

Physique

1^{ème} Année TC LMD
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Université des Frères Mentouri Constantine 1
Année universitaire 2019 - 2020

Dr. Linda GHEGAL

Plan d'exposé

Partie I: Optique géométrique

- 1.** Les lois de réfraction et de réflexion totale.
- 2.** Construction de l'image (Miroir-Dioptre-Lentilles minces).
- 3.** Œil et Instruments optiques.

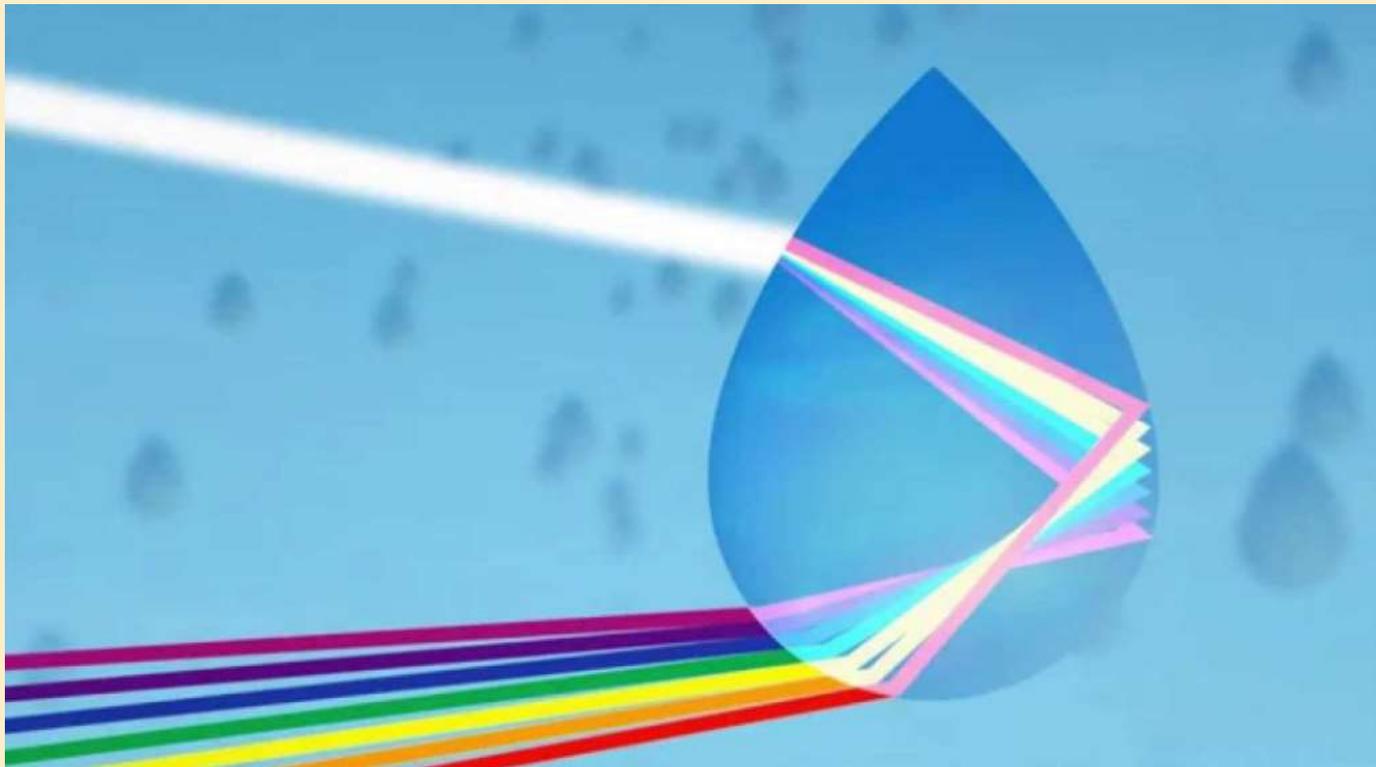
Plan d'exposé

Partie II: Mécanique des fluides

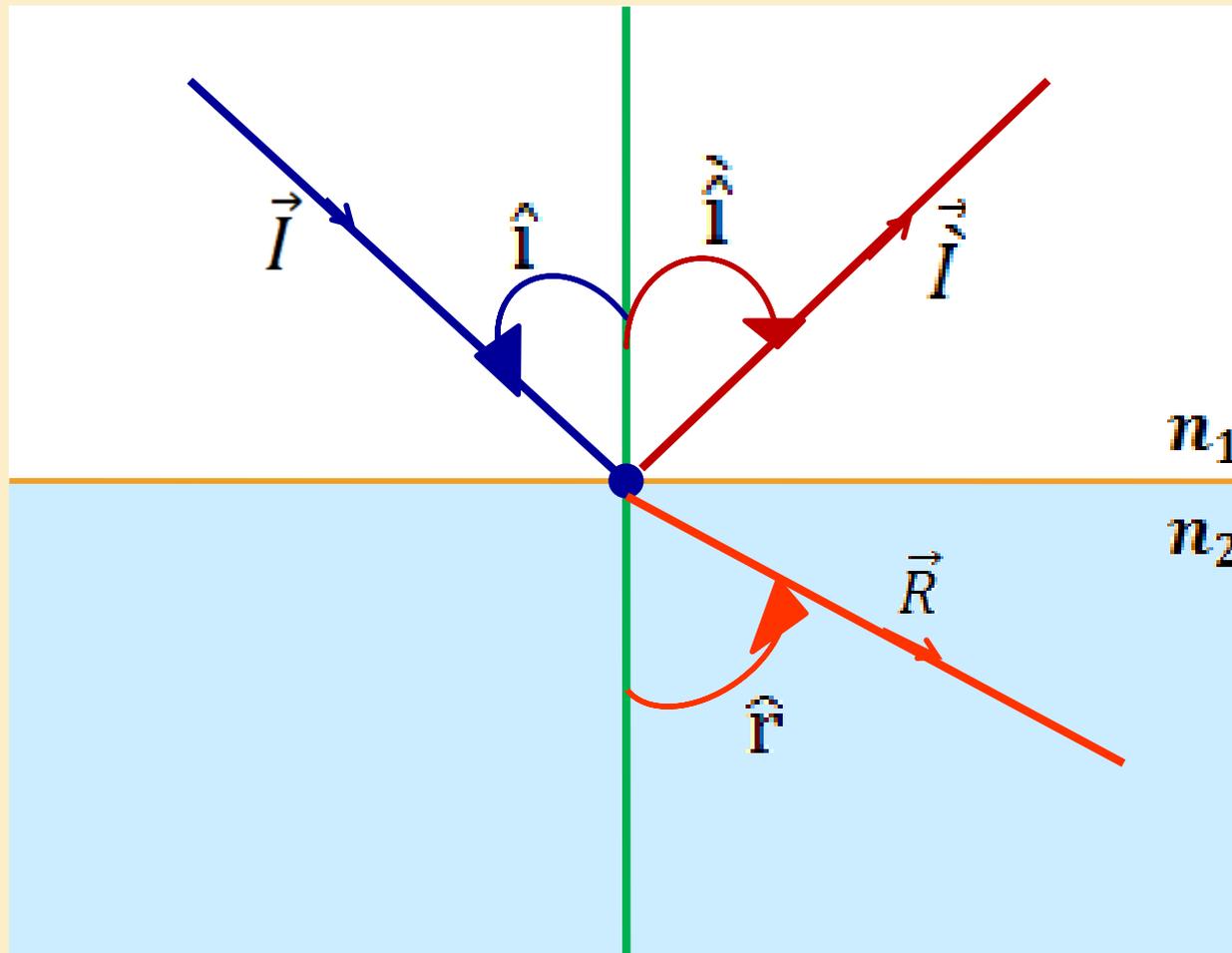
1. Hydrostatique.

2. Hydrodynamique.

1. Les lois de réfraction et de réflexion totale



(N)



Le But !?!



Etudier
Le comportement de
la lumière dans des
différents milieux



Définition

- Dans un milieu
 - **Transparent**
 - **Homogène:** mêmes propriétés en tout point.
 - **Isotrope:** mêmes propriétés dans toutes les directions, la lumière se déplace
 - **Rectilignement :** en ligne droite

- **Rayon lumineux :** est le nom donné à la droite représentant la trajectoire de la lumière.

- **La propagation du rayon lumineux** est prise de la **gauche** vers **la droite**.

- **Milieu transparent** est caractérisé par **indice de réfraction n**

$$n = \frac{c}{v} \quad \text{avec} \quad n \geq 1$$

c : Vitesse de la lumière dans le vide 'et l'air'. $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$

v : Vitesse de la lumière.

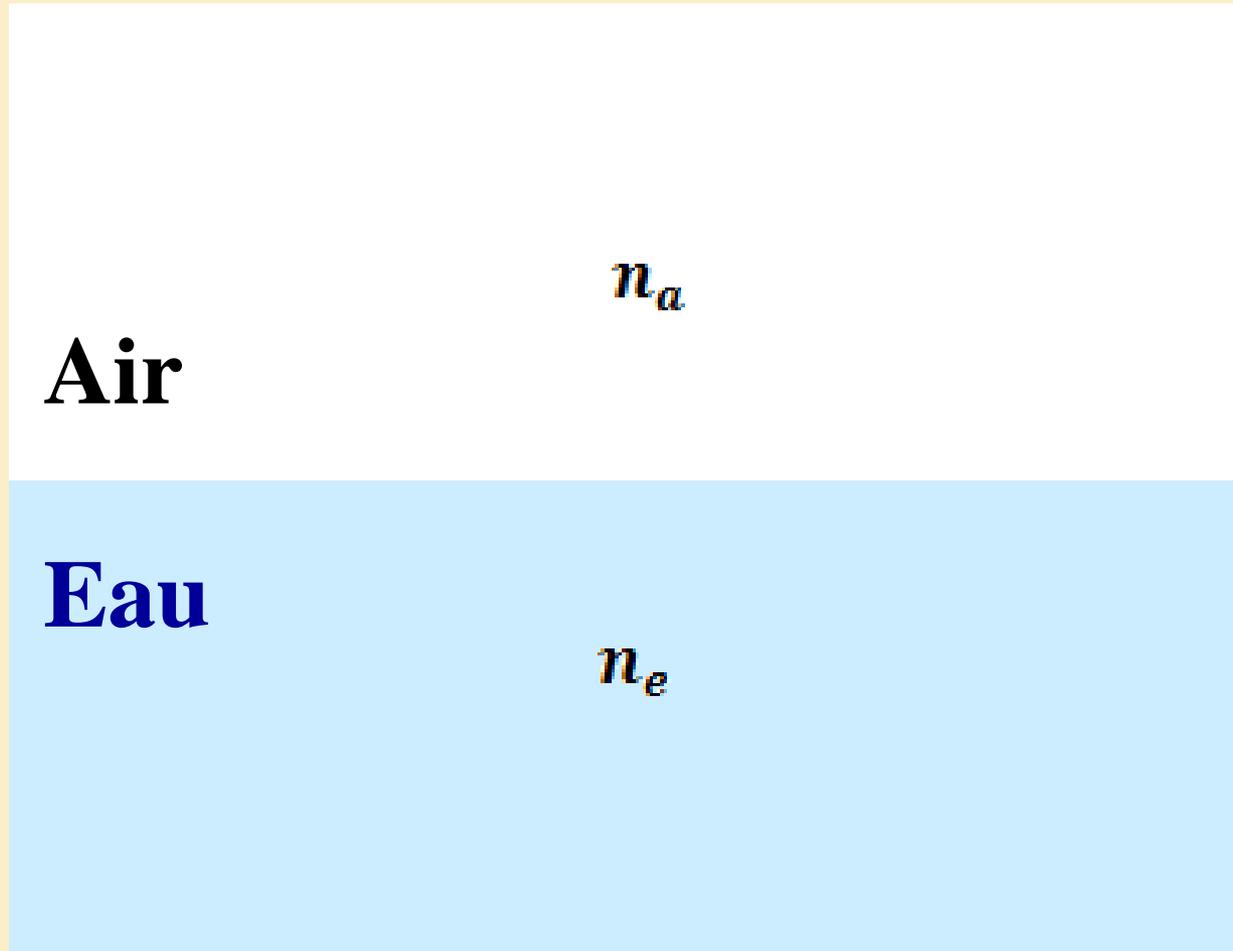
▪ **Air :** $n_{air} \approx 1$

▪ **Verre:** $n_{verre} = 1,52$

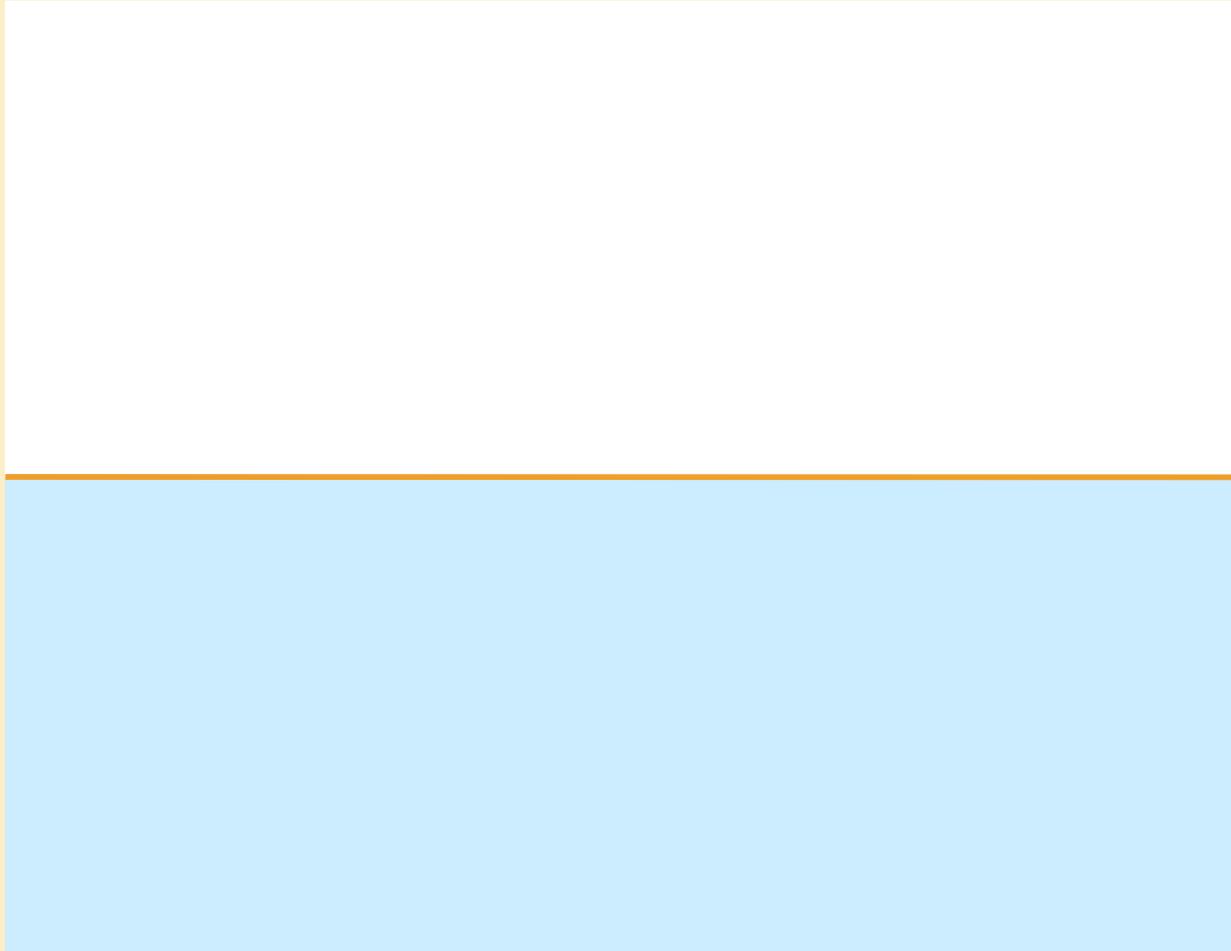
▪ **Eau:** $n_{eau} = 1,33$

- Comportement de la lumière dépend des **indices de réfraction** des **milieux**.

- **Dioptre:** est **une surface** qui sépare **deux milieux** d'indices de réfractions différents.

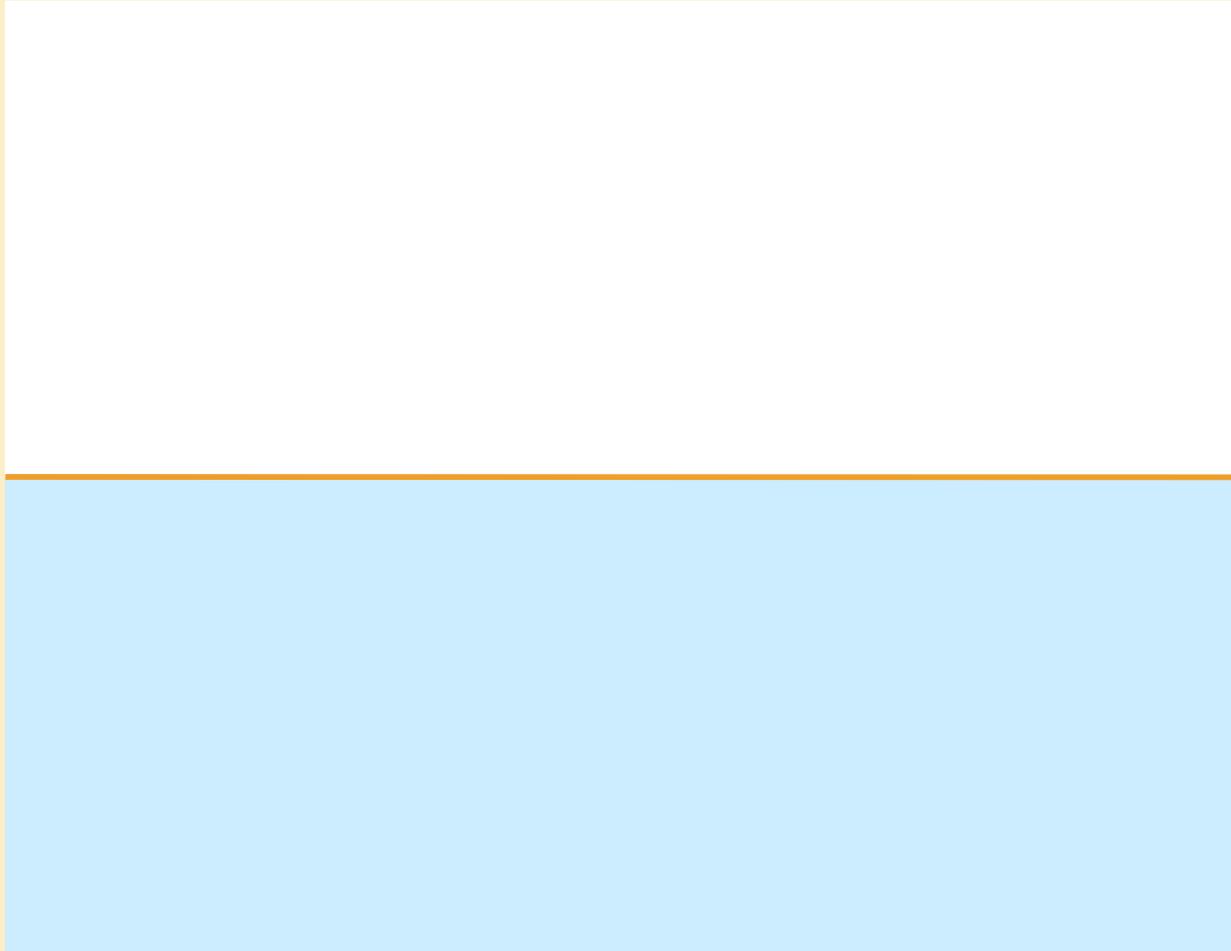


- **Dioptré:** est **une surface** qui sépare **deux milieux d'indices de réfractons différents.**



Dioptré

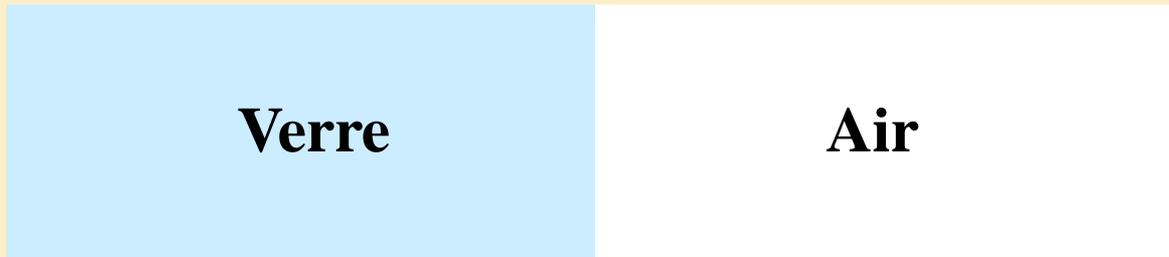
- **Dioptré:** est **une surface** qui sépare **deux milieux d'indices de réfractons différents.**



**Dioptré
(air-eau)**

➤ **Dioptré:** est **une surface** qui sépare **deux milieux d'indices de réfractés différents.**

