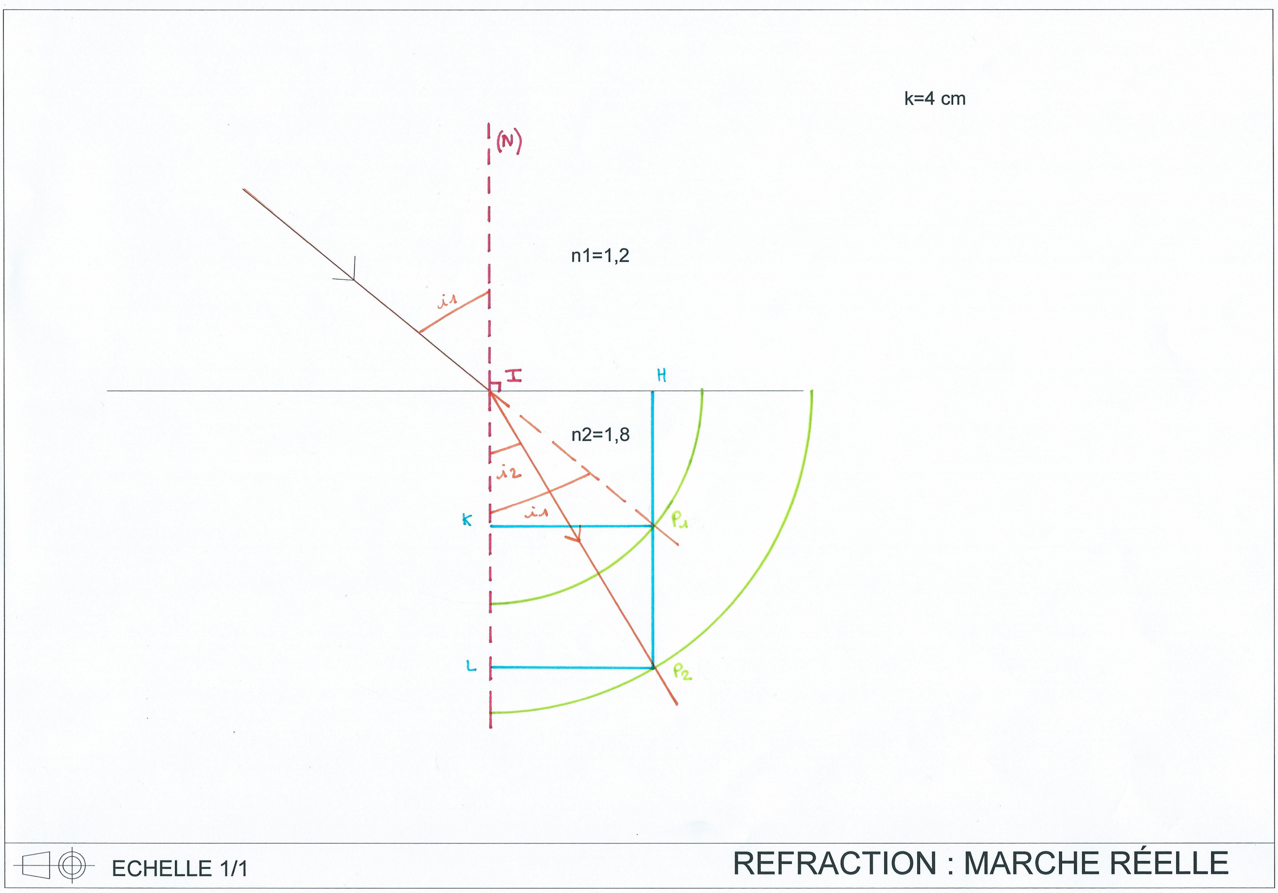
Réfraction et dioptre plan

I. Marche réelle :

On cherche à construire un rayon réfracté selon la loi $n_1 \times \sin_{i1} = n_2 \times \sin_{i2}$ de façon purement géométrique, sans rapporteur.



