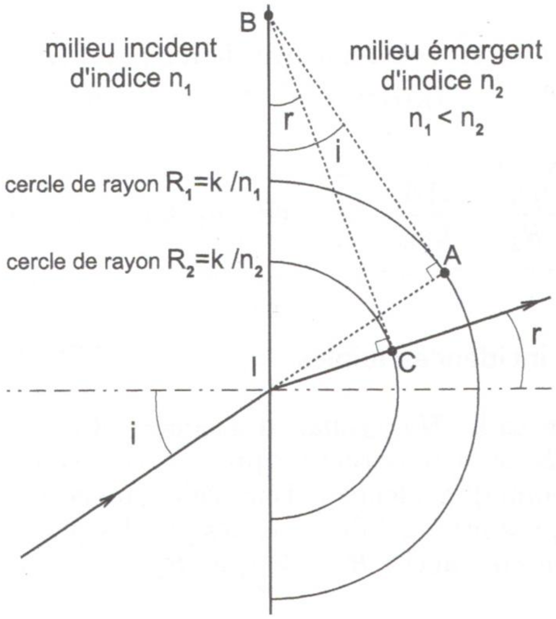
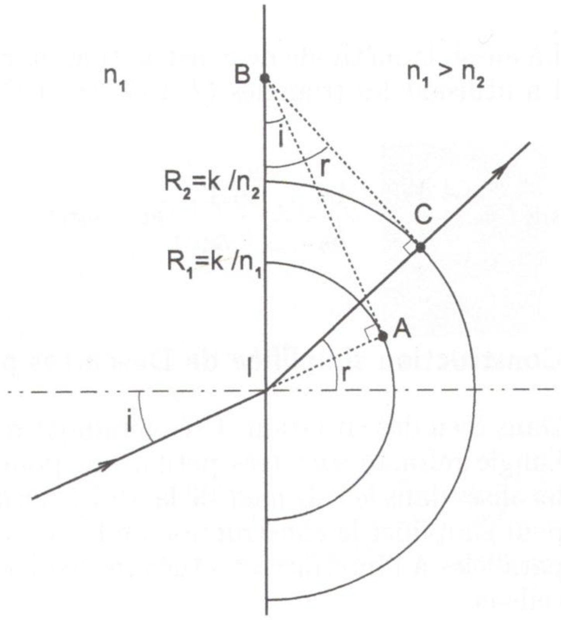
Construction graphique du rayon réfracté

Construction de Huygens

- On trace les cercles dont les rayons R_1 et R_2 sont inversement proportionnels aux indices des milieux incident et émergent : $R_1 = k/n_1$ et $R_2 = k/n_2$.
- Le prolongement du rayon incident dans le second milieu intercepte le cercle de rayon k/n_1 en un point A. La tangente en A à ce cercle coupe l'interface en B.
- La droite passant par B est tangente au cercle de rayon k/n_2 en un point C. Le rayon réfracté pointe alors vers le point C.



Construction de Huygens $n_1 < n_2$



Construction de Huygens $n_1 > n_2$

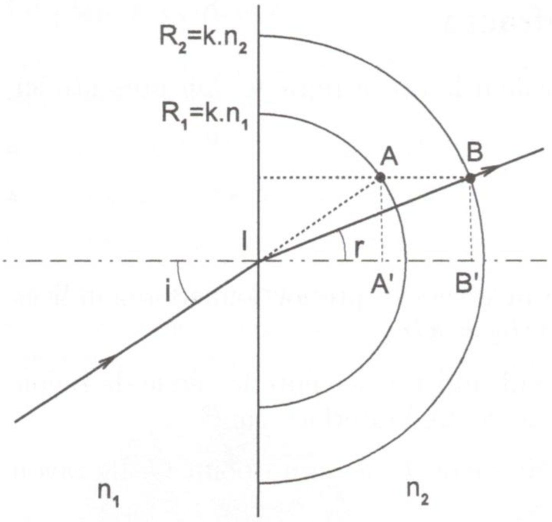
On vérifie facilement la cohérence de cette construction avec la loi de la réfraction, dans les triangles $(A\,I\,B)$ et $(B\,I\,C)$, on a respectivement :

$$\sin i = \frac{IA}{IB} = \frac{R_1}{IB} = \frac{k}{n_1.IB} \qquad \text{et} \qquad \sin r = \frac{IC}{IB} = \frac{R_2}{IB} = \frac{k}{n_2.IB}$$

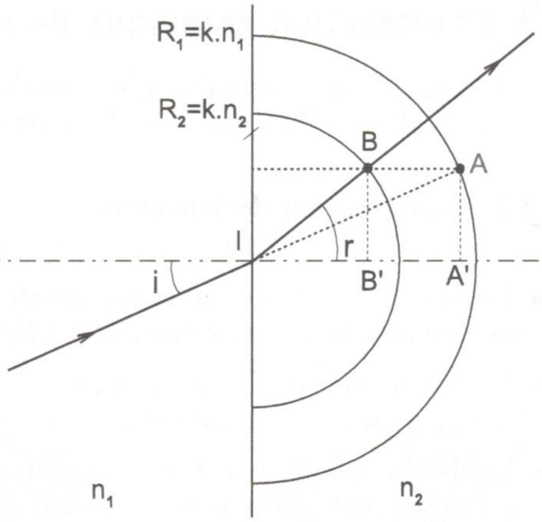
On retrouve bien l'égalité : $n_1.\sin i = n_2.\sin r$

Construction de Descartes

- On trace les cercles de rayons $R_1 = k.n_1$ et $R_2 = k.n_2$, respectivement proportionnels à n_1 et à n_2.
- Le point A est l'intersection du prolongement du rayon incident dans le second milieu avec le cercle de rayon $k.n_1$.
- La droite passant par A et perpendiculaire à l'interface, coupe le cercle de rayon $k.n_2$ en B. Le rayon réfracté pointe alors vers le point B.