▪ **Dioptré plan:** La surface est plane



▪ **Dioptré sphérique:** La surface est sphérique

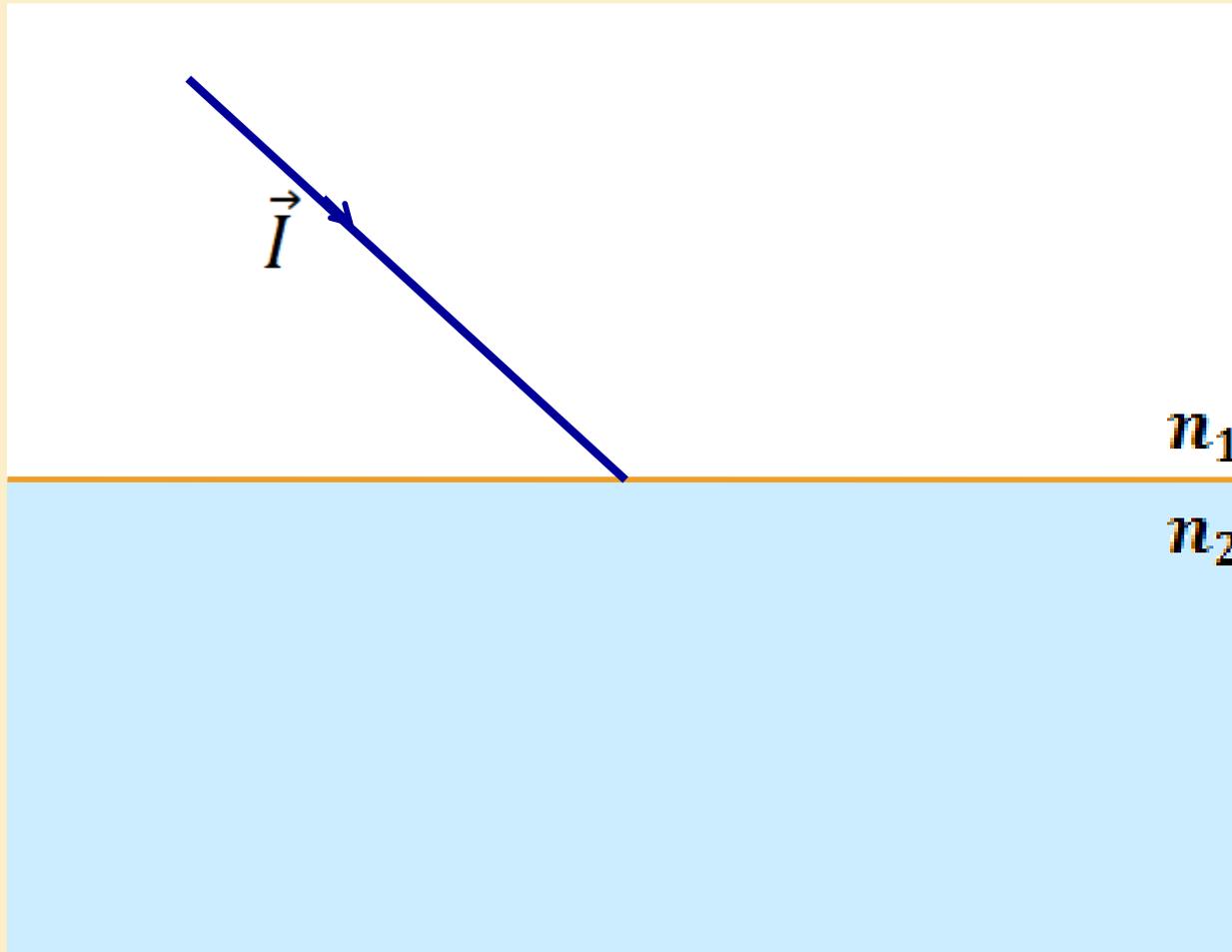


Les lois de réfraction et de réflexion totale

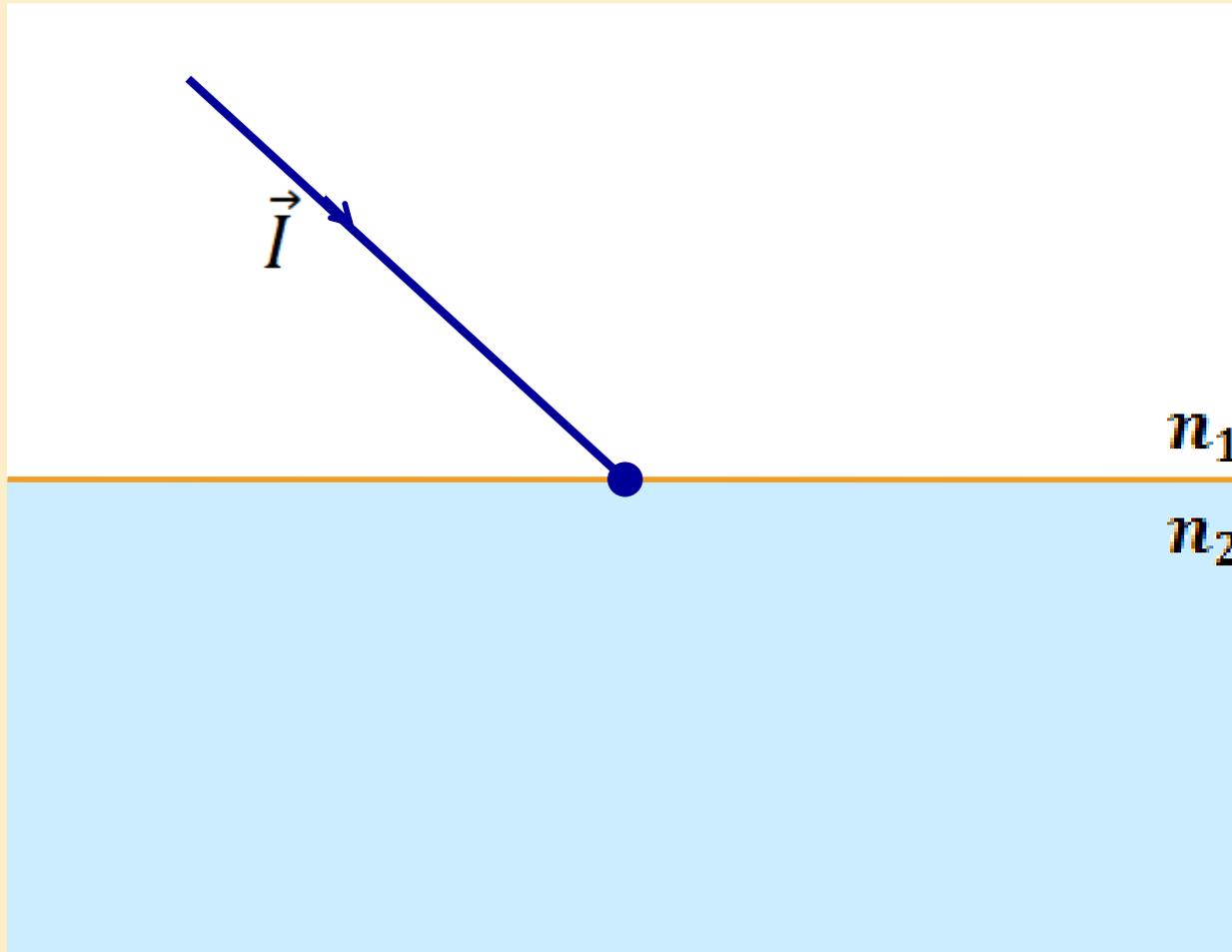
n_1

n_2

\vec{I} : Rayon incident

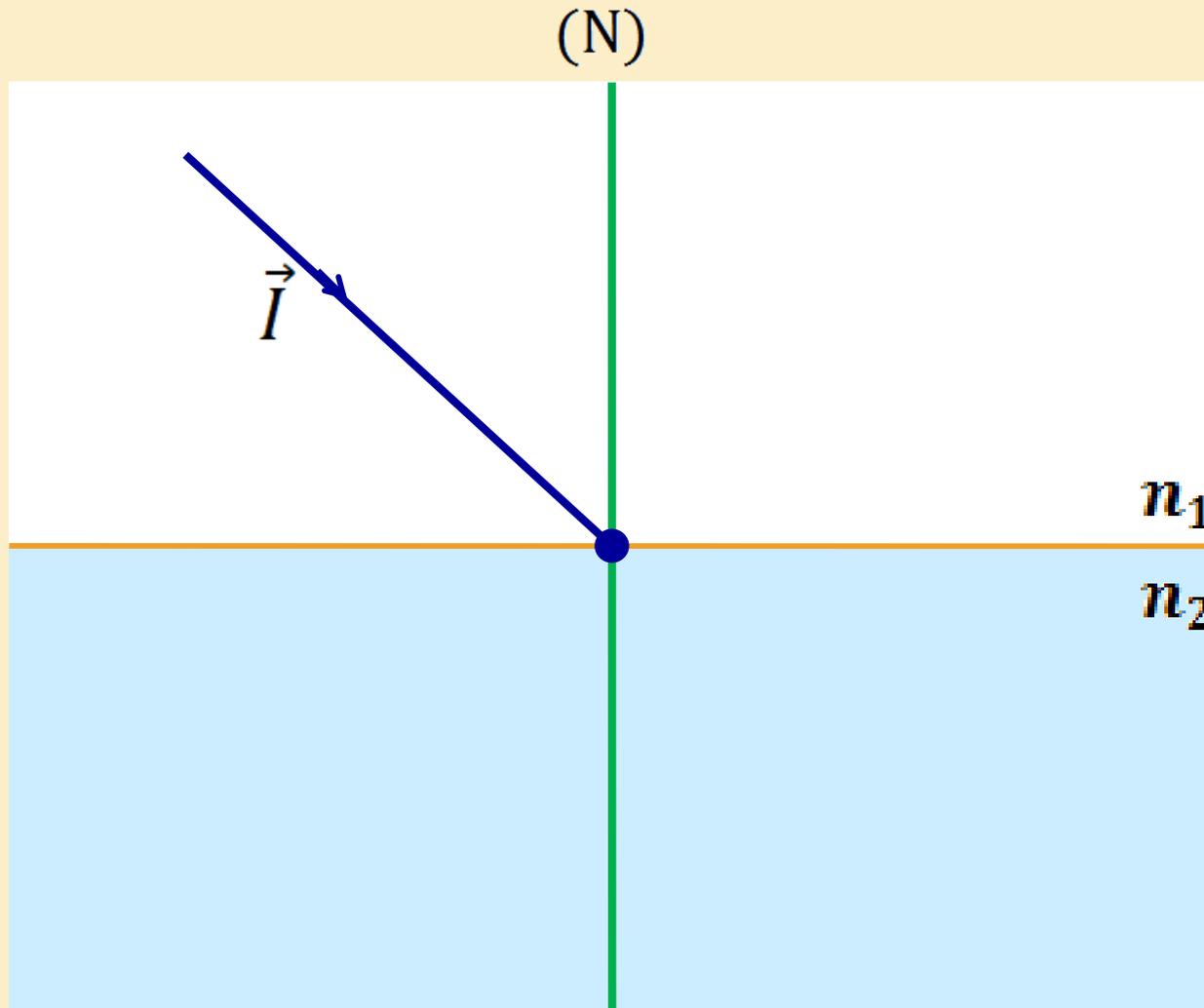


\vec{I} : Rayon incident
● : Point d'incidence



\vec{I} : Rayon incident

● : Point d'incidence

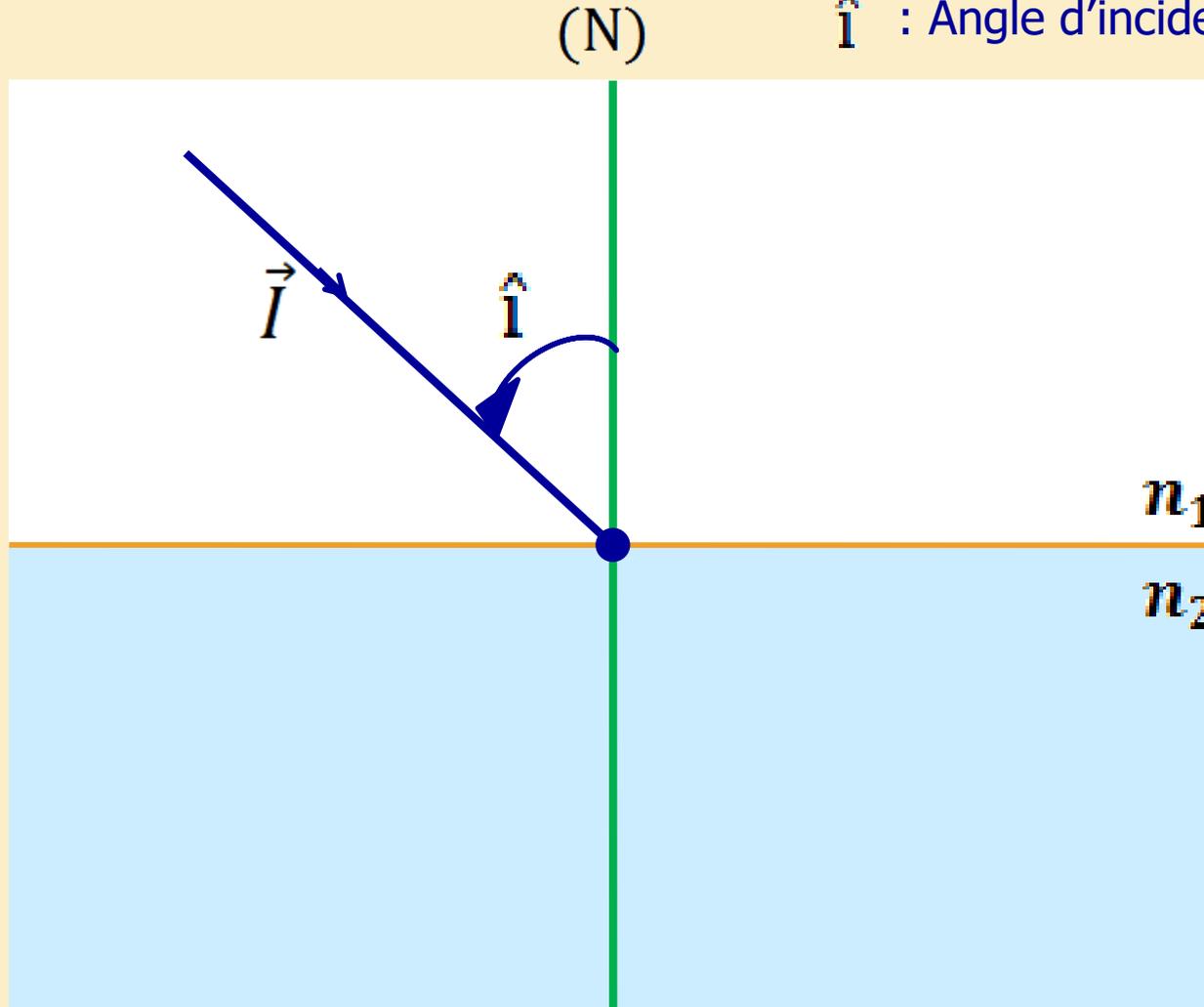


(N) : Droite \perp au dioptre au point d'incidence.

\vec{I} : Rayon incident

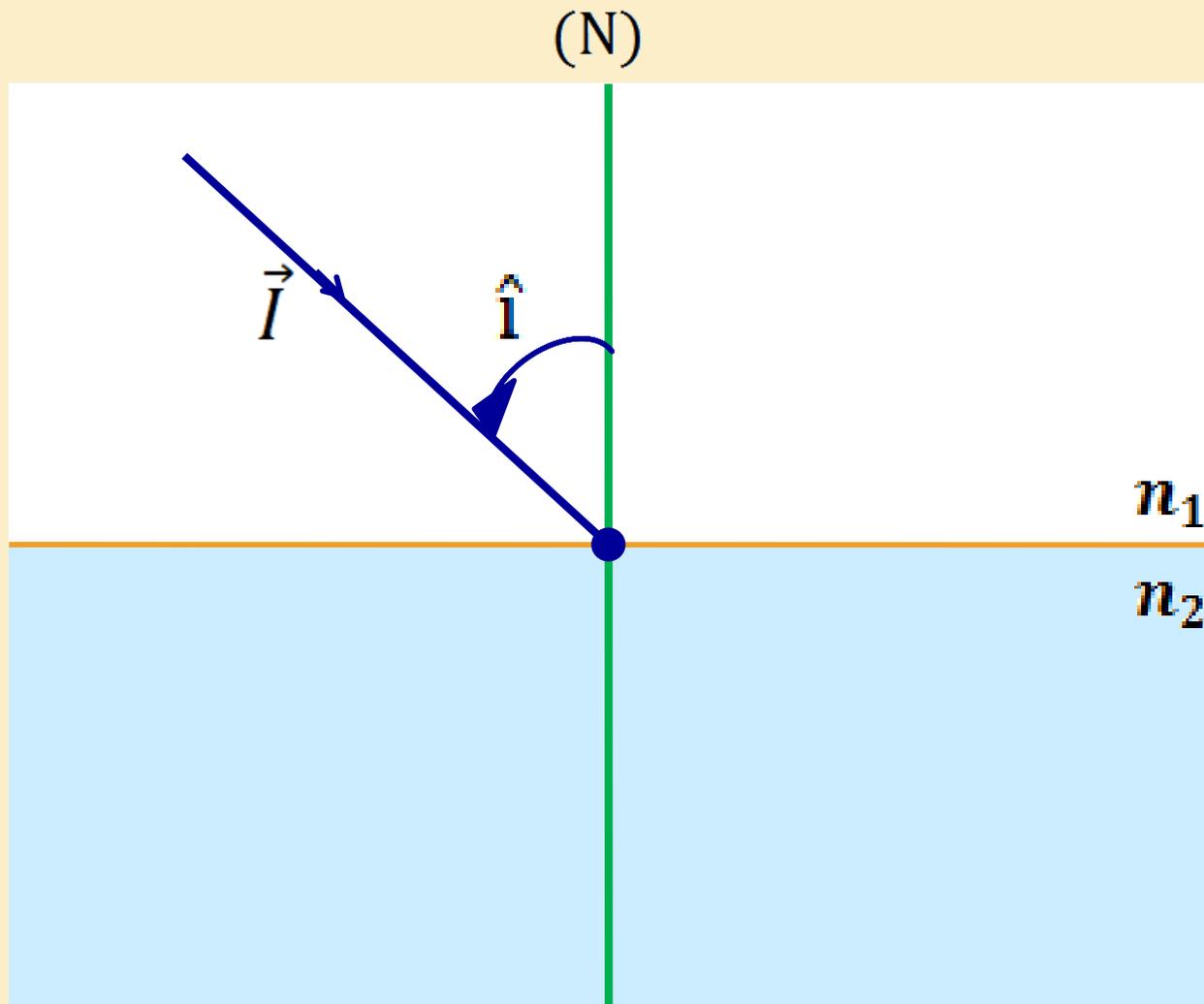
● : Point d'incidence

\hat{i} : Angle d'incidence

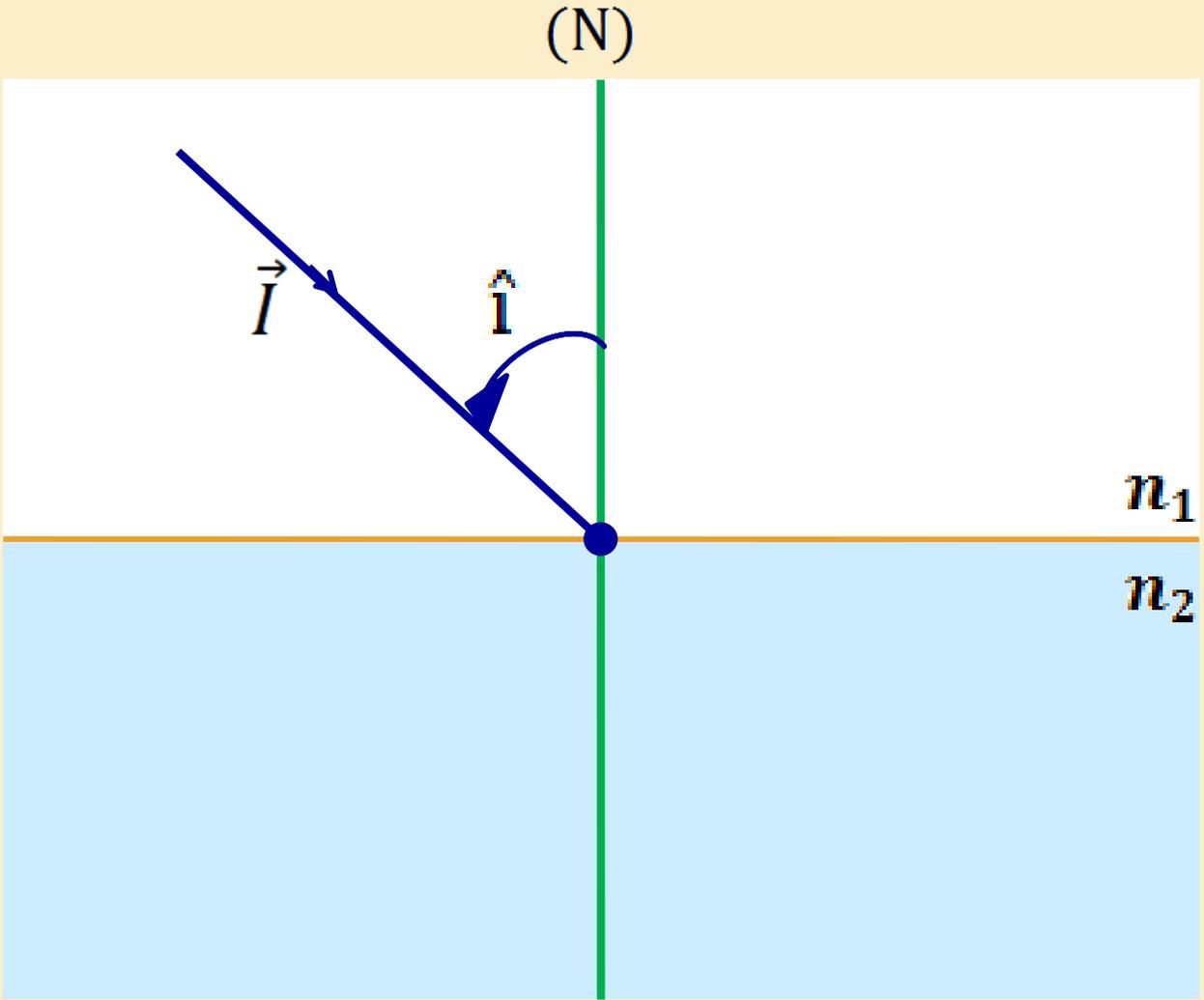


(N) : Droite \perp au dioptre au point d'incidence.