On choisit un facteur d'échelle « k » par exemple k = 4 cm

-On trace le cercle C_1 de centre I et de rayon $R_1 = k \times n_1 = 4 \times 1,2 = 4,8$ cm
-On trace le cercle C_2 de centre I et de rayon $R_2 = k \times n2 = 4 \times 1,8 = 7,2$ cm
-On détermine P_1, intersection du rayon incident avec C_1.
-La parallèle à (N) passant par P_1 coupe C_1 en C_2.
-(IP_2) est la direction du rayon réfracté.

Dans le triangle (I,P_1,K).

Relation n°1 :

$$\sin i_1 = KP_1/IP_1$$

$$IP_1 = R_1 = k \times n_1 ==> \sin i_1 = KP_1/k \times n_1$$

Dans le triangle (I,P_2,L).

*Relation n°2 :

$$\sin i_2 = LP_2/IP_2$$

$$IP_2 = R_2 = k \times n_2 \implies \sin i_2 = LP_2/k \times n_2$$

1: $KP_1 = \sin i_1 \times kn_1$
2: $KP_2 = \sin i_2 \times kn_2$

On obtient la relation finale suivante :

$$KP_1 = LP_2 \implies \sin i_1 \times n_1 = \sin i_2 \times n_2$$

II. Stigmatisme :

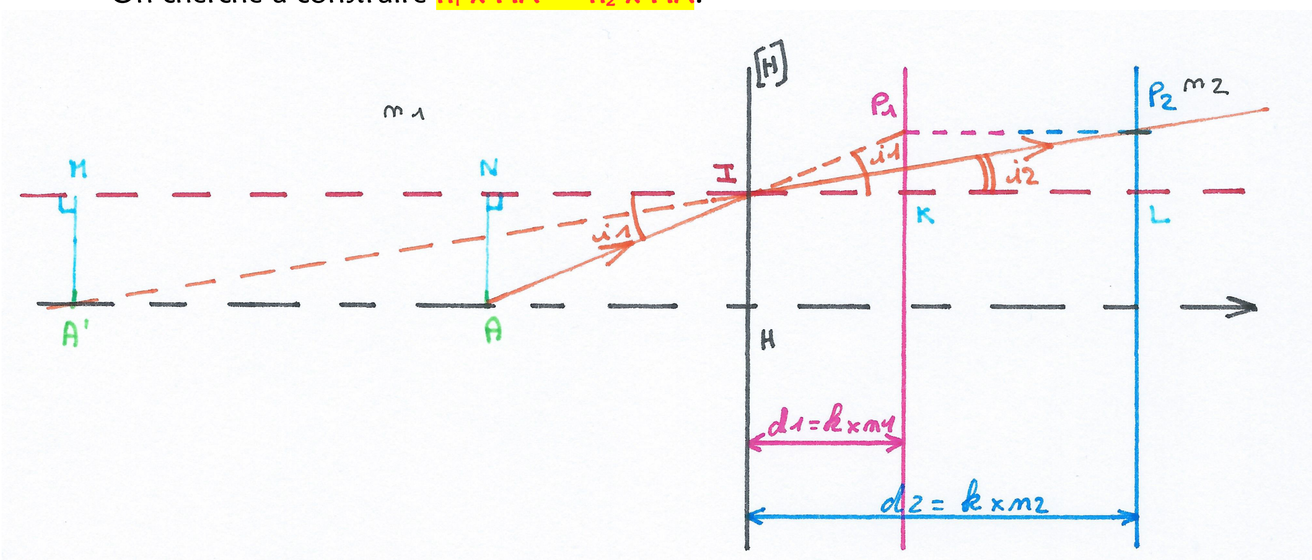
Sur le schéma « stigmatisme marche réelle », on constate que tous les rayons émis par P ne se croisent pas en un point unique.

Dans le cadre des conditions de GAUSS, on parle de stigmatisme approché. Les points conjugués A et A' sont reliés par la formule : $n_1 \times HA' = n_2 \times HA$.

Nous allons voir comment construire géométriquement cette relation. On parle alors de marche paraxiale.

III. Marche paraxiale : droites d'indices.

On cherche à construire $n_1 \times HA' = n_2 \times HA$.



-On trace une droite (d1) perpendiculaire à l'axe, distante du dioptre d'une valeur de : d1 = k x n1.

