f'_1}$

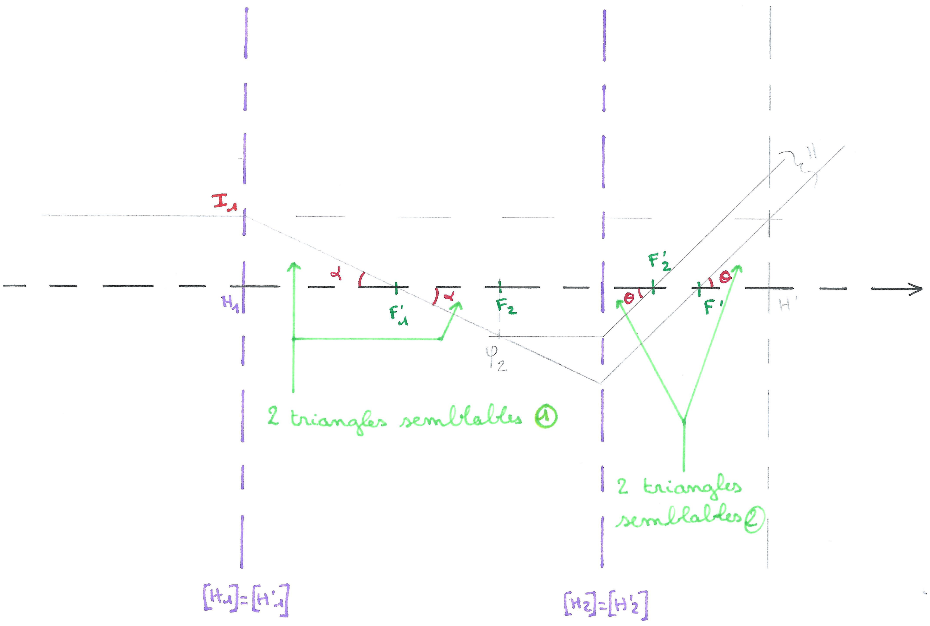
2ème syst.

$D_2 = \frac{-N}{f_2}$ Milieu objet

$D_2 = \frac{n'}{f'_2}$ Milieu image

III. Détermination de la dist.focale image de l'ensemble :

Sur un schéma simplifié :



2 triangles semblables ① :

$\tan\alpha = \dfrac{\overline{H_1I_1}}{\overline{H'_1F'_1}}$ $\qquad$ $\tan\alpha = \dfrac{\overline{\varphi_2F_2}}{\overline{F'_1F_2}}$

2 triangles semblables ② :

$\tan\theta = \dfrac{\overline{\varphi_2F_2}}{\overline{H'_2F'_2}}$ $\qquad$ $\tan\theta = \dfrac{\overline{H_1I_1}}{\overline{F'H'}}$

Avec $\tan\alpha$:

$$\frac{\overline{H_1I_1}}{f'_1} = \frac{\overline{\varphi_2F_2}}{\Delta} \longrightarrow \overline{H_1I_1} = f'_1 \times \frac{\overline{\varphi_2F_2}}{\Delta}.$$

Avec $\tan\theta$:

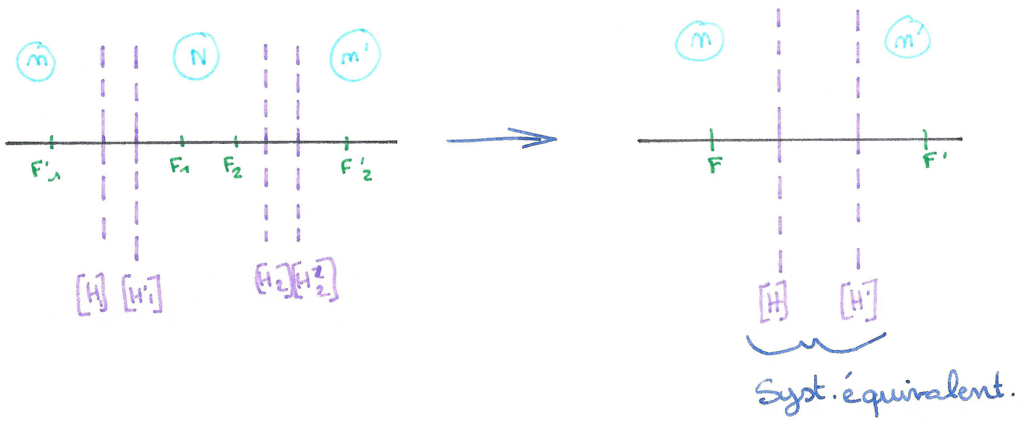
$$\frac{\overline{H_1I_1}}{-f'} = \frac{\overline{\varphi_2F_2}}{f'_2} \longrightarrow \overline{H_1I_1} = -f' \times \frac{\overline{\varphi_2F_2}}{f'_2}$$