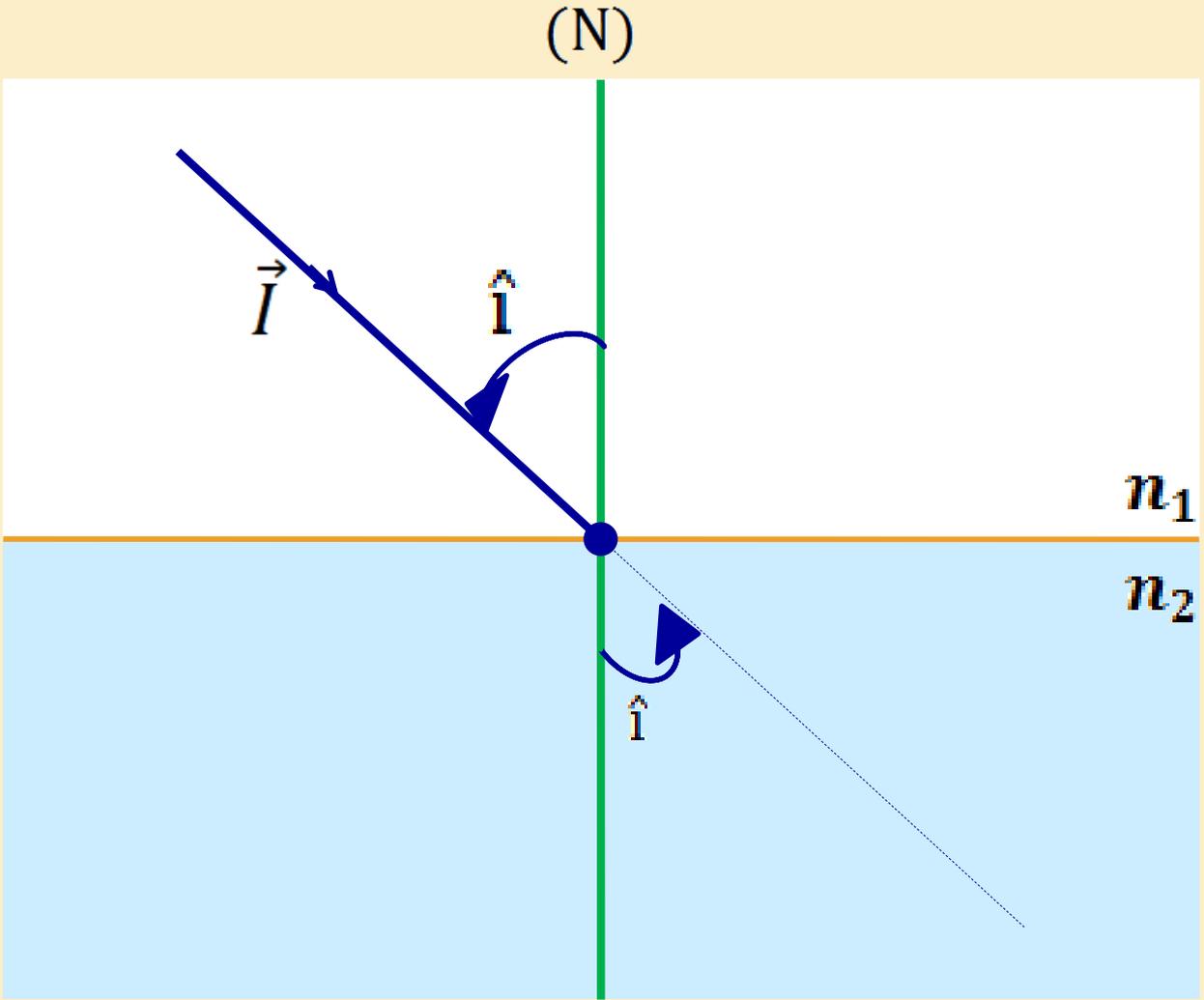
$$n_1 < n_2$$



$$n_1 < n_2 \longrightarrow \hat{i} > \hat{r}$$

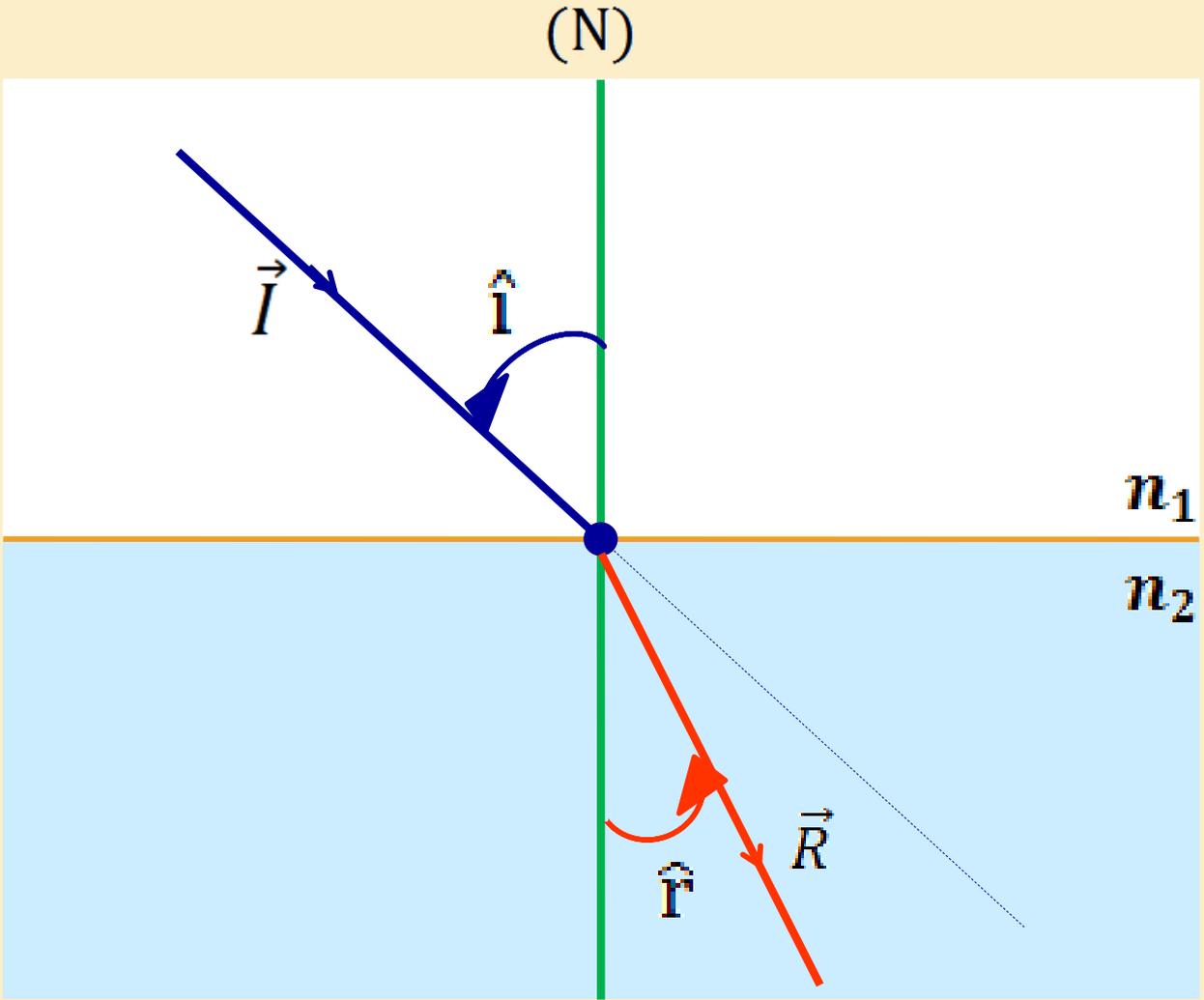


$$n_1 < n_2 \longrightarrow \hat{i} > \hat{r}$$



$$n_1 < n_2 \longrightarrow \hat{i} > \hat{r}$$

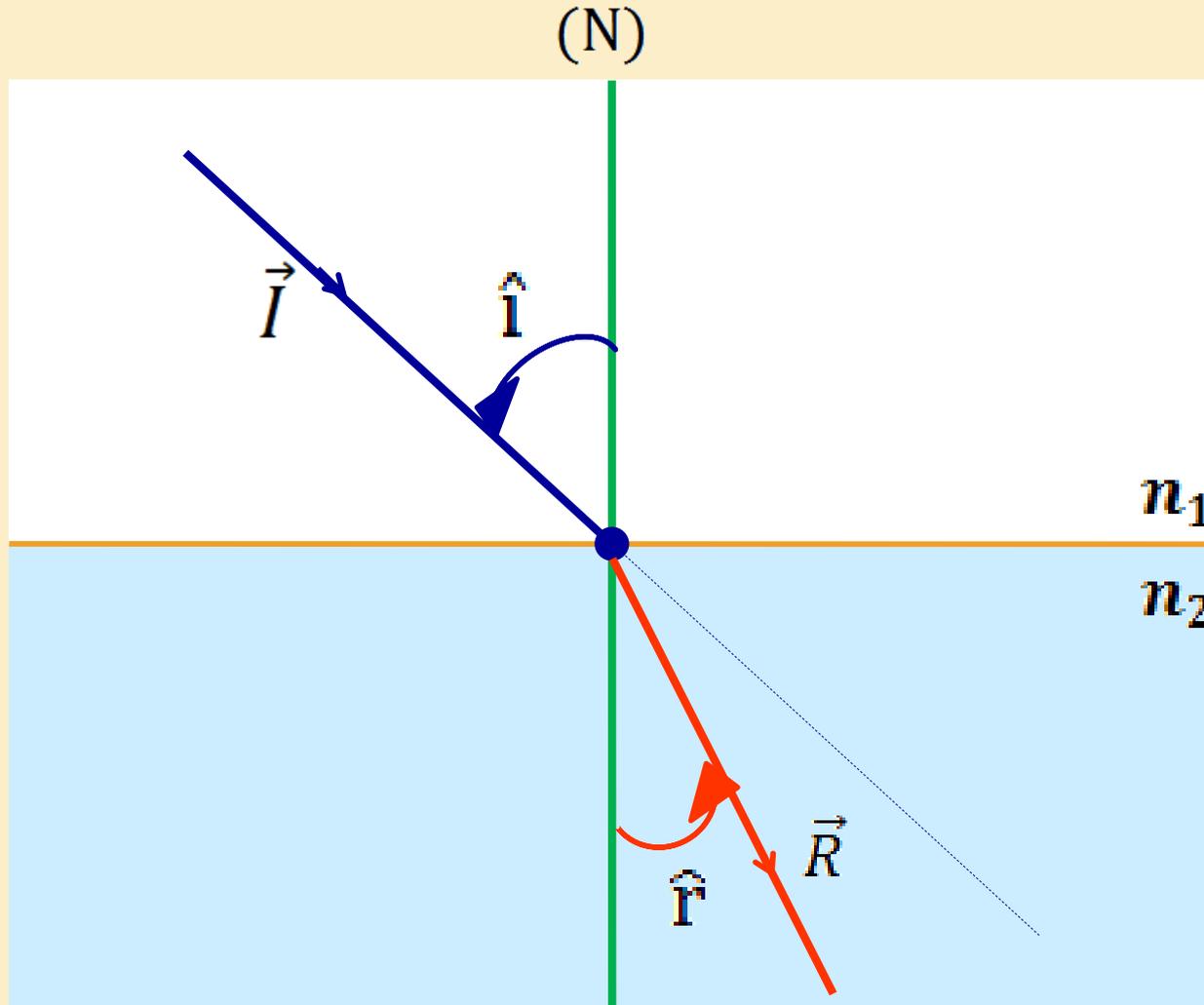
\vec{R} : Rayon réfracté
 \hat{r} : Angle de réfraction