-On trace une droite (d2) perpendiculaire à l'axe, distante du dioptre d'une valeur de : d2 = k x n2.

-Le rayon incident coupe (d1) en P1.

-La parallèle à la normale qui passe par P1 coupe (d2) en P2.
-La droite (IP2) est la direction du rayon réfracté.

(1) Dans le triangle (INA) : $\tan i_1 = \dfrac{NA}{NI} = \dfrac{IH}{HA}$

(2) Dans le triangle (INA') : $\tan i_2 = \dfrac{NA'}{NI} = \dfrac{IH}{HA'}$

(3) Dans le triangle (IKP1) : $\tan i_1 = \dfrac{KP_1}{IK} = \dfrac{KP_1}{k \times n_1}$

(4) Dans le triangle (ILP2) : $\tan i_2 = \dfrac{LP_2}{IL} = \dfrac{LP_2}{k \times n_2}$

(1) $\longrightarrow$ $IH = HA \times \tan i_1$

(2) $\longrightarrow$ $IH = HA' \times \tan i_2$

(1) = (2) $IH = IH \longrightarrow HA \times \tan i_1 = HA' \times \tan i_2$

On substitue les tan par (3) et (4) :

$KP_1 = LP_2$

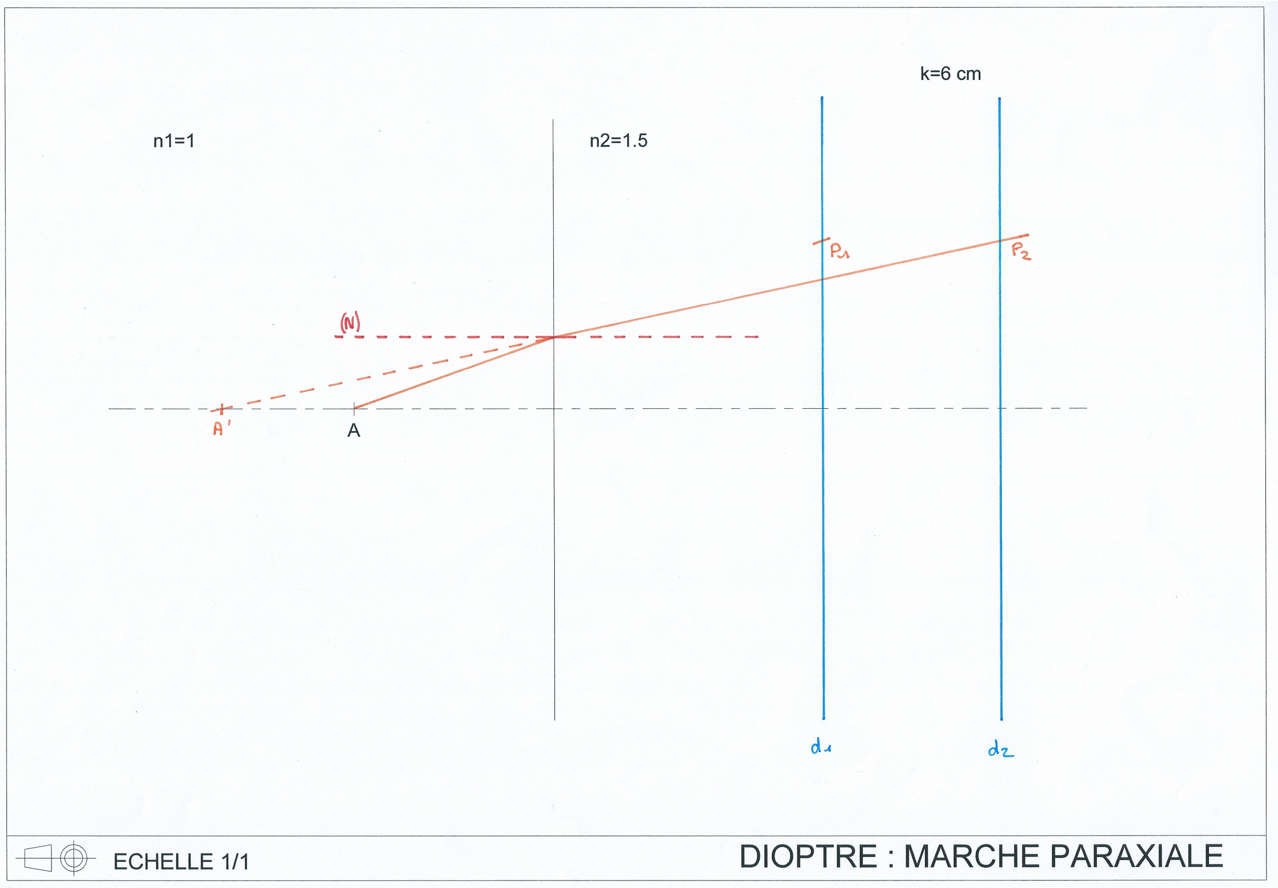
$$HA \times \frac{\cancel{KP_1}}{\cancel{k} \times n_1} = HA' \times \frac{\cancel{LP_2}}{\cancel{k} \times n_2}$$