$$\overline{H_1I_1} = \overline{H_1I_1}$$

$$f'_1 \times \frac{\cancel{\overline{\varphi_2F_2}}}{\Delta} = -f' \times \frac{\cancel{\overline{\varphi_2F_2}}}{f'_2}$$

$\dfrac{f'_1}{\Delta} = \dfrac{-f'}{f'_2}$ ce qui donne : $\boxed{f' = -\dfrac{f'_1 \times f'_2}{\Delta}}$

IV. Système équivalent :



Formule de GULLSTRAND :

On rappelle : $e = \overline{H'_1 H_2}$

La formule de GULLSTRAND permet de calculer la vergence de l'association (du syst. équivalent).

$$D = D_1 + D_2 - \frac{e}{N} \cdot D_1 \cdot D_2$$

$D = \frac{n'}{f'}$ $\quad$ $D = \frac{-n}{f}$ $\quad$ où f et f' sont les dist. focales du syst. équivalent.

Position des plans principaux :

On détermine la position des plan principaux [H] et [H'] de l'association par les formules suivantes :

$$\overline{H_1 H} = e \times \frac{n}{N} \times \frac{D_2}{D}$$

$$\overline{H'_2 H'} = -e \times \frac{n'}{N} \times \frac{D_1}{D}$$

V. Applications :

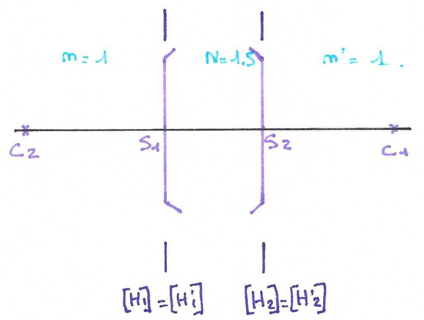
1. Lentilles épaisses :

On considère une lentille composée de 2 dioptres sphériques, l'indice du verre est 1,5.

-S1C1 = 4 cm
-S2C2 = -10 cm
-S1S2 = 2 cm

*Représentez sans échelle la lentille dans l'approximation de GAUSS. Précisez les indices n, N, n'
*Définir les 2 systèmes centrés et la position de H1,H'1,H2,H'2.
*Calculez D1 et D2.
*Calculez D la vergence de la lentille en justifiant la valeur de « e ».
*Calculez S1H et S2H'.
*Calculez HH', f et f'.
*Représentez à l'échelle la lentille et placez le système équivalent.

*



* Les systèmes centrés sont les 2 dioptres, les plans principaux [H1], [H'1] et respectivement [H2] et [H'2] sont confondus avec le sommet des dioptres.

* $D_1 = \frac{n-1}{\overline{S_1C_1}} \longrightarrow D_1 = \frac{1,5-1}{0,04} \longrightarrow D_1 = \frac{0,5}{0,04} \longrightarrow D_1 = 12,5\ \delta$.

$D_2 = \frac{1-n}{\overline{S_2C_2}} \longrightarrow D_2 = \frac{1-1,5}{-0,10} \longrightarrow D_2 = \frac{-0,5}{-0,1} \longrightarrow D_1 = 5\ \delta$.

* $e = \overline{S_1S_2}$
$e = 0,02$ m.

Formule de Gullstrand.

$D = D_1 + D_2 - \frac{e}{N} . D_1 . D_2$.