Phénomène de Réfraction

$$n_1 < n_2 \longrightarrow \hat{i} > \hat{r}$$

\vec{R} se rapproche de la normale

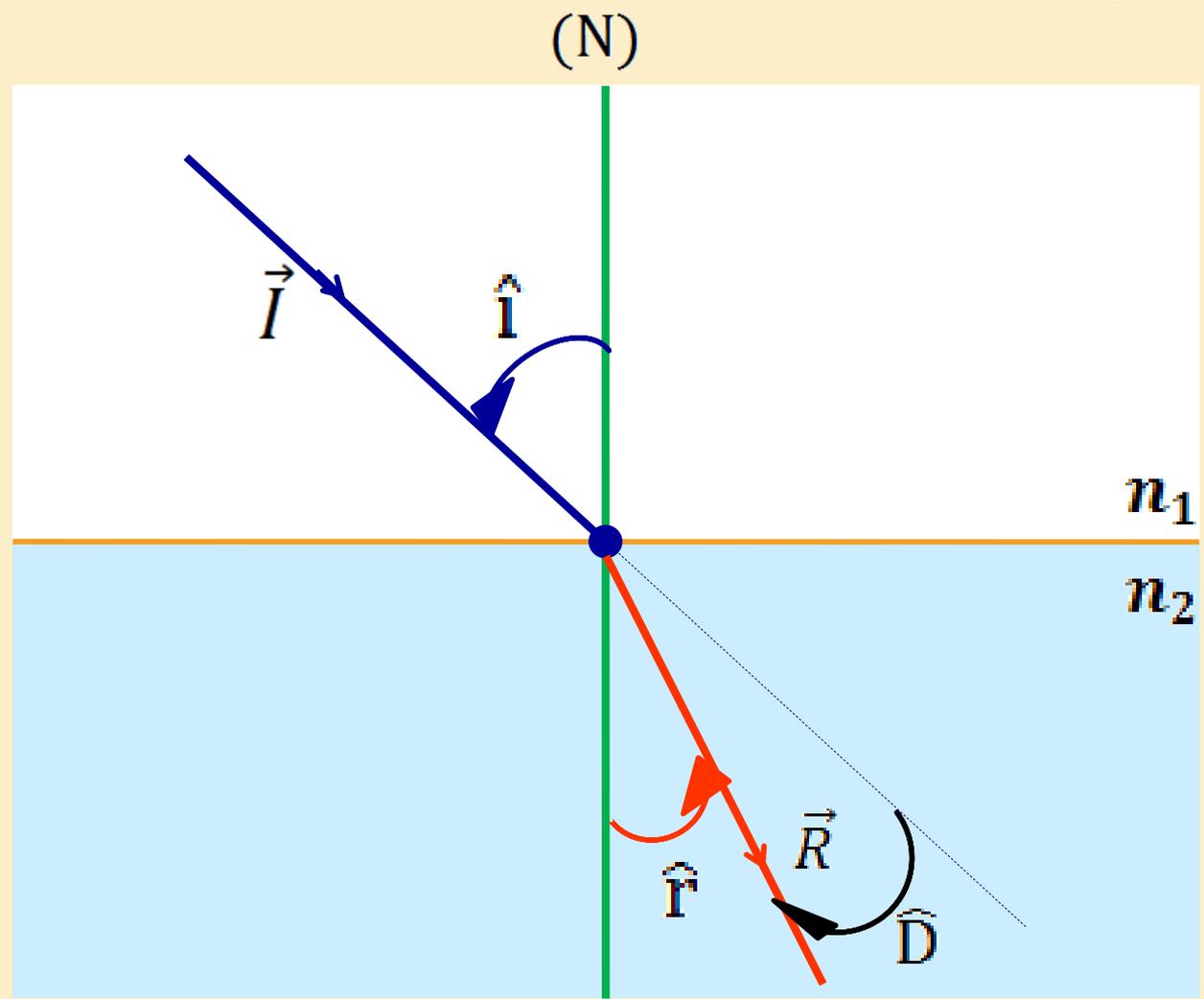


Phénomène de Réfraction

$$n_1 < n_2 \longrightarrow \hat{i} > \hat{r}$$

\hat{D} : Déviation

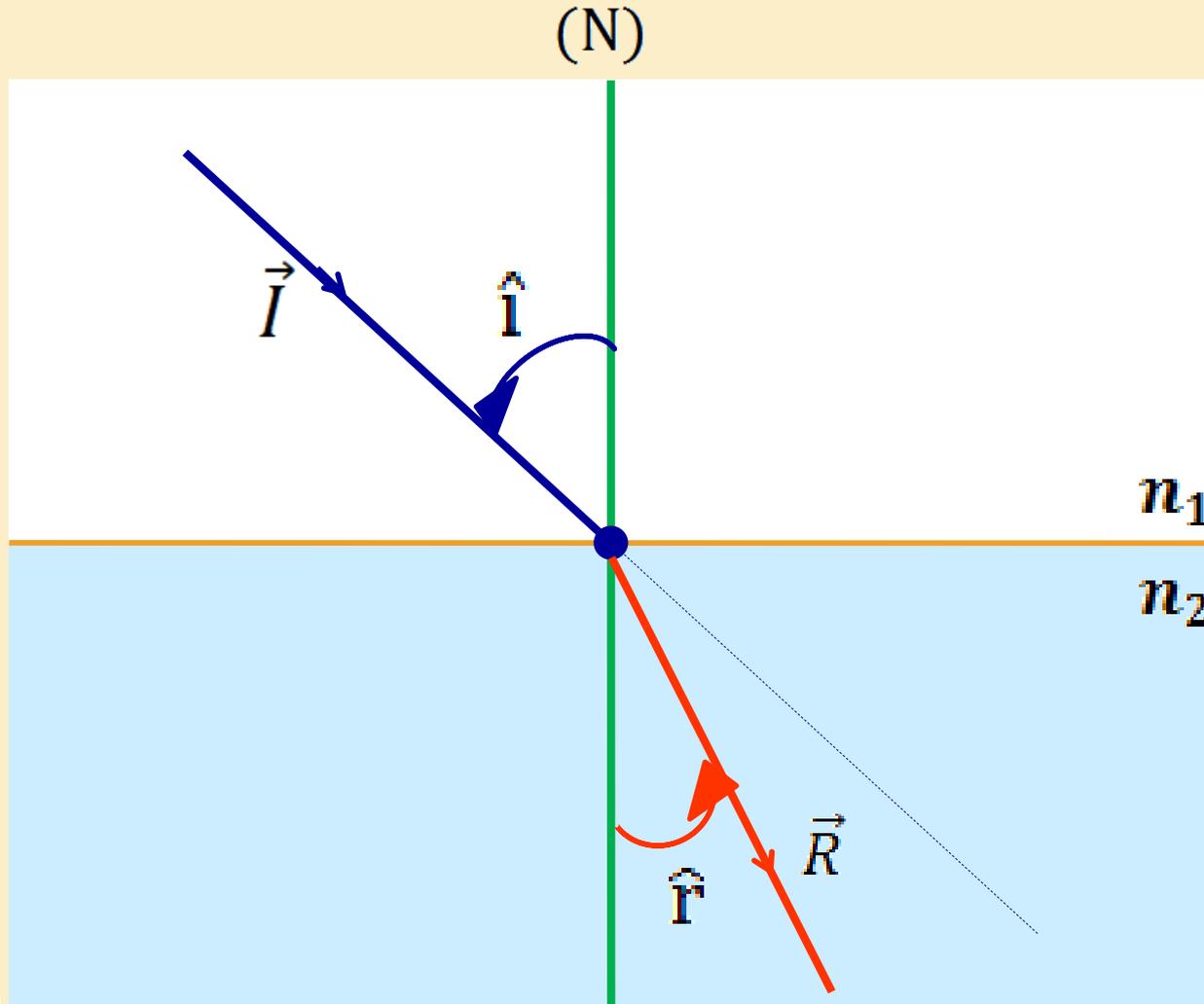
$$\hat{D} = \hat{i} - \hat{r}$$



Phénomène de Réfraction

$$n_1 < n_2 \longrightarrow \hat{i} > \hat{r}$$

Lois de Réfraction

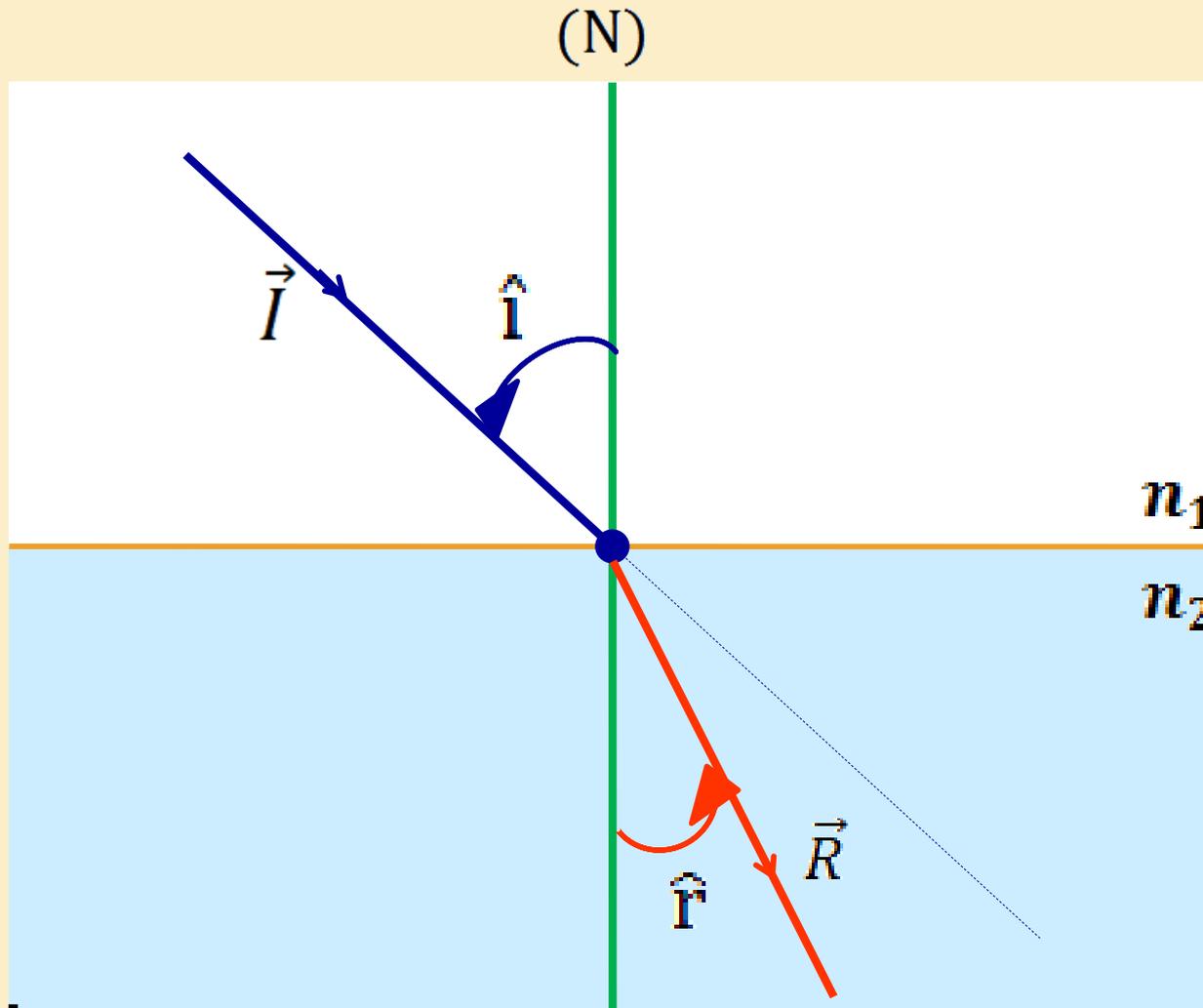


• La 1^{ère} loi :

\vec{R} appartient au **même plan** que (N) et \vec{I}

$$n_1 < n_2 \longrightarrow \hat{i} > \hat{r}$$

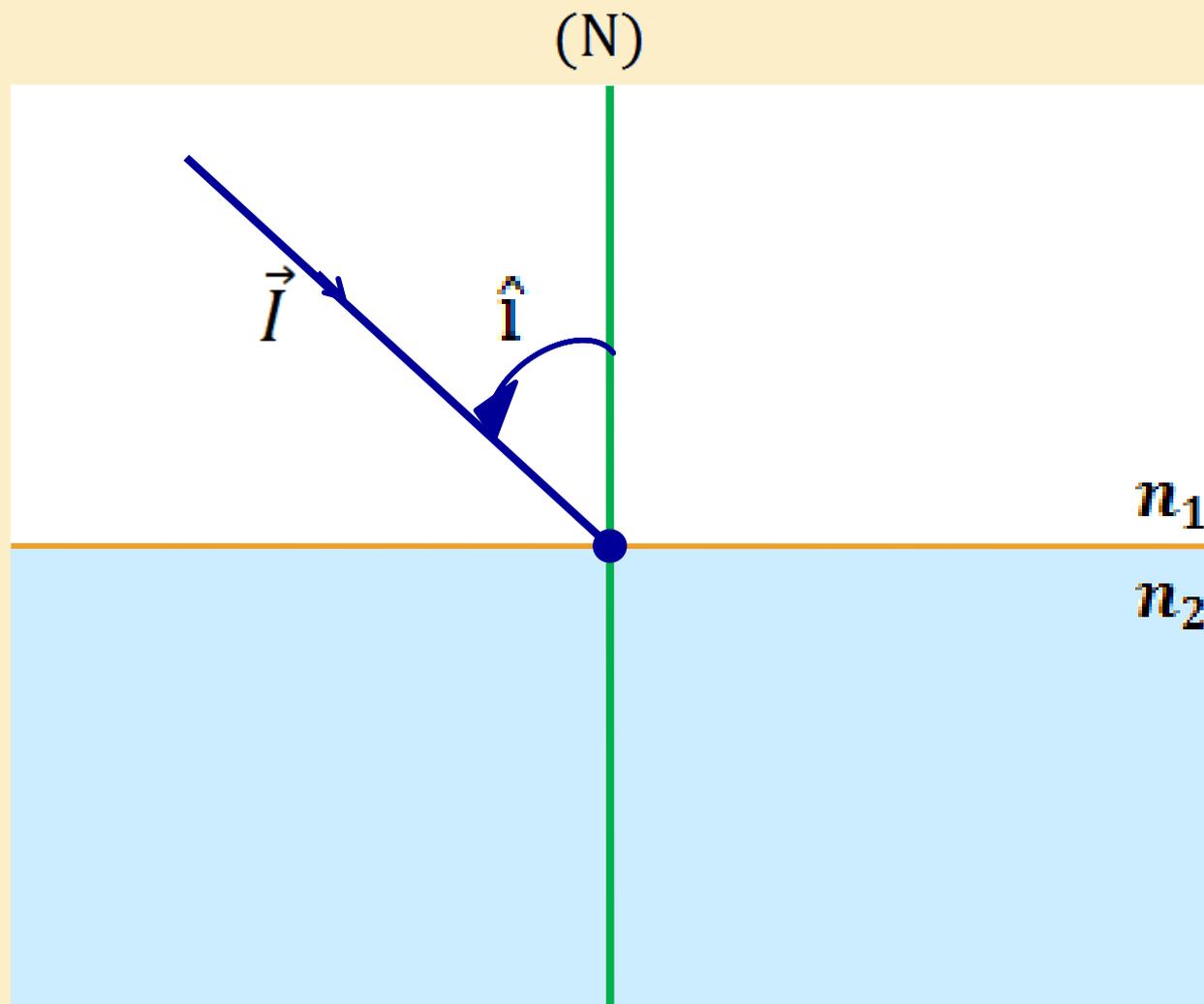
Lois de Réfraction



La 2^{ème} loi :

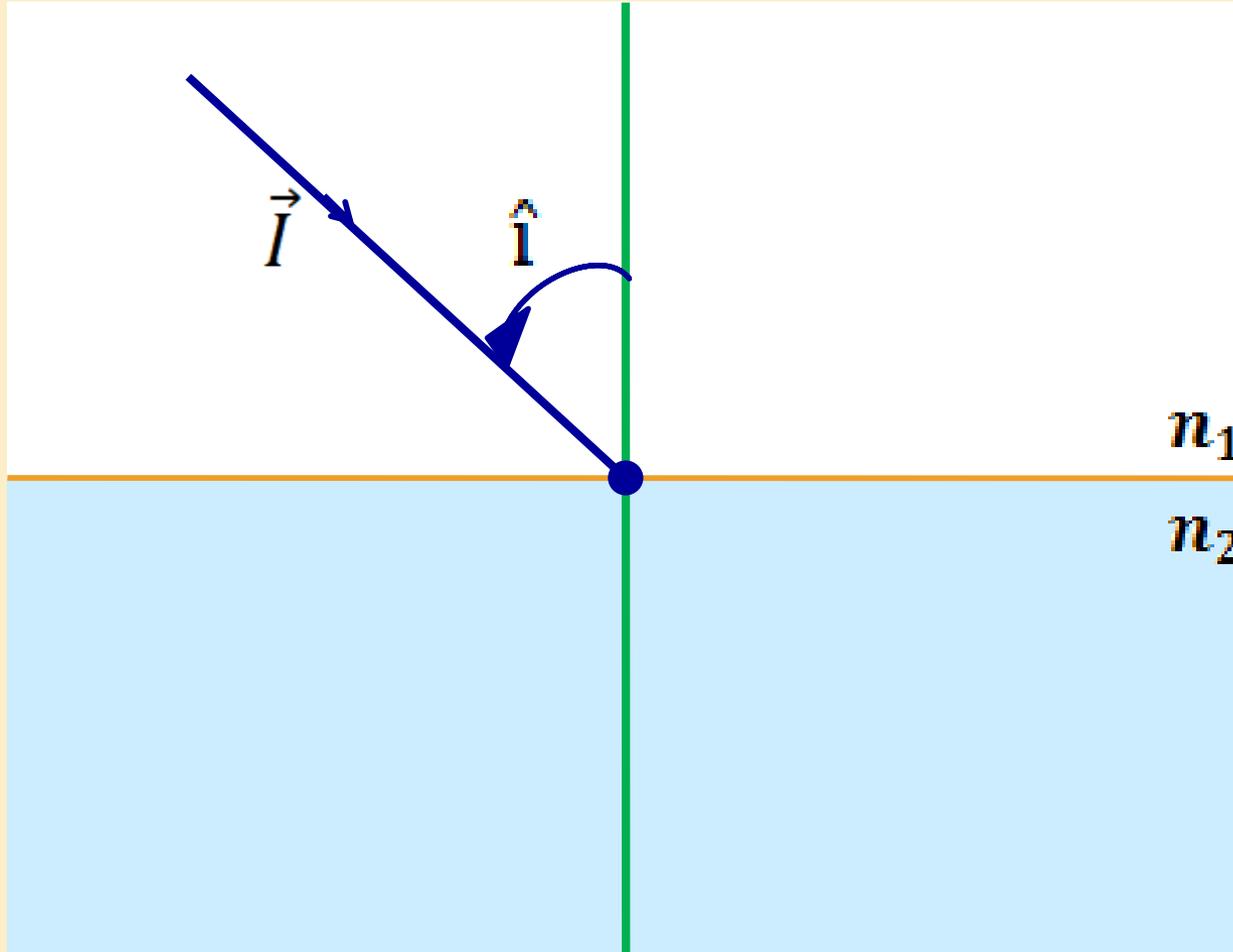
Loi Snell Descarte : $n_1 \sin i = n_2 \sin r$

$$n_1 > n_2$$



$n_1 > n_2$: On doit calculer $i_L = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$

(N)



$i_L = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$: Angle d'incidence limite

$$n_1 > n_2 \quad i_L = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) \quad \text{et} \quad \hat{i}$$

On distingue trois cas

$$n_1 > n_2$$

$$i_L = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) \quad \text{et} \quad \hat{i}$$

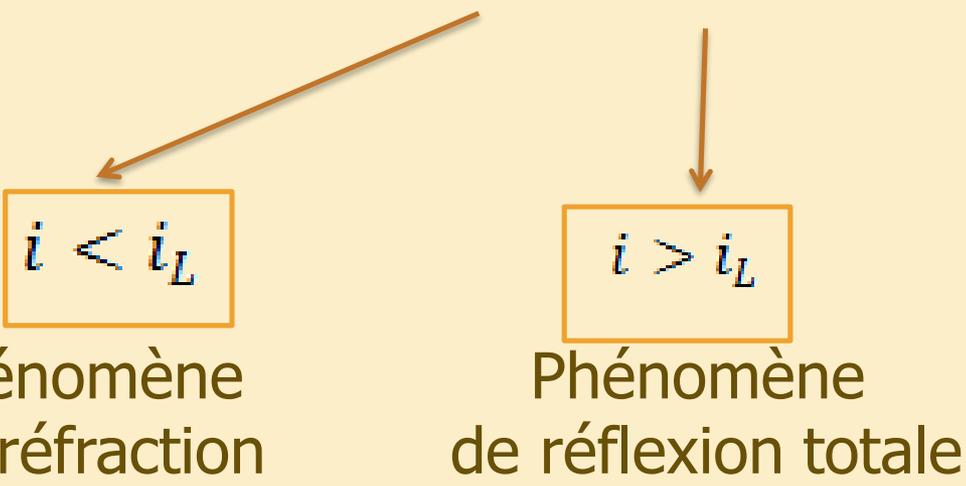
On distingue trois cas


$$i < i_L$$

Phénomène
de réfraction

$$n_1 > n_2 \quad i_L = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) \quad \text{et} \quad \hat{i}$$

On distingue trois cas


$$i < i_L$$

Phénomène
de réfraction

$$i > i_L$$

Phénomène
de réflexion totale

$$n_1 > n_2$$

$$i_L = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) \text{ et } \hat{i}$$