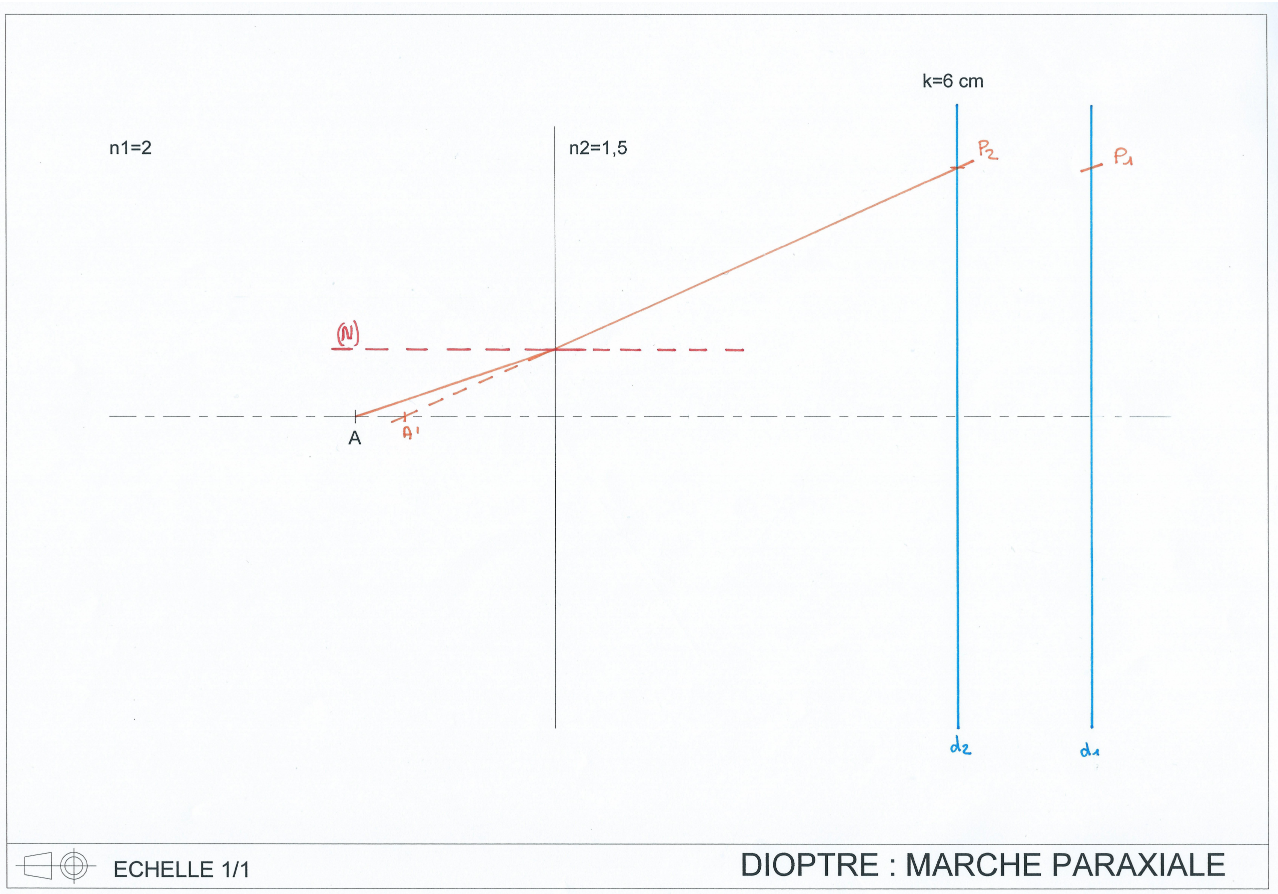
On obtient bien la relation voulue et cela quelque soit l'inclinaison du rayon incident, et sans faire d'approximation aux petits angles.