$D = 12,5 + 5 - \left(\frac{0,02}{1,5}\right) . 12,5 . 5$

$D = 16,6667\ \delta$.

* $\overline{S_1H}$ et $\overline{S_2H'}$

$\overline{S_1H} = \overline{H_1H}$

$\overline{S_2H'} = \overline{H'_2H'}$

$\overline{H_1H} = e \times \frac{n}{N} \times \frac{D_2}{D}$

$\overline{H_1H} = 0,02 \times \frac{1}{1,5} \times \frac{5}{16,6667}$

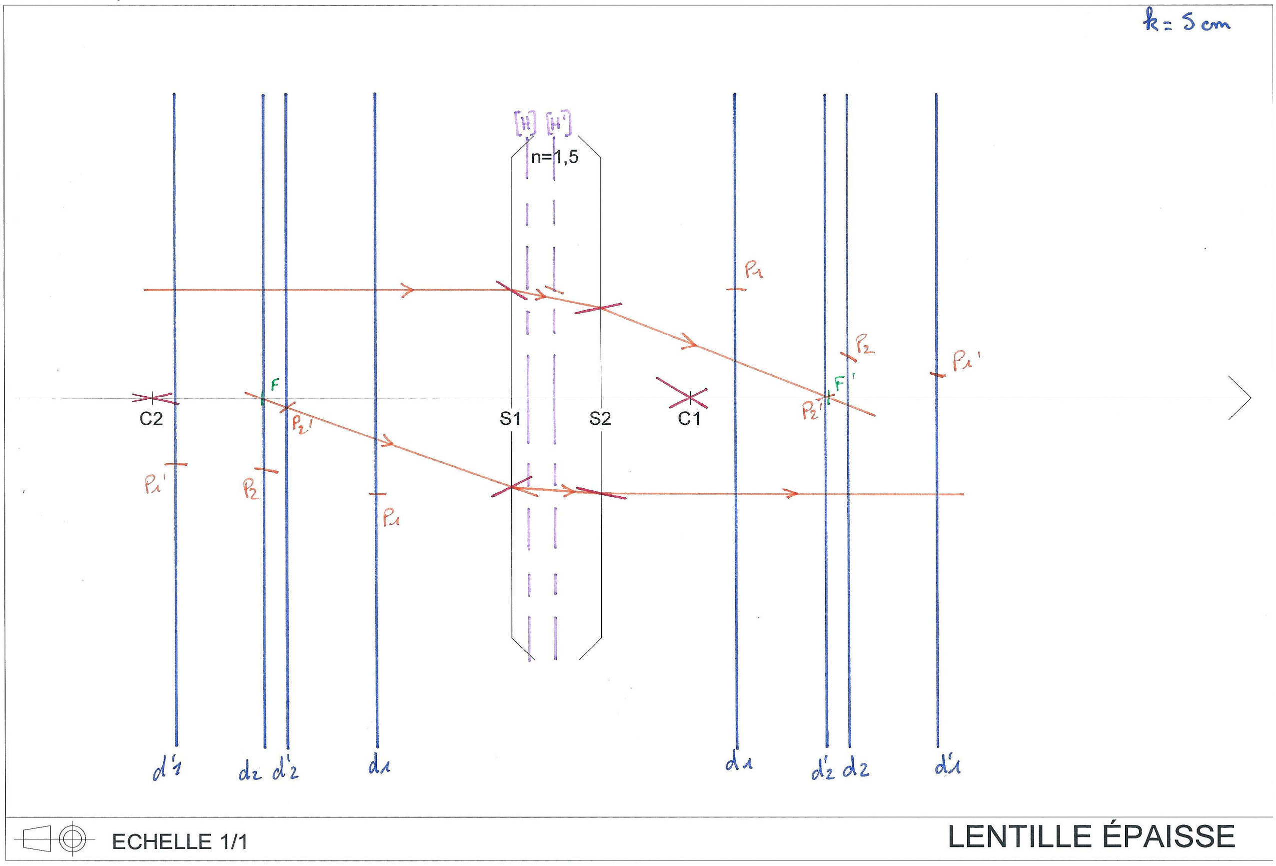
$\overline{H_1H} = \overline{S_1H} = 0,0039$ m .