On distingue trois cas

$$i < i_L$$

Phénomène
de réfraction

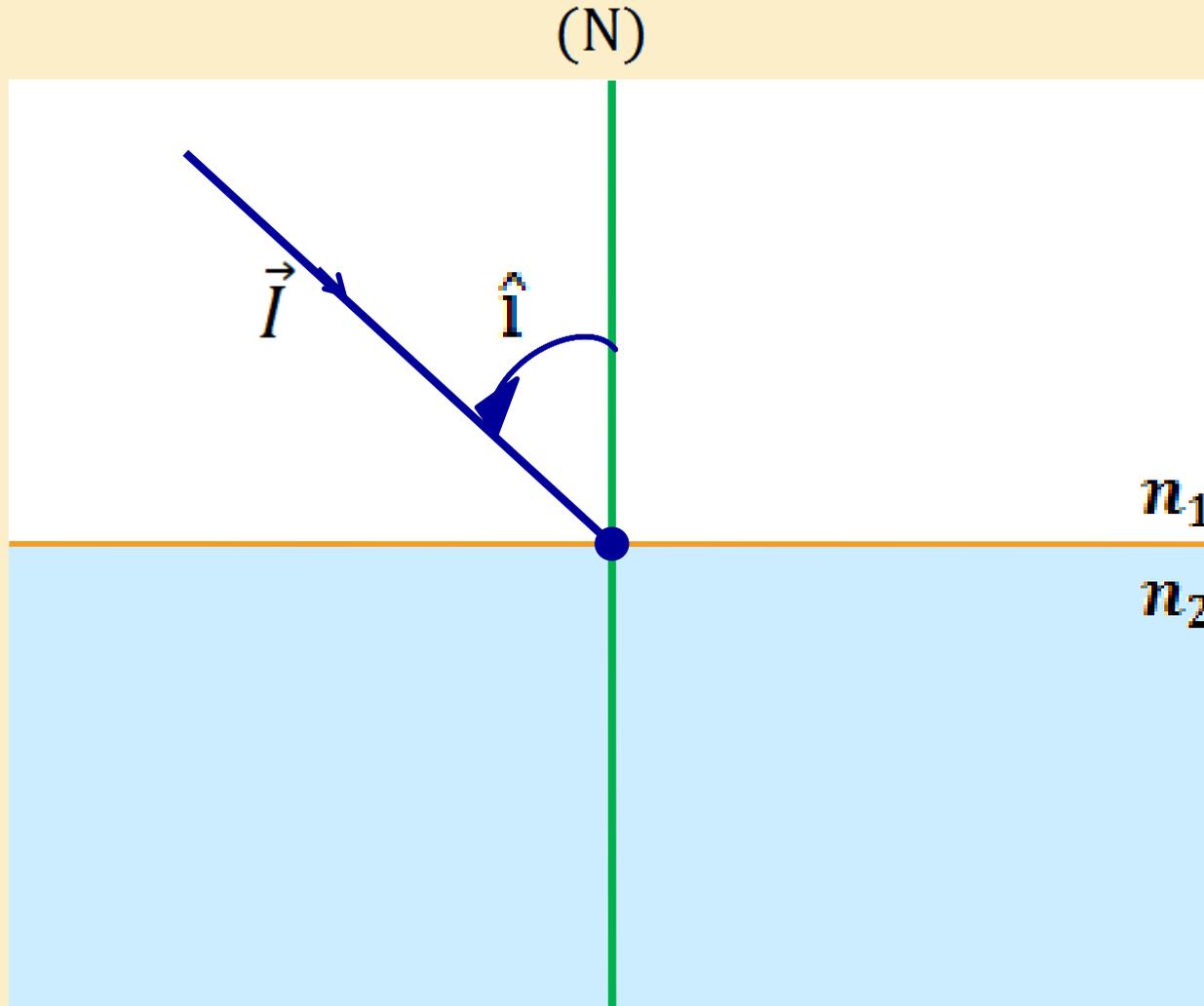
$$i > i_L$$

Phénomène
de réflexion totale

$$i = i_L$$

Emergence
rasante

$$n_1 > n_2$$

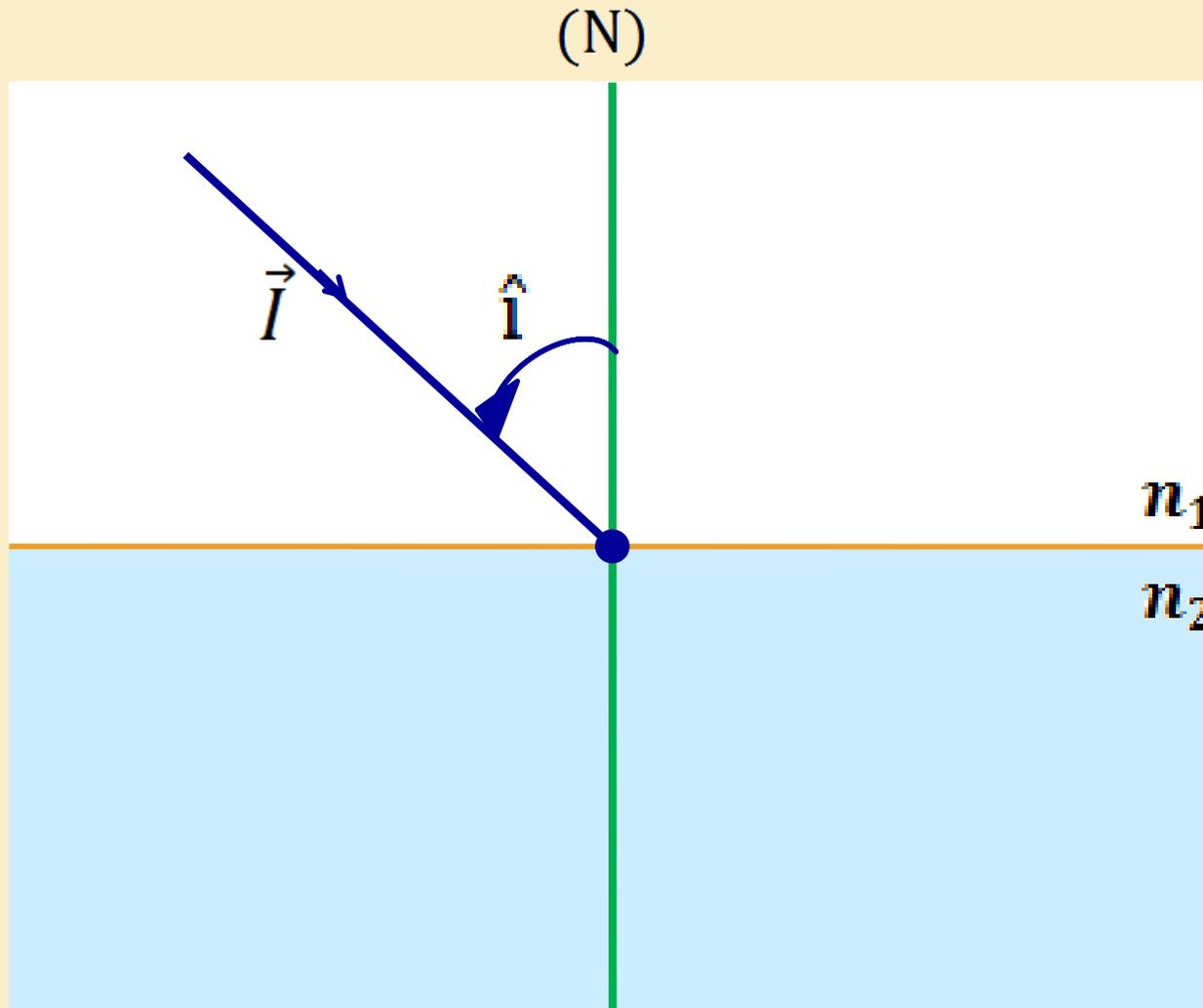


1^{er} cas

$$i < i_L$$

Phénomène de Réfraction

$$n_1 > n_2 \longrightarrow \hat{i} < \hat{r}$$

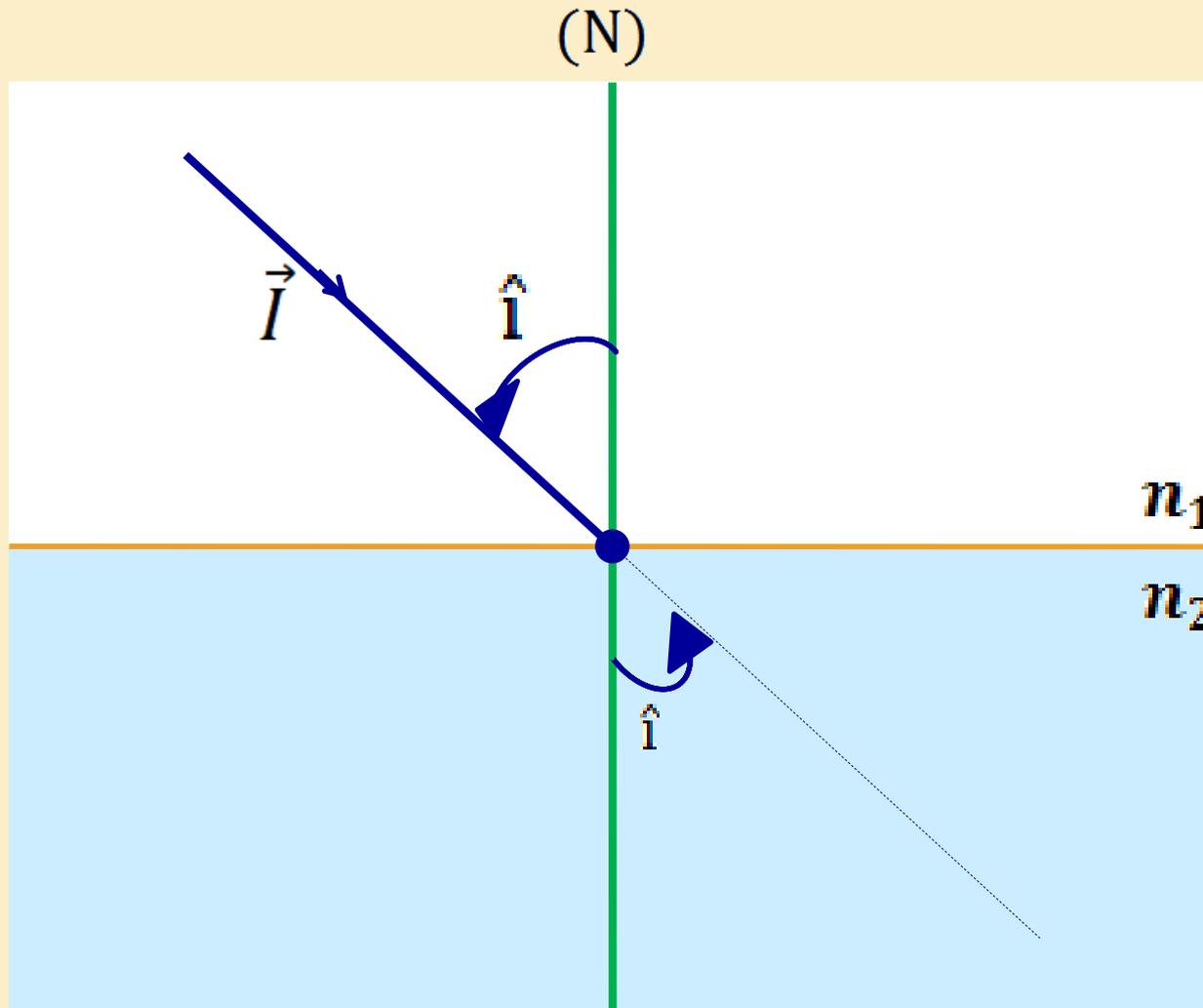


1^{er} cas

$$i < i_L$$

Phénomène de Réfraction

$$n_1 > n_2 \longrightarrow \hat{i} < \hat{r}$$



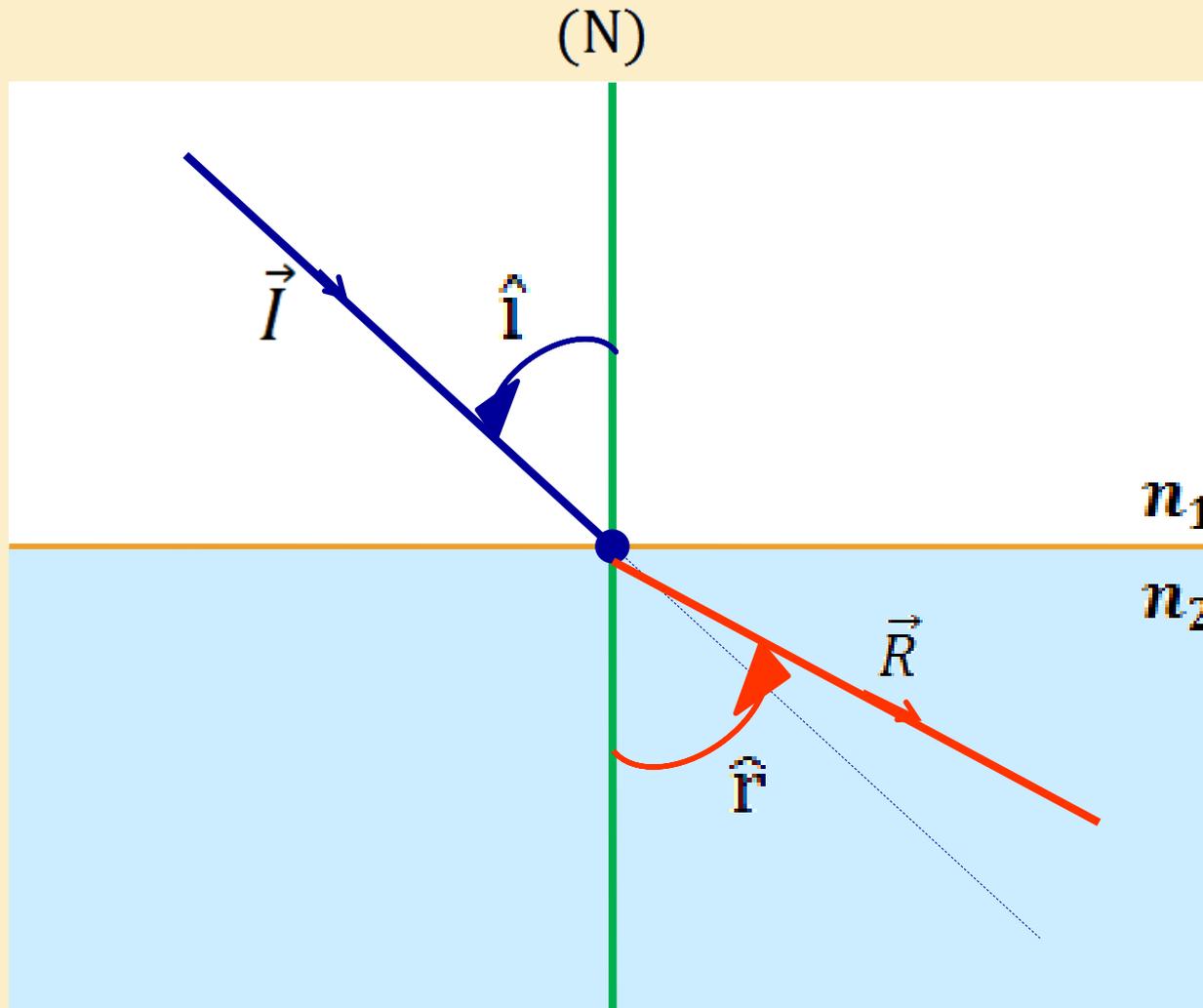
1^{er} cas

$$i < i_L$$

Phénomène de Réfraction

$$n_1 > n_2 \longrightarrow \hat{i} < \hat{r}$$

\vec{R} s'éloigne de la normale



1^{er} cas

$$i < i_L$$

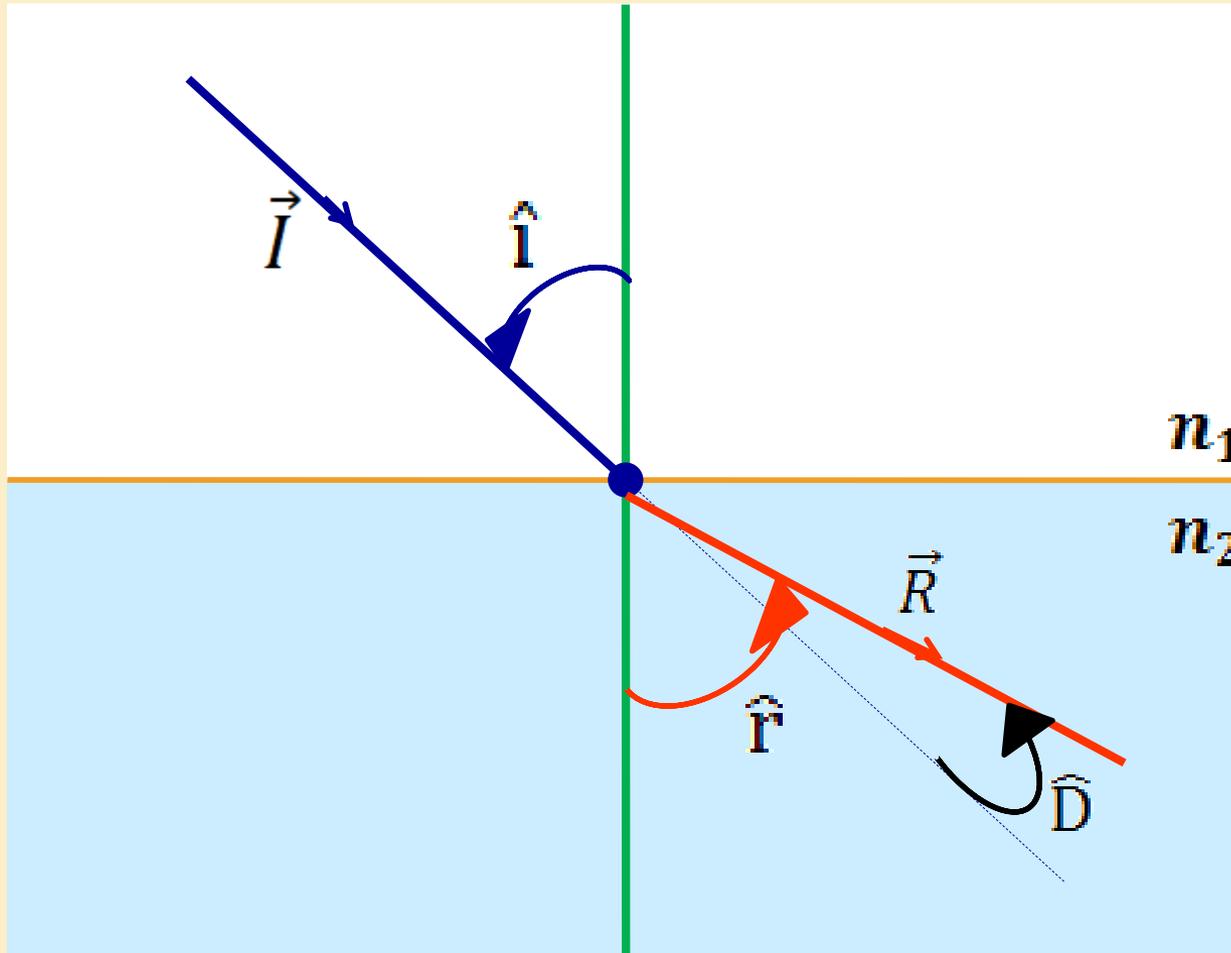
Phénomène de Réfraction

$$n_1 > n_2 \longrightarrow \hat{i} < \hat{r}$$

\widehat{D} : Déviation

$$\widehat{D} = \hat{r} - \hat{i}$$

(N)



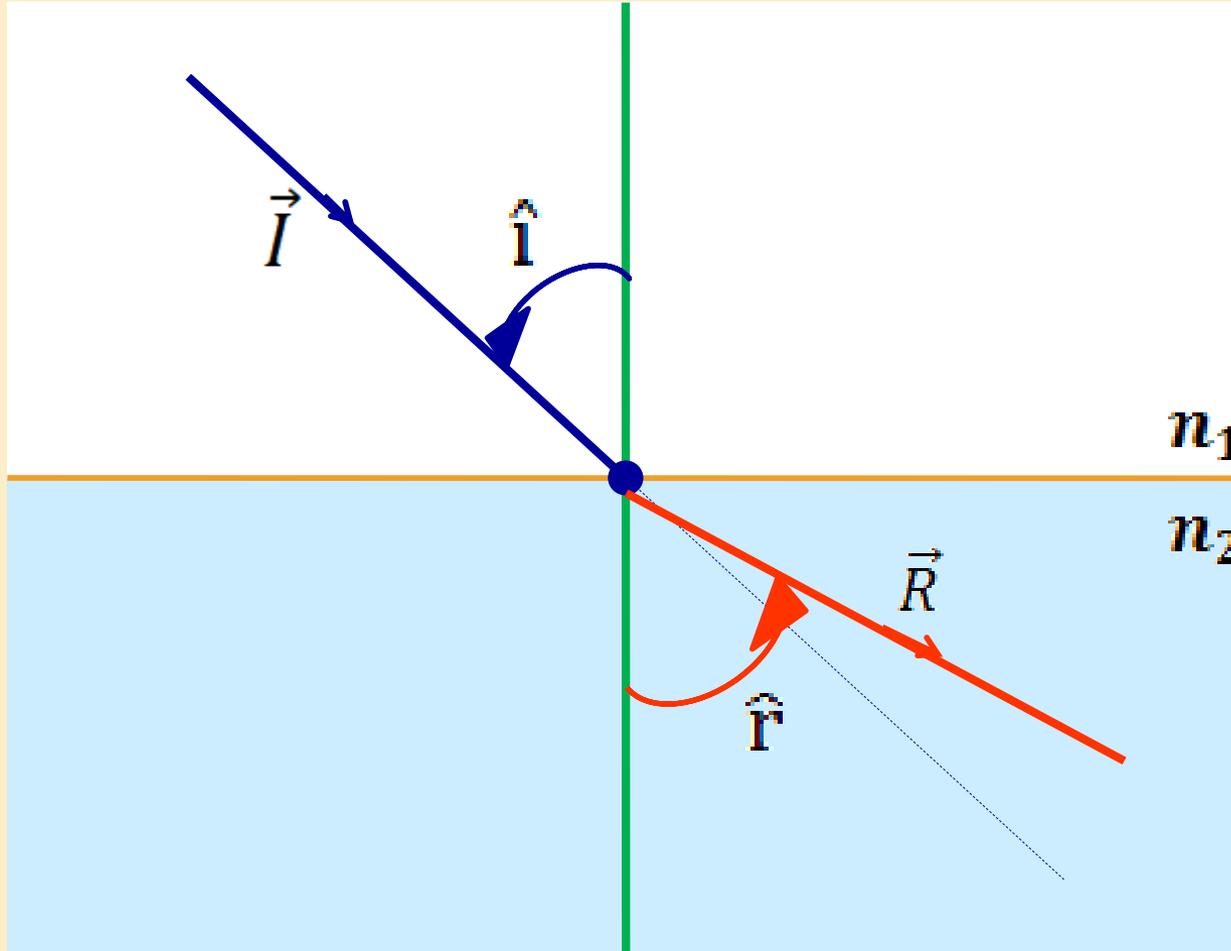
1^{er} cas

$$i < i_L$$

Phénomène de Réfraction

$n_1 > n_2 \longrightarrow \hat{i} < \hat{r}$ (On utilise les deux lois de Réfraction)

(N)



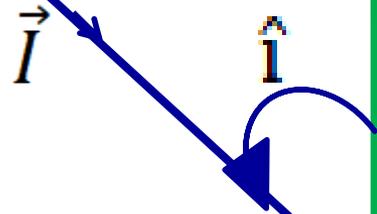
1^{er} cas

$$i < i_L$$

Phénomène de Réfraction

$$n_1 > n_2$$

(N)



2ème cas

$$i > i_L$$

n_1

n_2

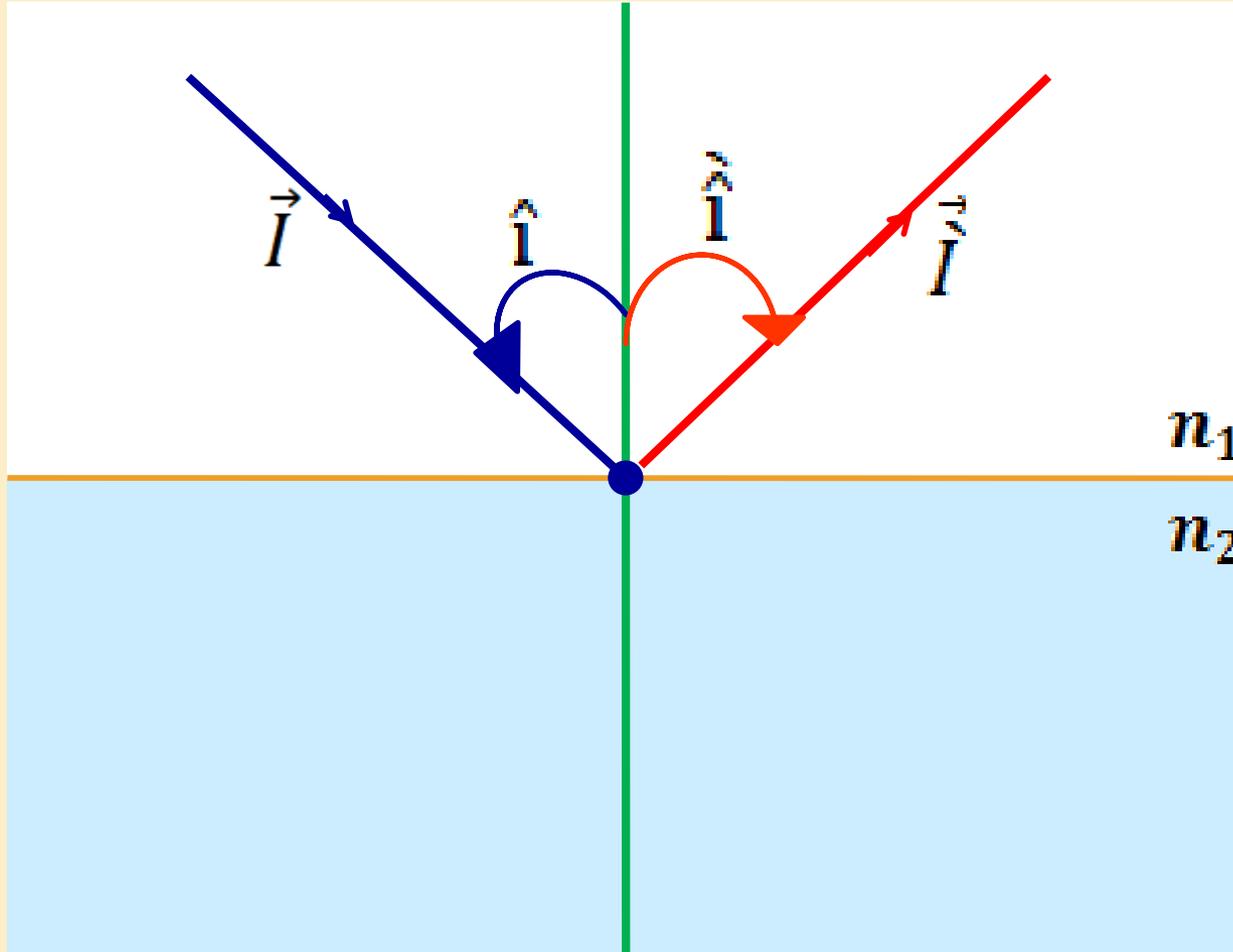
Phénomène de Réflexion totale

$$n_1 > n_2$$

\vec{I} : Rayon réfléchi
 \hat{i} : Angle de réflexion

(N)