*Remarque IMPORTANTE !!

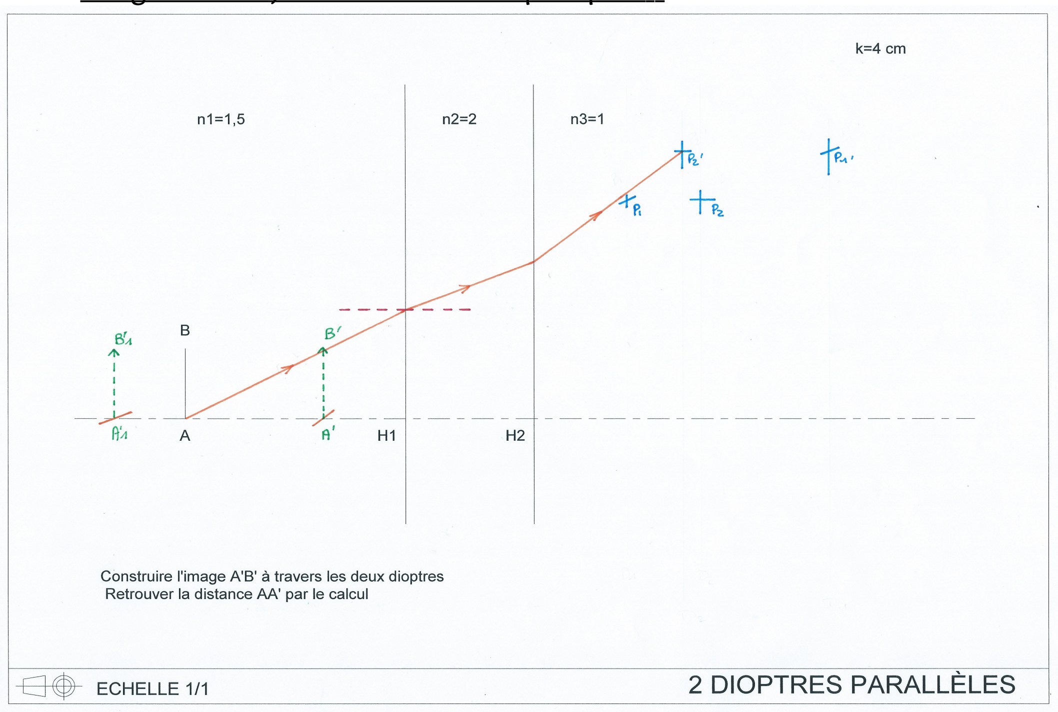
!! Cette méthode ne permet pas de déceler les réflexions totales !!