Construction de Descartes $n_1 < n_2$



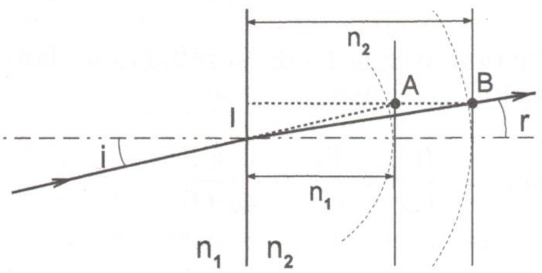
Construction de Descartes $n_1 > n_2$

Là aussi, la méthode de construction du rayon réfracté est cohérente avec la relation (1.1). En utilisant les triangles $(I\,A\,A')$ et $(I\,B\,B')$, on a :

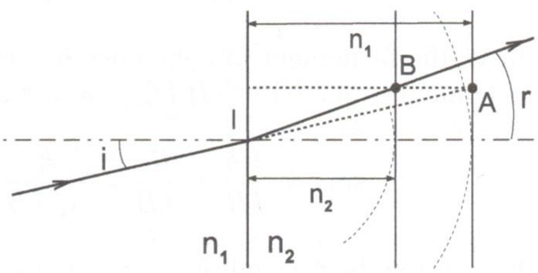
$$\sin i = \frac{AA'}{IA} = \frac{AA'}{R_1} = \frac{AA'}{k.n_1} \quad \text{et} \quad \sin r = \frac{BB'}{IB} = \frac{AA'}{R_2} = \frac{AA'}{k.n_2} \quad \text{et donc} \quad n_1.\sin i = n_2.\sin r$$

Construction simplifiée de Descartes pour des incidences faibles

Dans bien des situations (fréquemment rencontrées en ETSO), l'angle d'incidence et donc l'angle réfracté sont très petits. Les points A et B de la construction précédente restent localisés dans le voisinage de la droite normale au point d'incidence I. Dans ce voisinage, on peut simplifier la construction de Descartes en approximant les deux cercles par des plans parallèles à l'interface et situés respectivement à des distances $R_1 = k.n_1$ et $R_2 = k.n_2$ de celle-ci.



$n_1 < n_2$

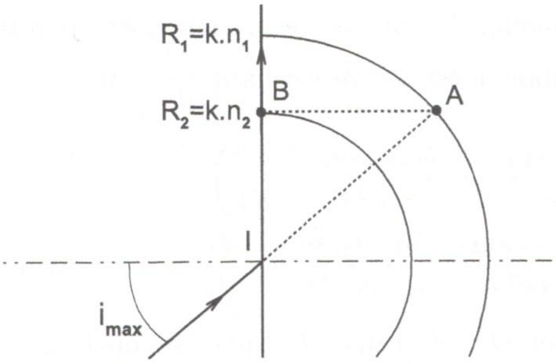


$n_1 > n_2$

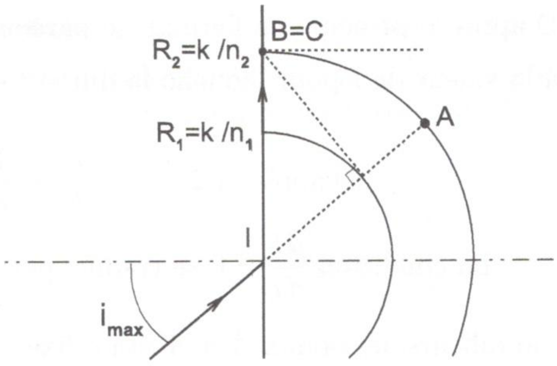
L'erreur relative induite par cette approximation est limitée à quelques % pour un angle incident inférieur à 15°.

Angle limite de réfraction

Lorsque l'indice optique du milieu incident est supérieur à celui du milieu émergent, le rayon réfracté s'écarte de la droite normale. Il existe un angle limite i_{max} pour lequel le rayon réfracté devient tangent à l'interface entre les deux milieux. Au delà de i_{max}, la réfraction devient impossible, la totalité du faisceau incident est réfléchie.



Angle limite : méthode de Descartes



Angle limite : méthode de Huygens

La relation (1.1) donne une expression de cet angle limite en fonction des indices :

$$n_1 . \sin i_{max} = n_2 \quad (r = 90°) \qquad \text{soit} \qquad \boxed{\sin i_{max} = \frac{n_2}{n_1}}$$