2ème cas
 $i > i_L$



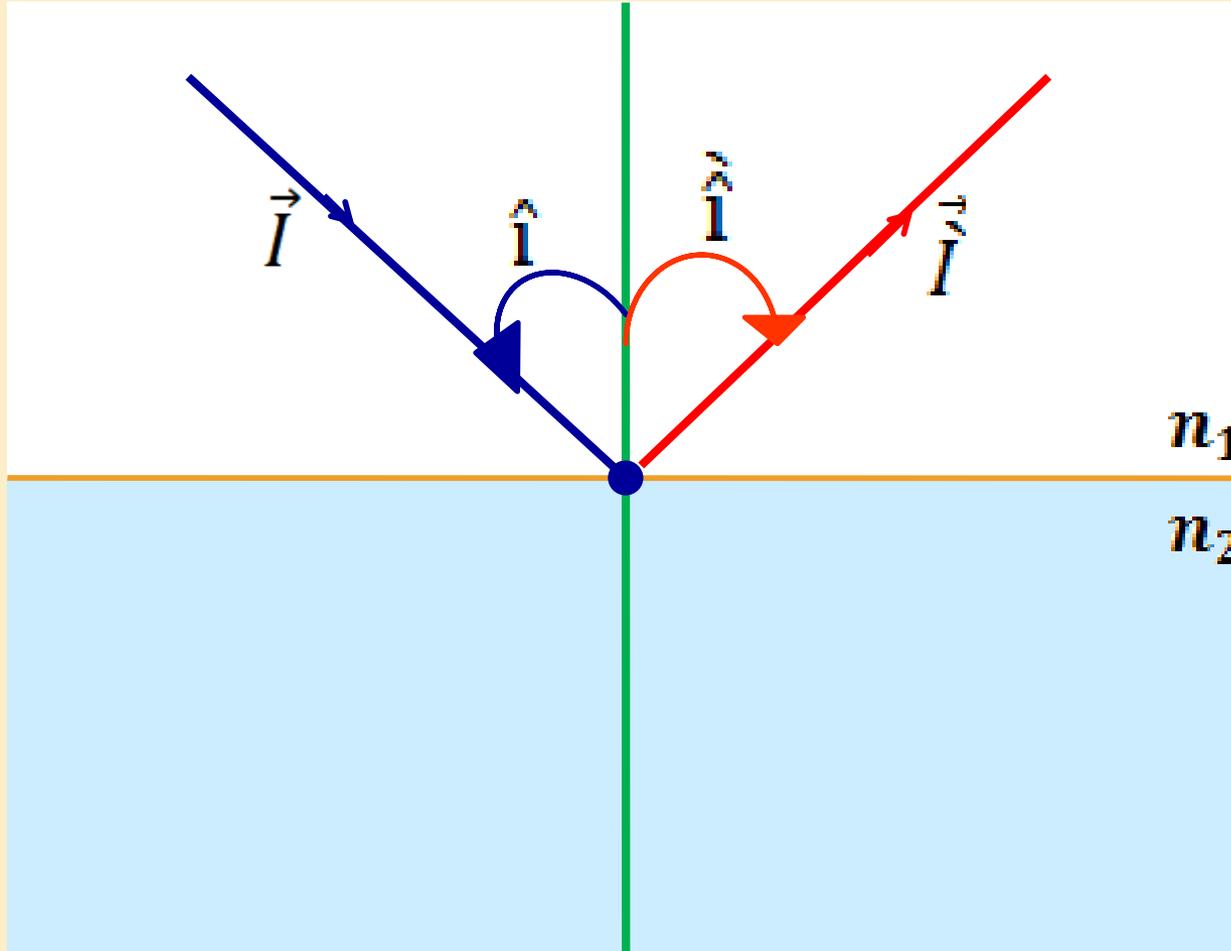
Phénomène de Réflexion totale

$$n_1 > n_2$$

\widehat{D} : Déviation

$$\widehat{D} = \pi - (\hat{i} + \hat{r}) = \pi - 2\hat{i}$$

(N)



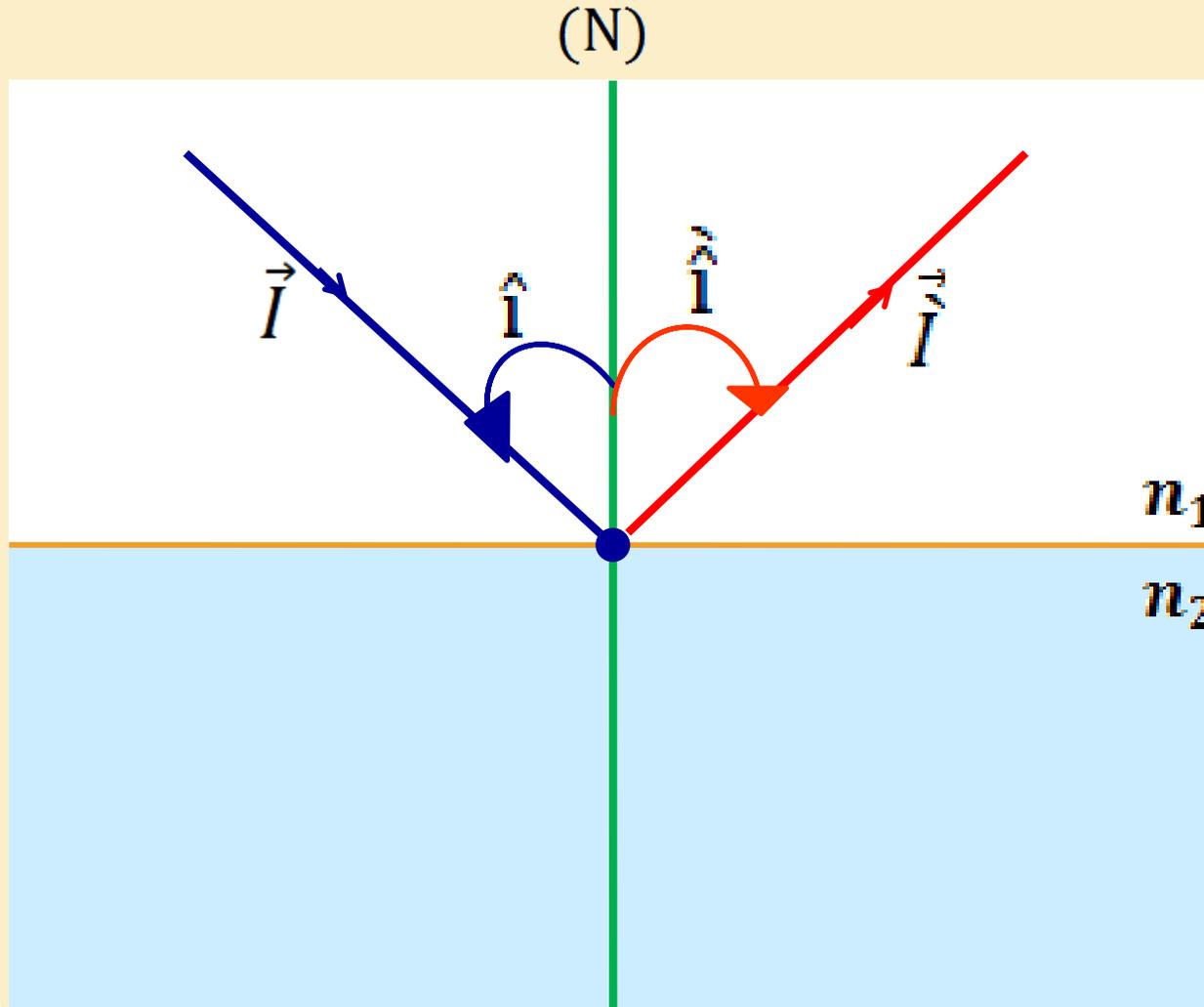
2ème cas

$$i > i_L$$

Phénomène de Réflexion totale

$$n_1 > n_2$$

Lois de Réflexion totale



2^{ème} cas

$$i > i_L$$

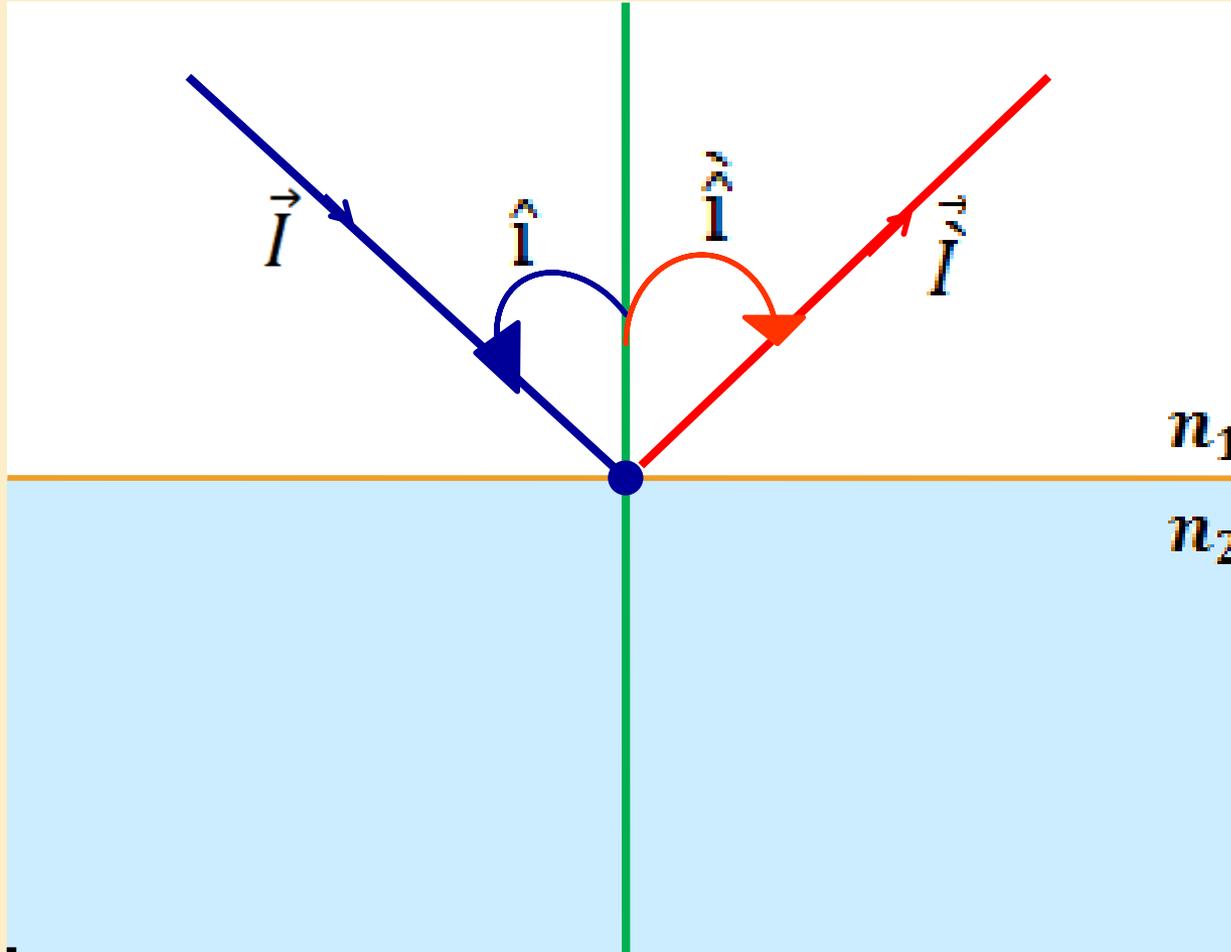
La 1^{ère} loi :

\vec{I} appartient au **même plan** que (N) et \vec{I}

$$n_1 > n_2$$

Lois de Réflexion totale

(N)



2ème cas

$$i > i_L$$

La 2ème loi :

$$|\hat{i}| = |\hat{r}|$$

$$n_1 > n_2$$

(N)

\vec{I}

\hat{i}

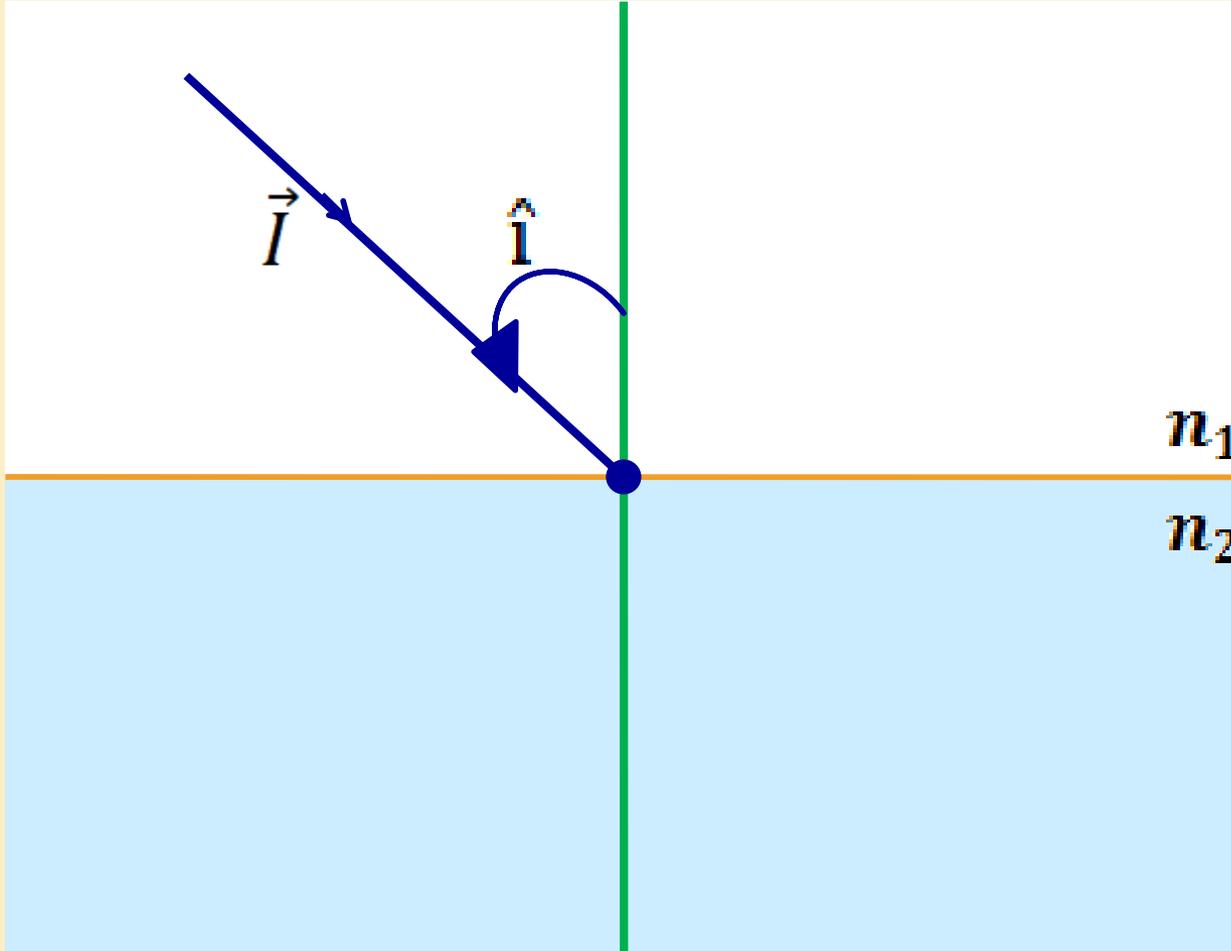
3^{ème} cas

$$i = i_L$$

n_1

n_2

→ $\hat{i} = \frac{\pi}{2}$ Emergence rasante



Remarque

✓ Phénomène de réfraction:

- La loi de Snell Descarte :

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

Si : $i \ll \ll \ll \ll$ et $r \ll \ll \ll \ll$

On obtient

$$n_1 i = n_2 r$$

Loi de Kepler

Remarque

✓ Phénomène de réfraction:

- La loi de Snell Descarte :

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

Si : $i \ll \ll \ll \ll$ et $r \ll \ll \ll \ll$

On obtient

$$n_1 i = n_2 r$$

Loi de Kepler

- $n_1 < n_2$

Pour une incidence rasante : $\hat{i}_{\max} = \frac{\pi}{2}$

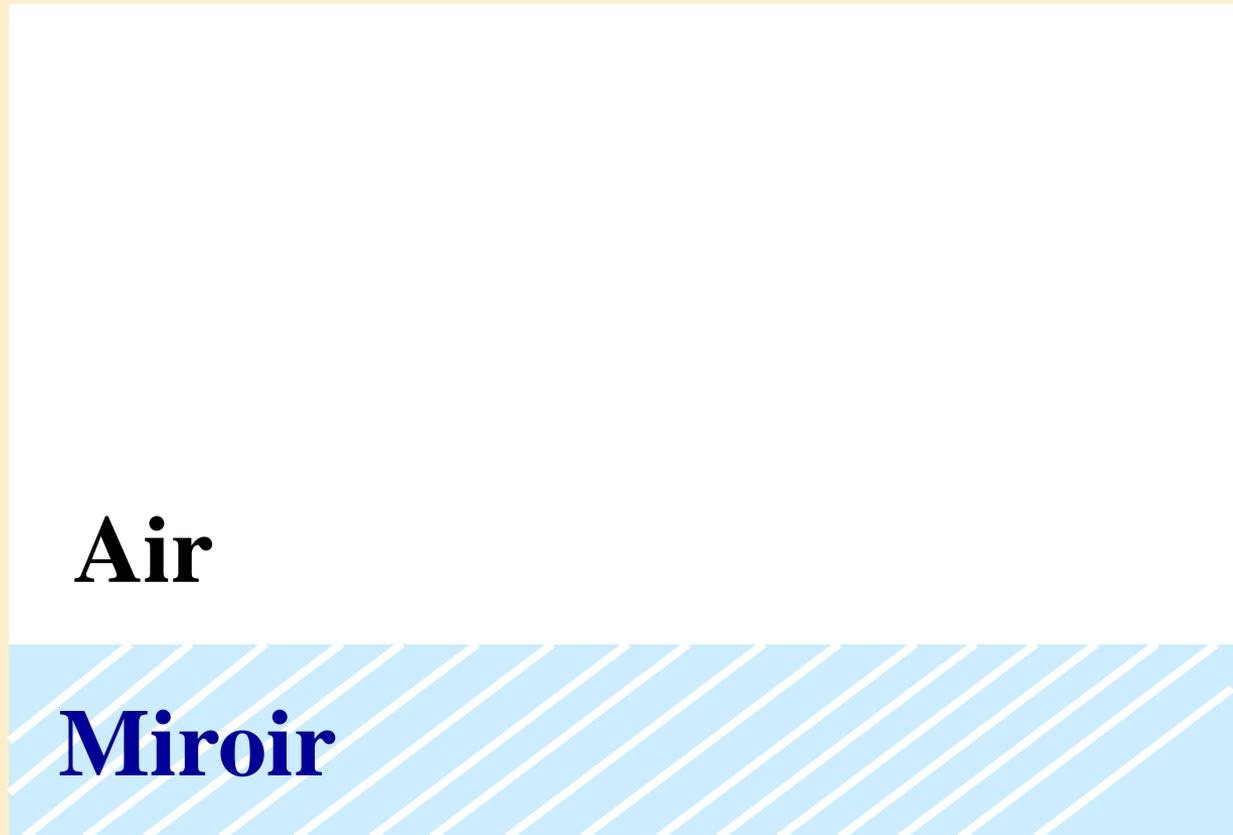
→ $r_L = \arcsin\left(\frac{n_1}{n_2}\right)$

Angle de réfraction limite

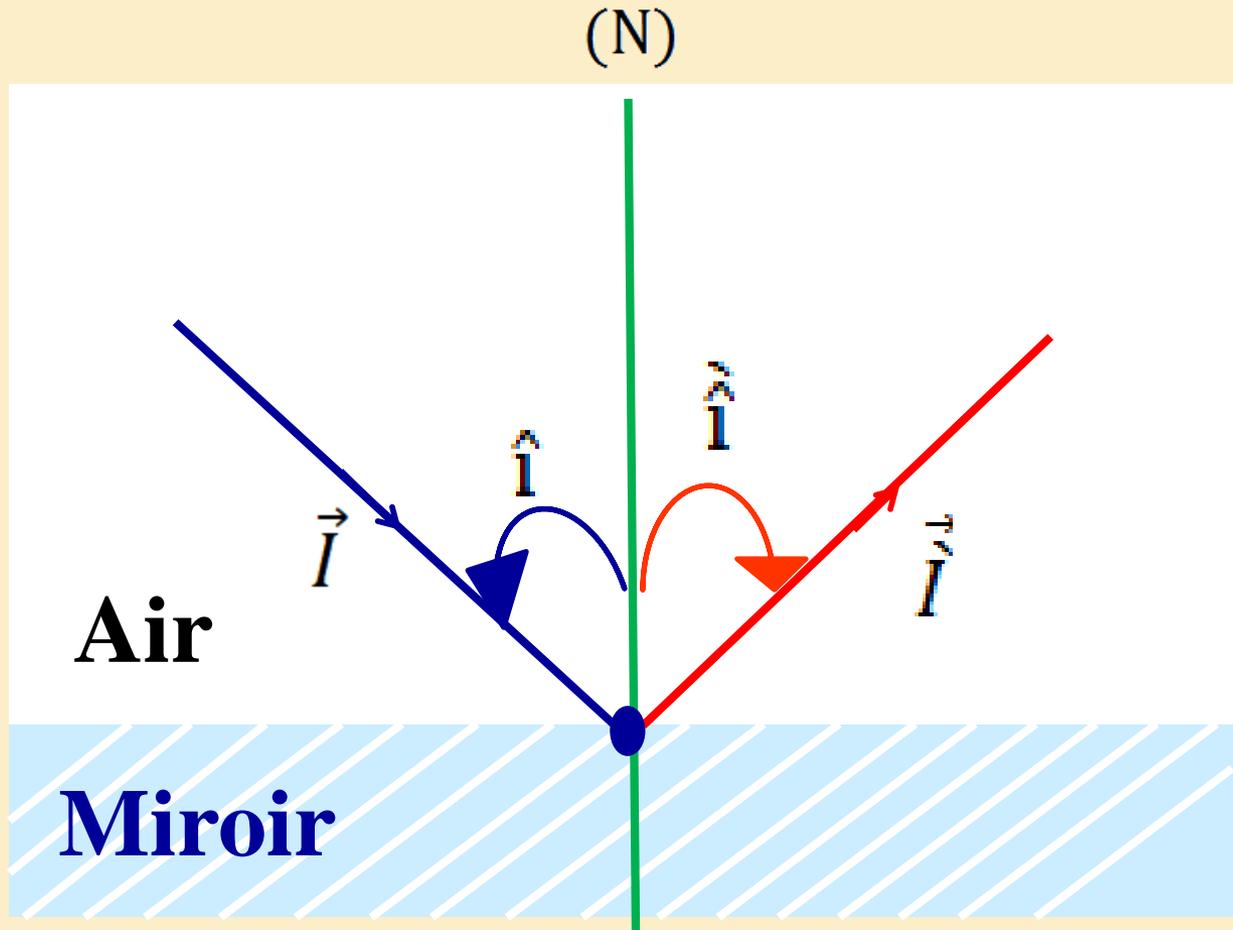
Miroir



- **Miroir:** C'est une surface qui réfléchisse complètement la lumière.