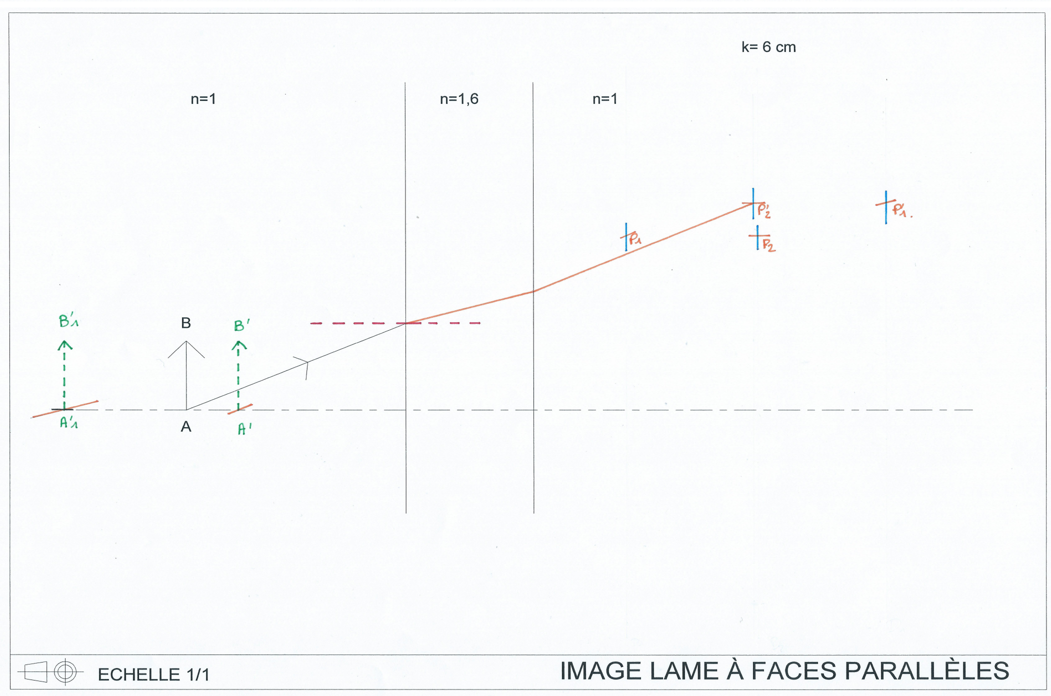
Quelques exemples de marches paraxiale à travers un dioptre :





IV. Image d'un objet à travers un dioptre plan :





Conclusion :

L'image A'B' de l'objet AB a exactement la même taille et la même orientation que ce dernier.

Le grandissement est :

$G = A'B'/AB$

$G = 1$

Pour construire l'image d'un objet AB à travers un dioptre :

1. On détermine A'
2. On construit A'B' de même taille que l'objet de même sens.

Calculs :

2 Dioptres // : $\overline{AA'} = ?$

$n_1 = 1,5$
$n_2 = 2$
$n_3 = 1.$

$\overline{H_1A} = -0,06$ m
$\overline{H_1H_2} = 0,035$ m.

Chaîne des images :

$$\overline{AB} \xrightarrow{H_1} \overline{A'_1B'_1} \xrightarrow{H_2} \overline{A'B'}$$

n_1 n_2 n_3

$n_2 \times \overline{HA} = n_1 \times \overline{HA'}$

$A \xrightarrow{H_1} A'_1$

n_1 n_2

$n_2 \times \overline{H_1A} = n_1 \times \overline{H_1A'_1}$

$2 \times (-0,06) = 1,5 \times \overline{H_1A'_1}$

$\overline{H_1A'_1} = \dfrac{2 \times (-0,06)}{1,5}$

$\overline{H_1A'_1} = -0,08$ m.

$A'_1 \xrightarrow{H_2} A'$

n_2 n_3

$n_3 \times \overline{H_2A'_1} = n_2 \times \overline{H_2A'}$

$1 \times (\overline{H_2H_1} + \overline{H_1A'_1}) = 2 \times \overline{H_2A'}$

$1 \times (-0,035 + (-0,08)) = 2 \times \overline{H_2A'}$

$\overline{H_2A'} = \dfrac{-0,115}{2}$

$\overline{H_2A'} = -0,0575$ m.

$\overline{AA'} = \overline{AH_1} + \overline{H_1H_2} + \overline{H_2A'}$

$\overline{AA'} = 0,06 + 0,035 + -0,0575$

$\overline{AA'} = 0,0375$ m.

IMAGE LAME A FACES // : $\overline{AA'} = ?$

$\overline{AA'} = e\left(1 - \dfrac{n}{n'}\right)$

$\overline{AA'} = 0,035\left(1 - \dfrac{1}{1,6}\right)$

$\overline{AA'} = 0,0135$ m.

Schéma du stigmatisme en marche réelle :