$\overline{H'_2H'} = -e \times \frac{n'}{N} \times \frac{D_1}{D}$

$\overline{H'_2H'} = -0,02 \times \frac{1}{1,5} \times \frac{12,5}{16,6667}$

$\overline{H'_2H'} = \overline{S_2H'} = -0,0099$ m .

Lentille épaisse :



*

$\overline{HH'}$ = Utilisation de CHASLES.

$\overline{HH'} = \overline{HH_1} + \overline{H_1H_2} + \overline{H_2H'}$

$\overline{HH'} = \overline{HS_1} + \overline{S_1S_2} + \overline{S_2H'}$

$\overline{HH'} = \overline{HS_1} + e + \overline{S_2H'}$

$\overline{HH'} = -0{,}0039 + 0{,}02 + (-0{,}0099)$

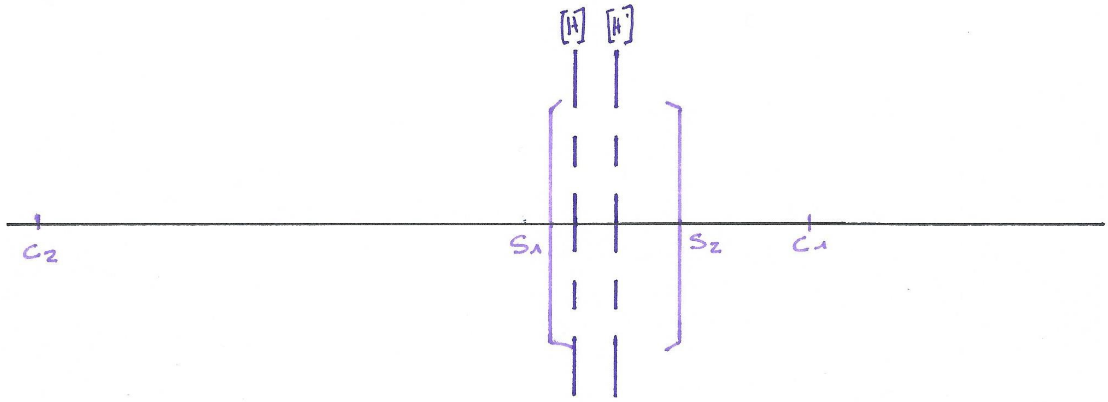
$\overline{HH'} = 0{,}0062$ m.

f et f'.

$D = \frac{-n}{f} \rightarrow f = \frac{-n}{D} \rightarrow f = \frac{-1}{16{,}6667} \rightarrow f = -0{,}0599$ m.

$D = \frac{n'}{f'} \rightarrow f' = \frac{n'}{D} \rightarrow f' = \frac{1}{16{,}6667} \rightarrow f' = 0{,}0599$ m.

*



2. Le Hublot :

Le Hublot.

On considère un hublot de sous-marin constitué par deux dioptres sphériques. L'indice de l'eau est 1,33, l'indice du hublot est 1,6, dans le sous marin l'indice de l'air est 1.

En vous appuyant sur la figure proposée, réalisez les mesures nécessaires pour répondre aux questions suivantes.

Première partie :

On cherche à déterminer le système centré équivalent au hublot.

1. Déterminer la vergence du premier dioptre D_1
2. En déduire les distances focales f_1 et f'_1.
3. Déterminer la vergence du deuxième dioptre D_2
4. En déduire les distances focales f_2 et f'_2.
5. A l'aide des formules d'association de systèmes centrés, déterminer D, $\overline{HF}$ $\overline{H'F'}$, $\overline{H_1H}$, $\overline{H'_2H'}$

Deuxième partie.

Sur la feuille de construction, déterminer graphiquement la position des éléments cardinaux du hublot. Comparer aux positions théoriques trouvées dans la première partie.

Troisième partie.