- **Miroir:** C'est une surface qui réfléchisse complètement la lumière.



Phénomène de Réflexion totale

➤ **Miroir:** C'est une surface qui réfléchisse complètement la lumière.

▪ **Miroir plan:** La surface est plane



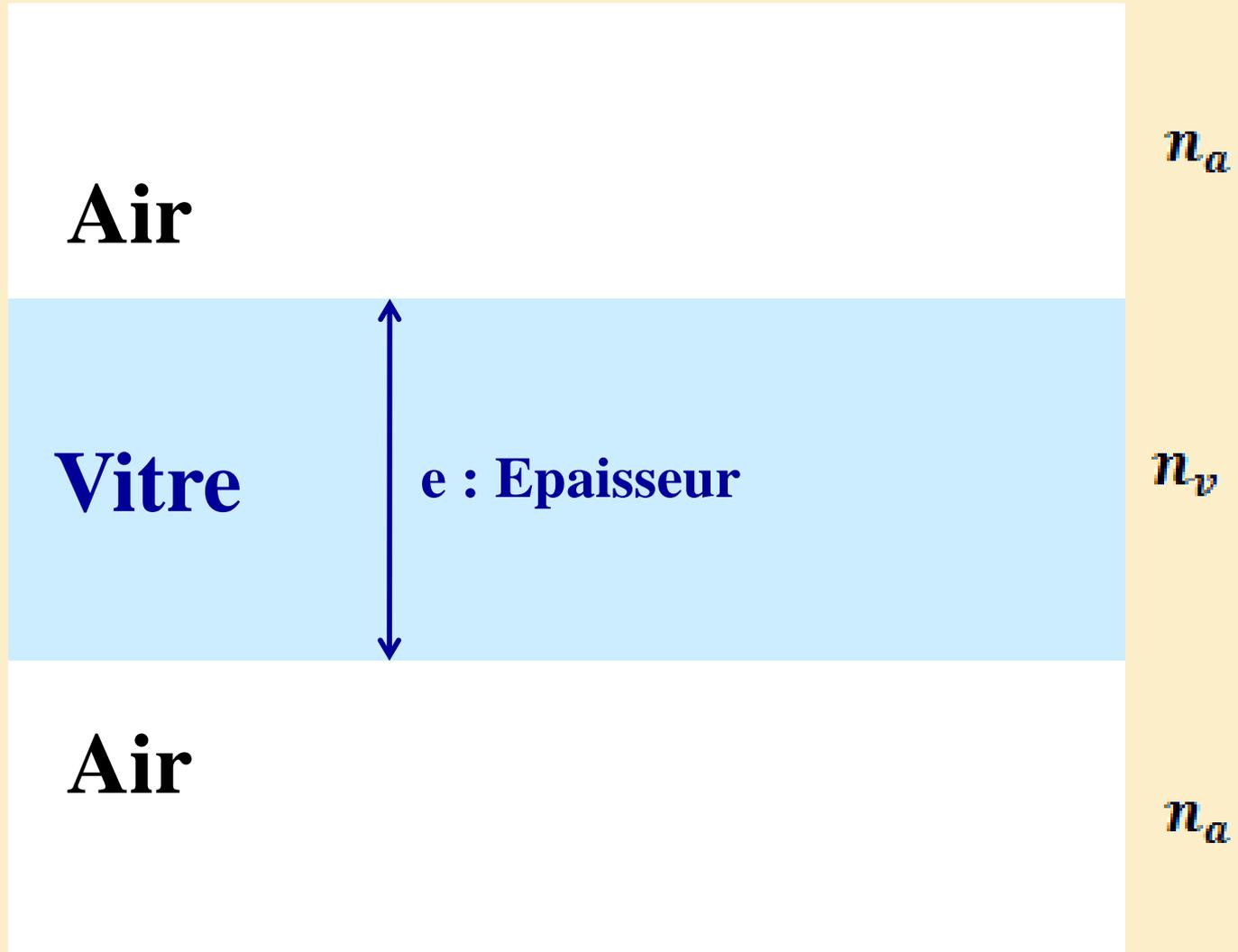
▪ **Miroir sphérique:** La surface est sphérique



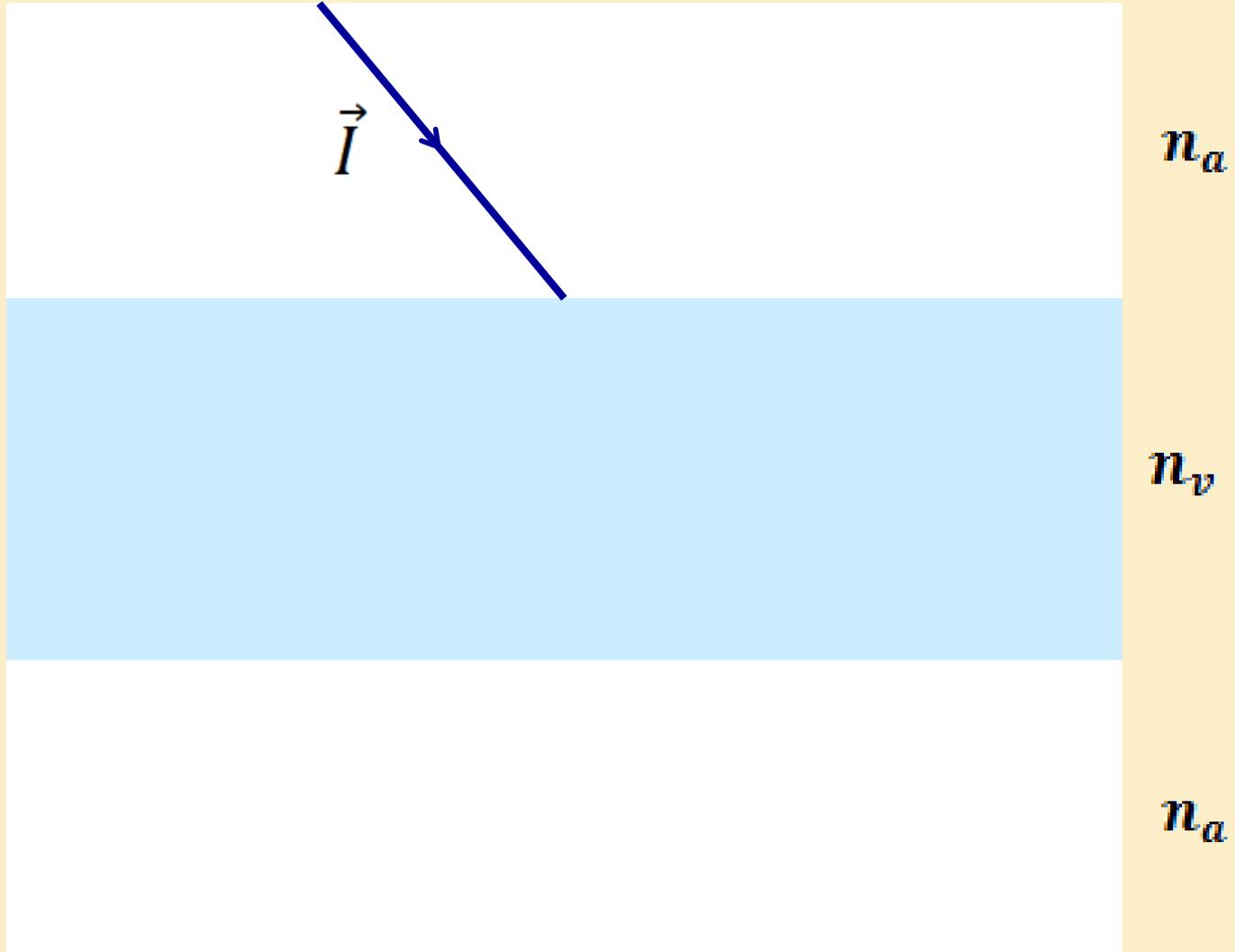
Lame à faces parallèles

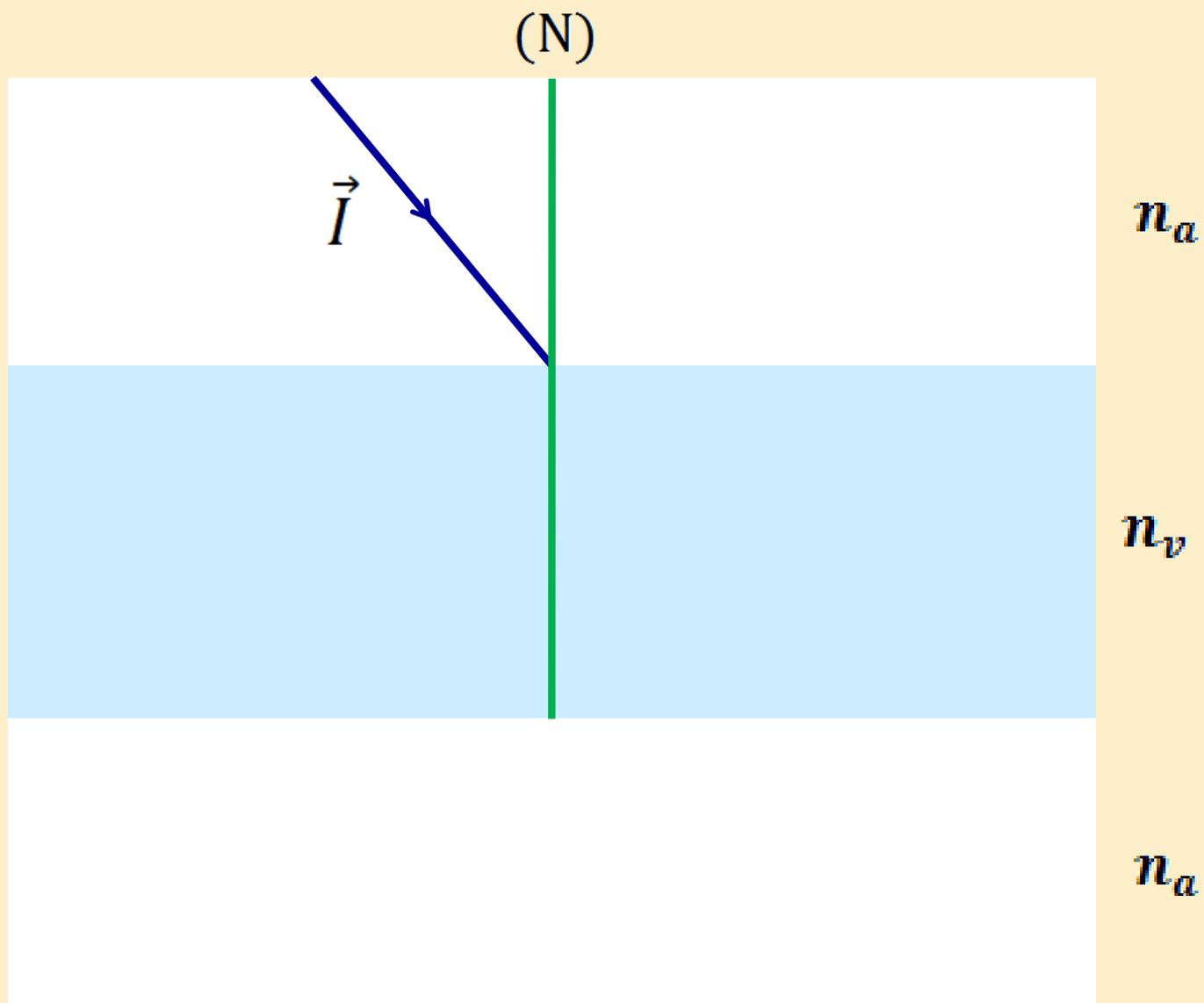


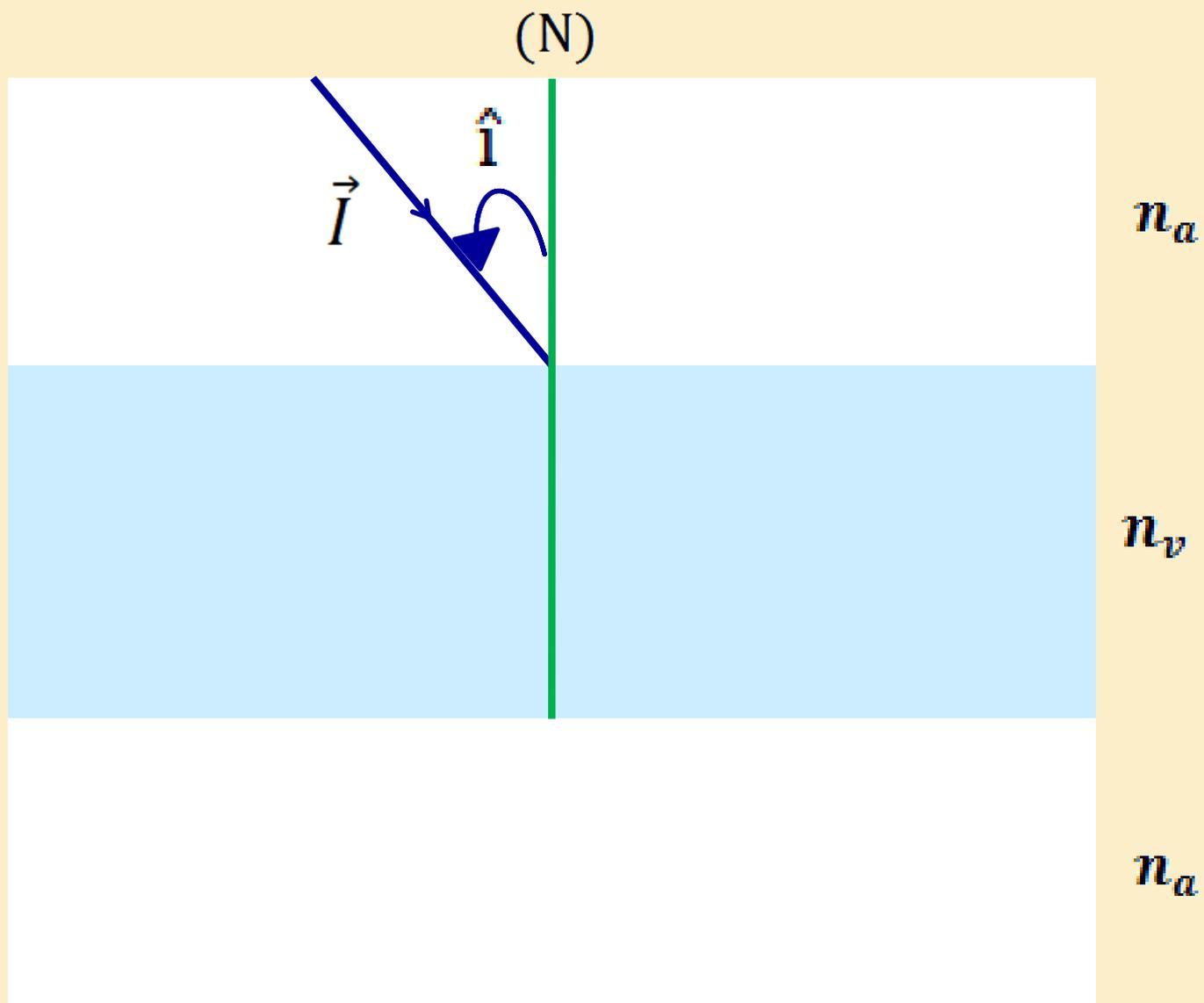
- Association de deux dioptries plans parallèles entre eux

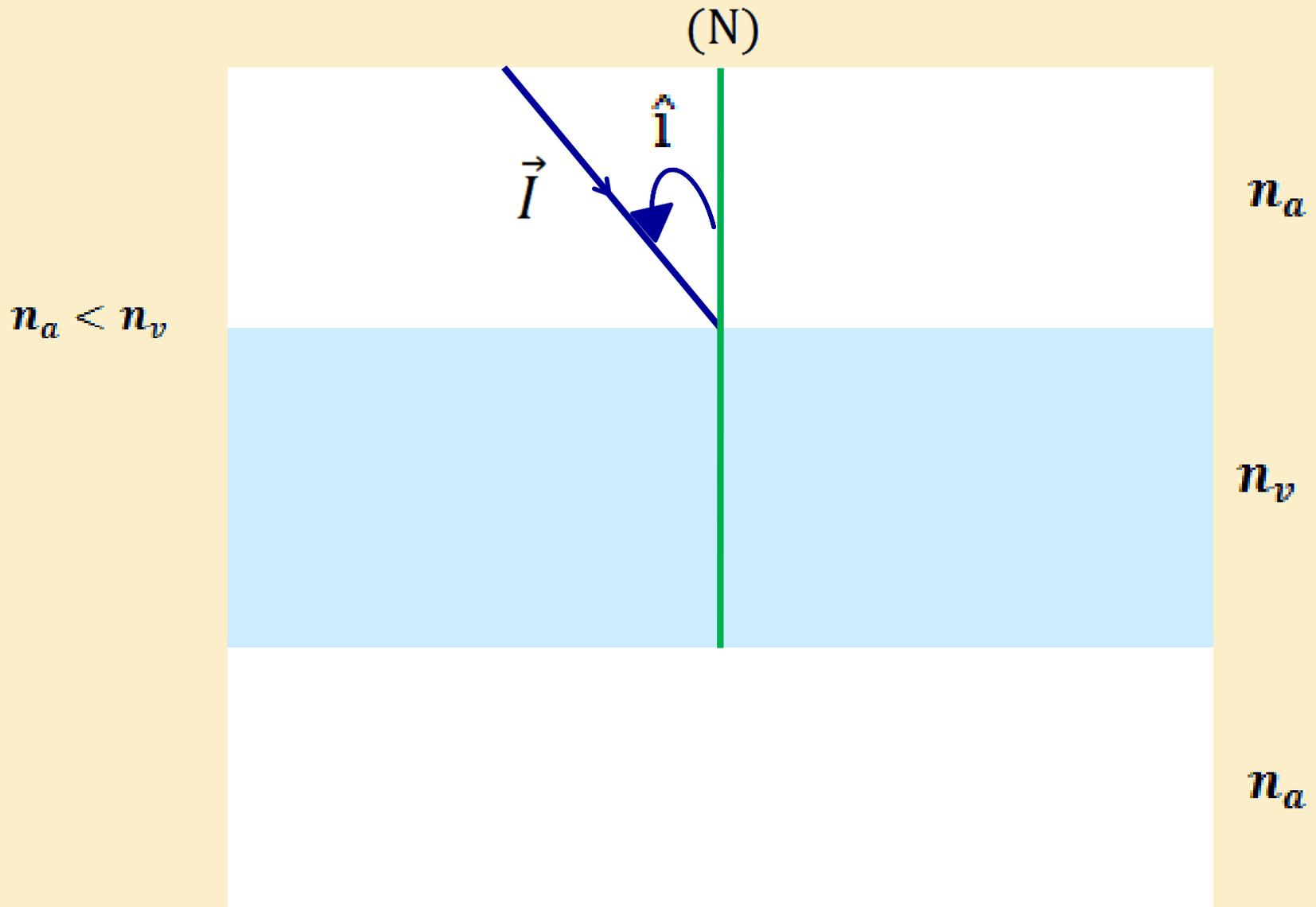


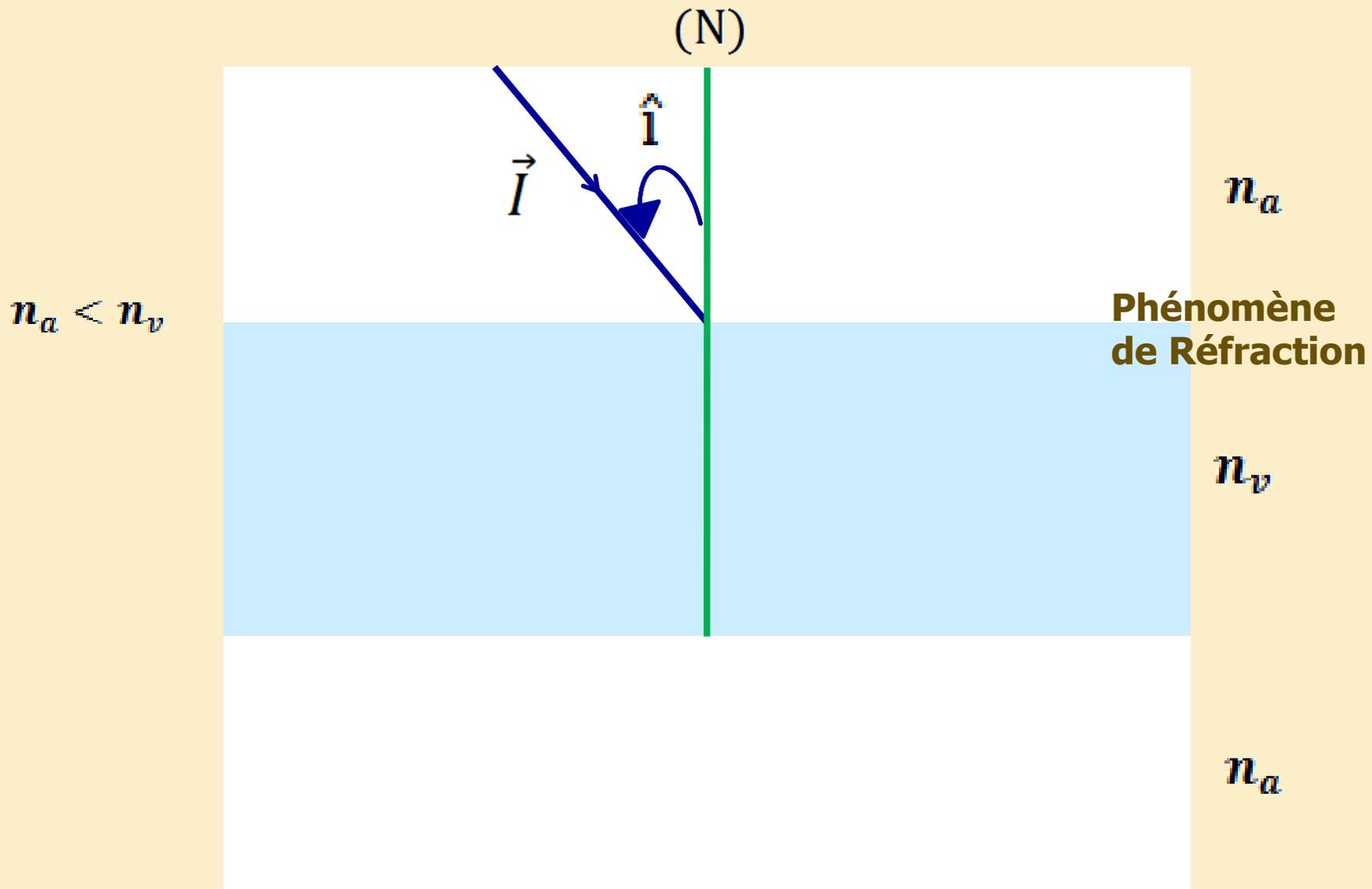
➤ La lumière n'est déviée par un passage à travers une vitre ?