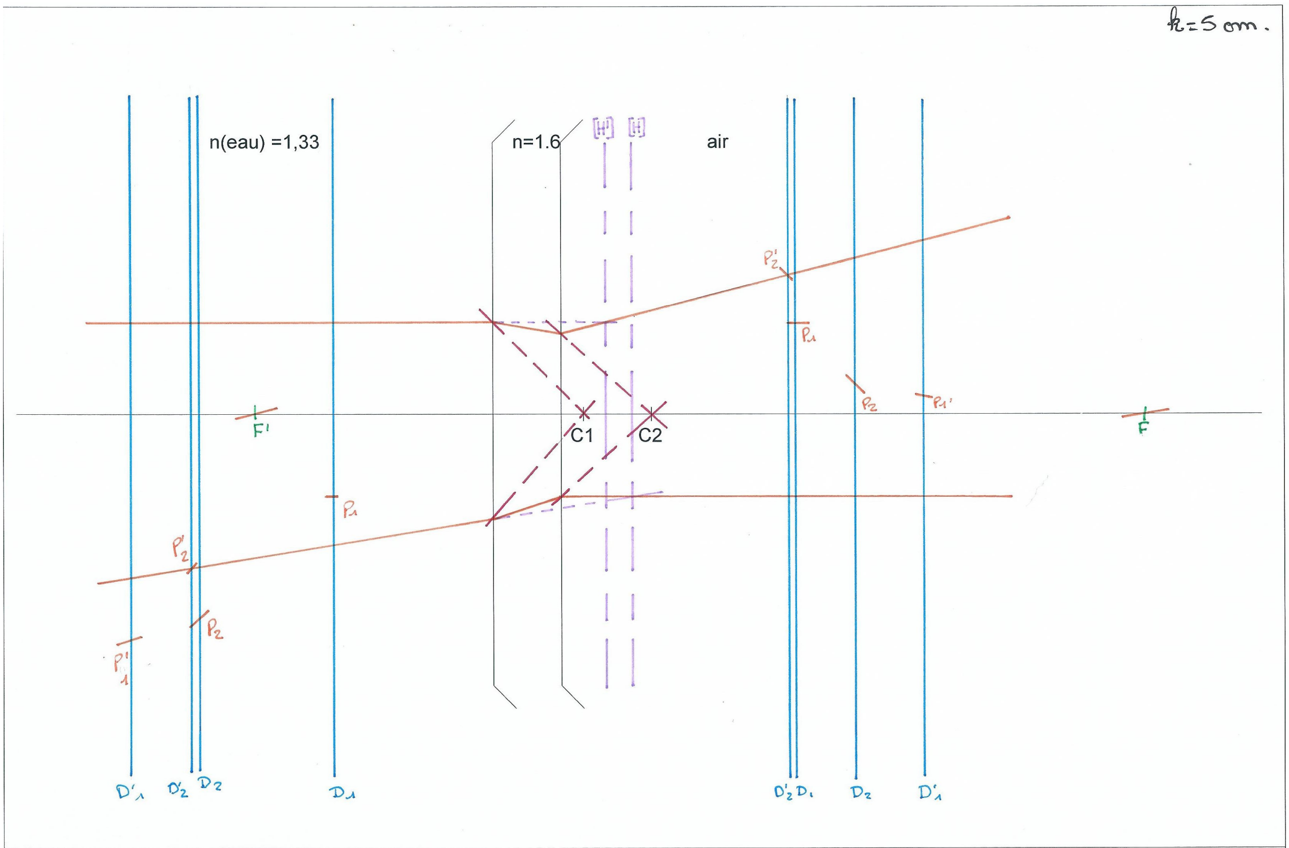
On observe du sous-marin un requin (A) placé à 1 mètre du hublot ($\overline{H_1A} = -1$ m.).

On considère la chaine d'image : $A \xrightarrow{Dioptre\ 1} A'_1 \xrightarrow{Dioptre\ 2} A'$.

1. Déterminer $\overline{H'_1A'_1}$
2. Déterminer $\overline{H'_2A'}$

On considère maintenant la chaine $A \xrightarrow{Le\ hublot} A'$, où le hublot a été déterminé dans la première partie

3. Déterminer $\overline{H'A'}$
4. En déduire $\overline{H'_2A'}$. Comparer à la valeur trouvée en 2.



ECHELLE 1/1

HUBLOT