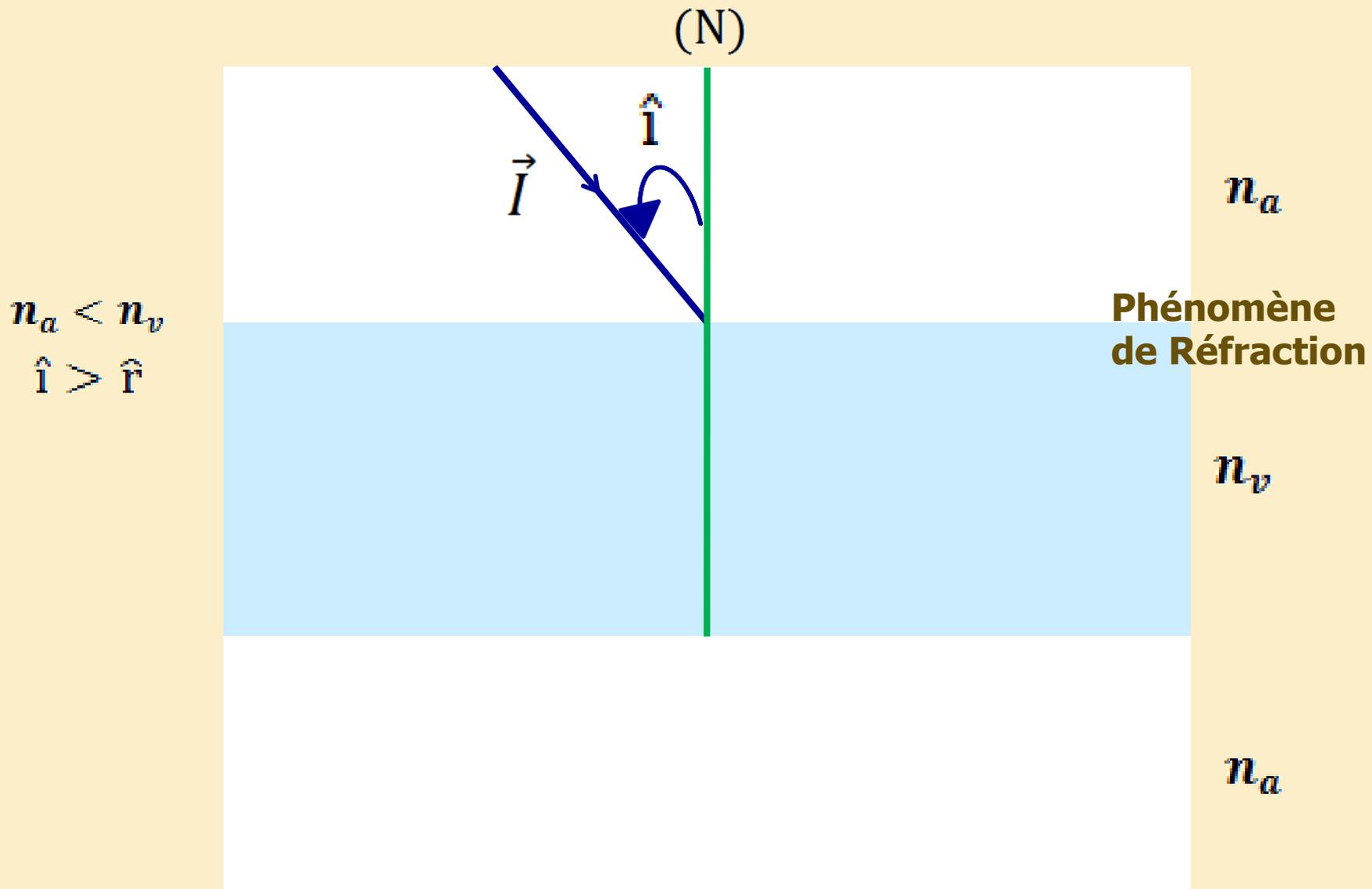


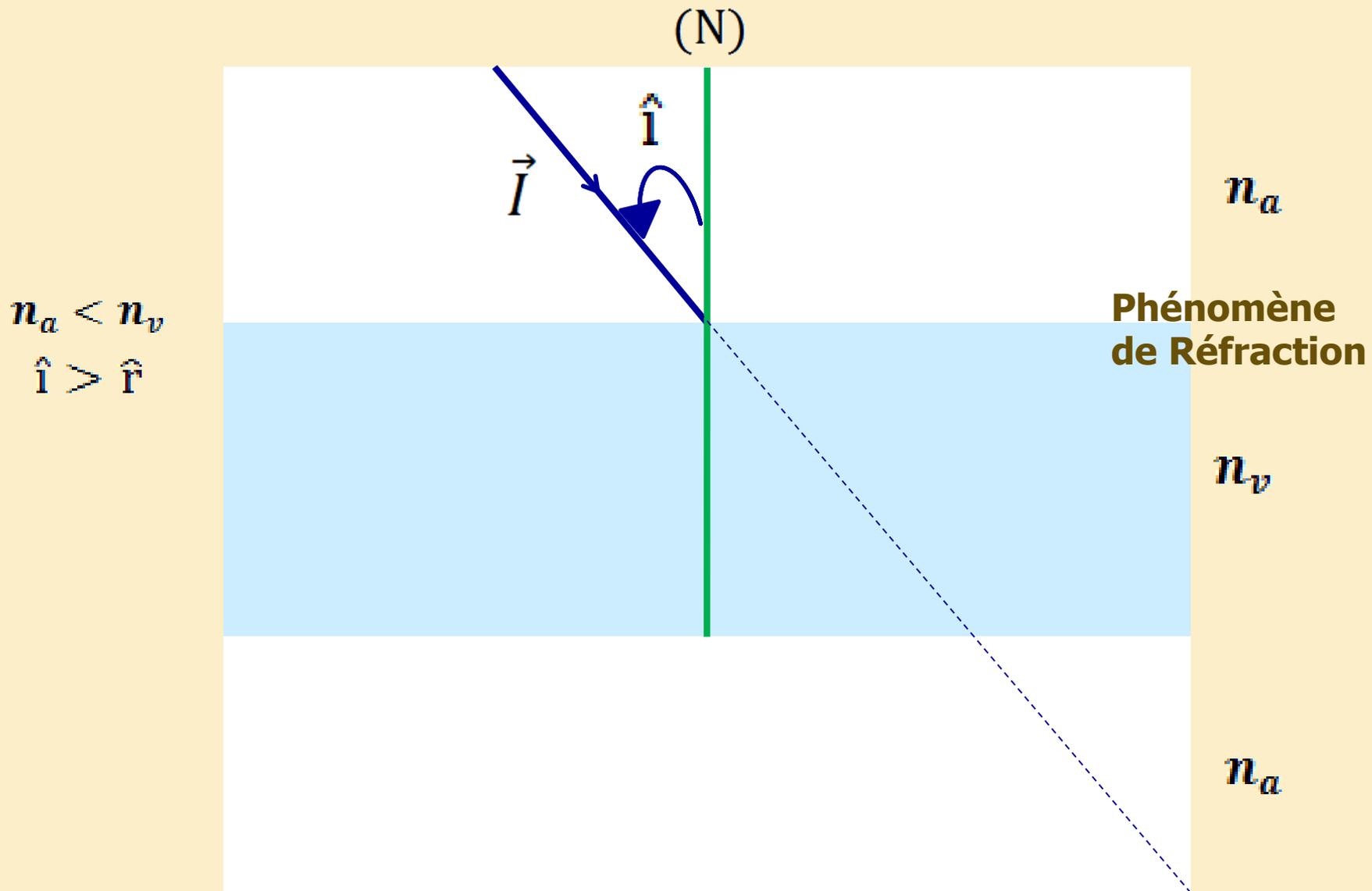


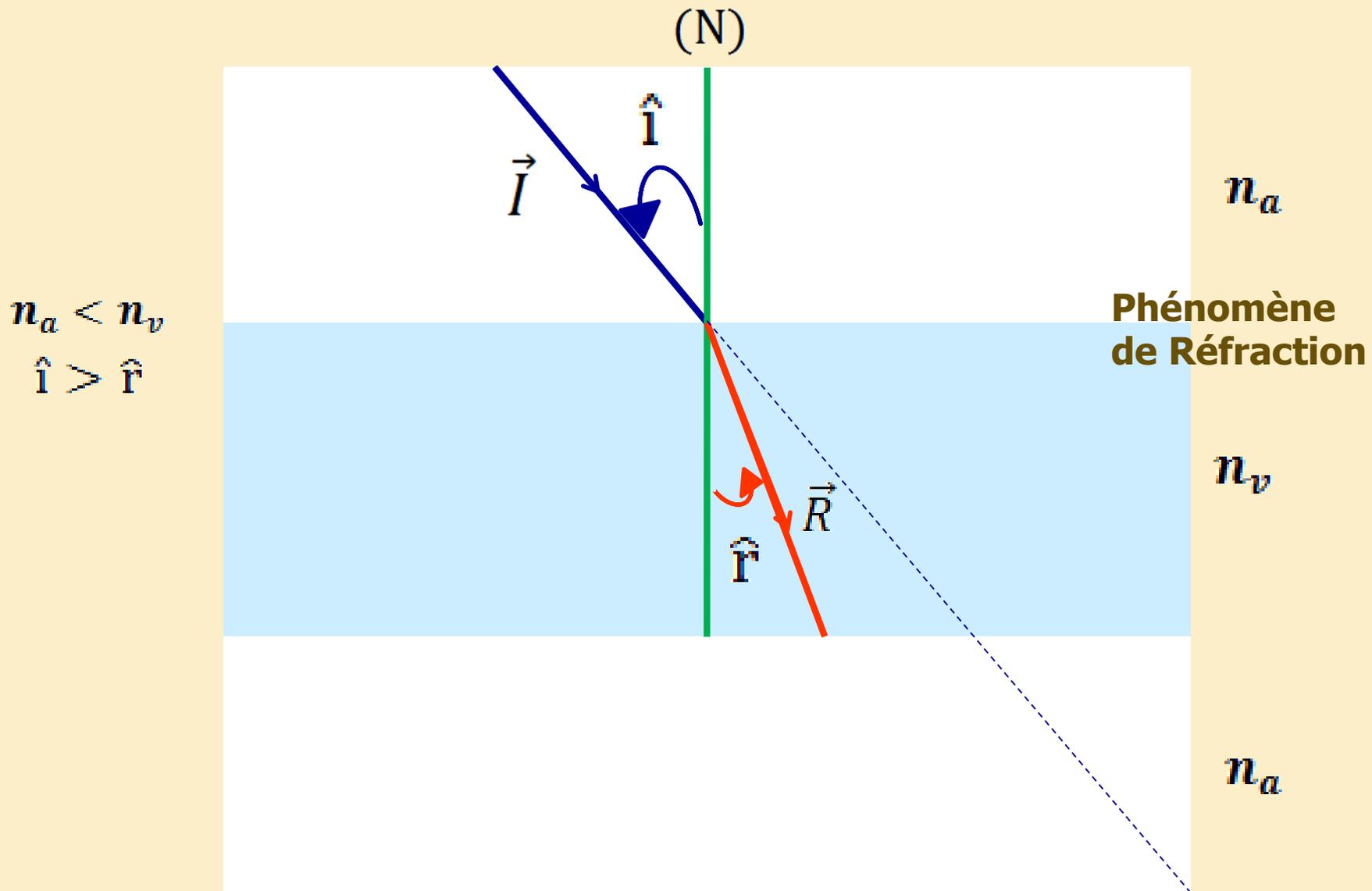








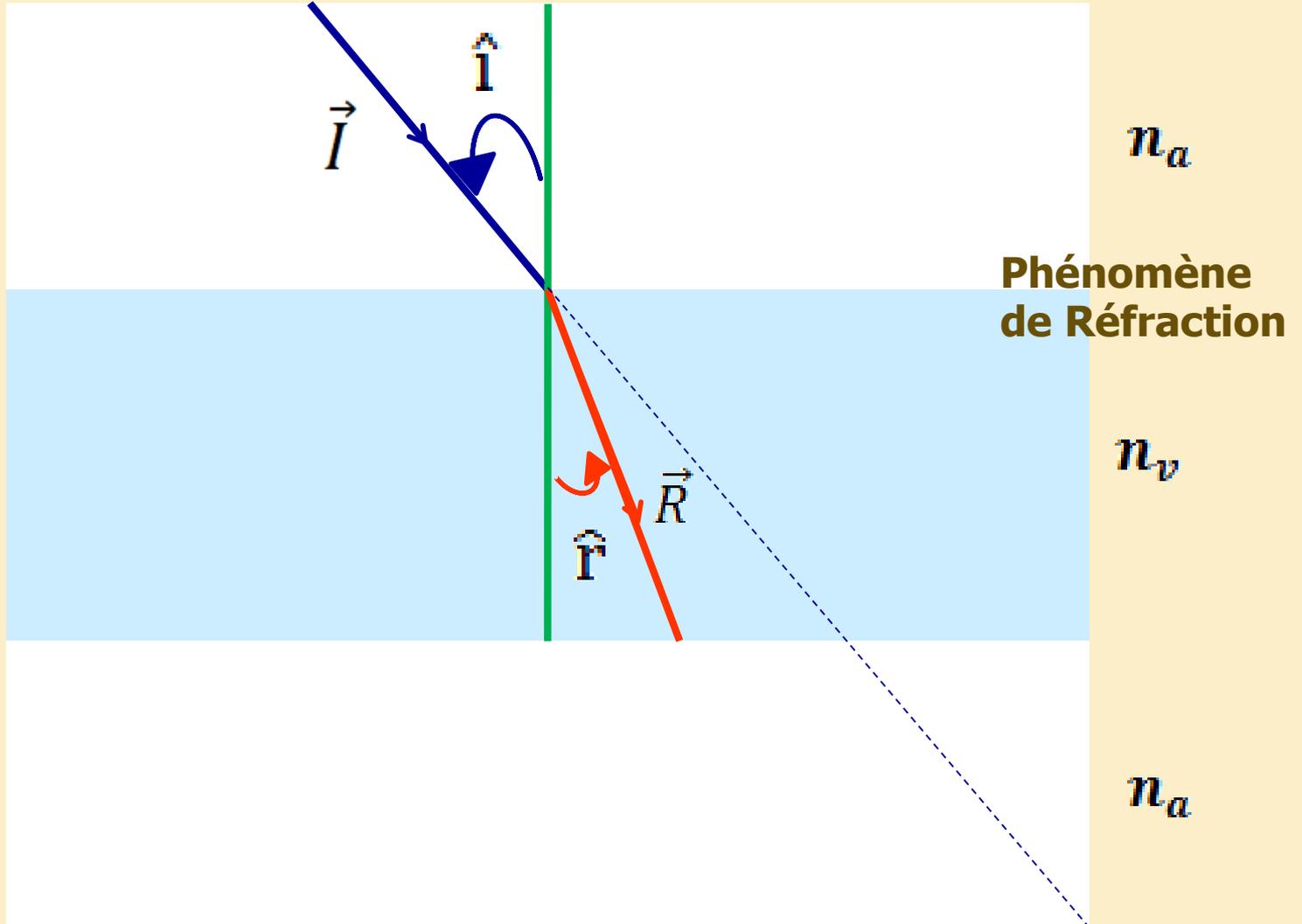




Loi Snell Descarte : $n_a \sin i = n_v \sin r$ (1)

(N)

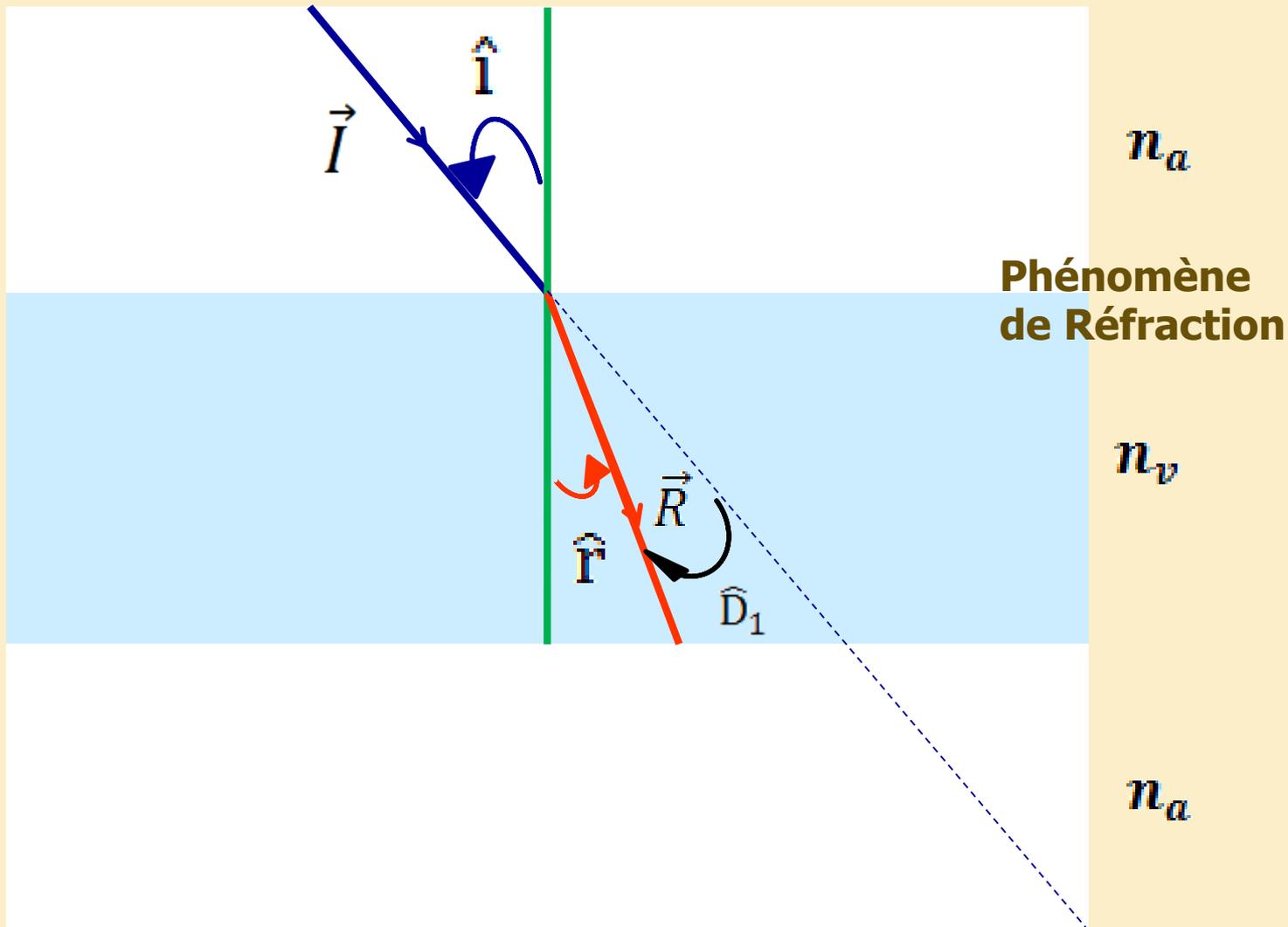
$n_a < n_v$
 $\hat{i} > \hat{r}$

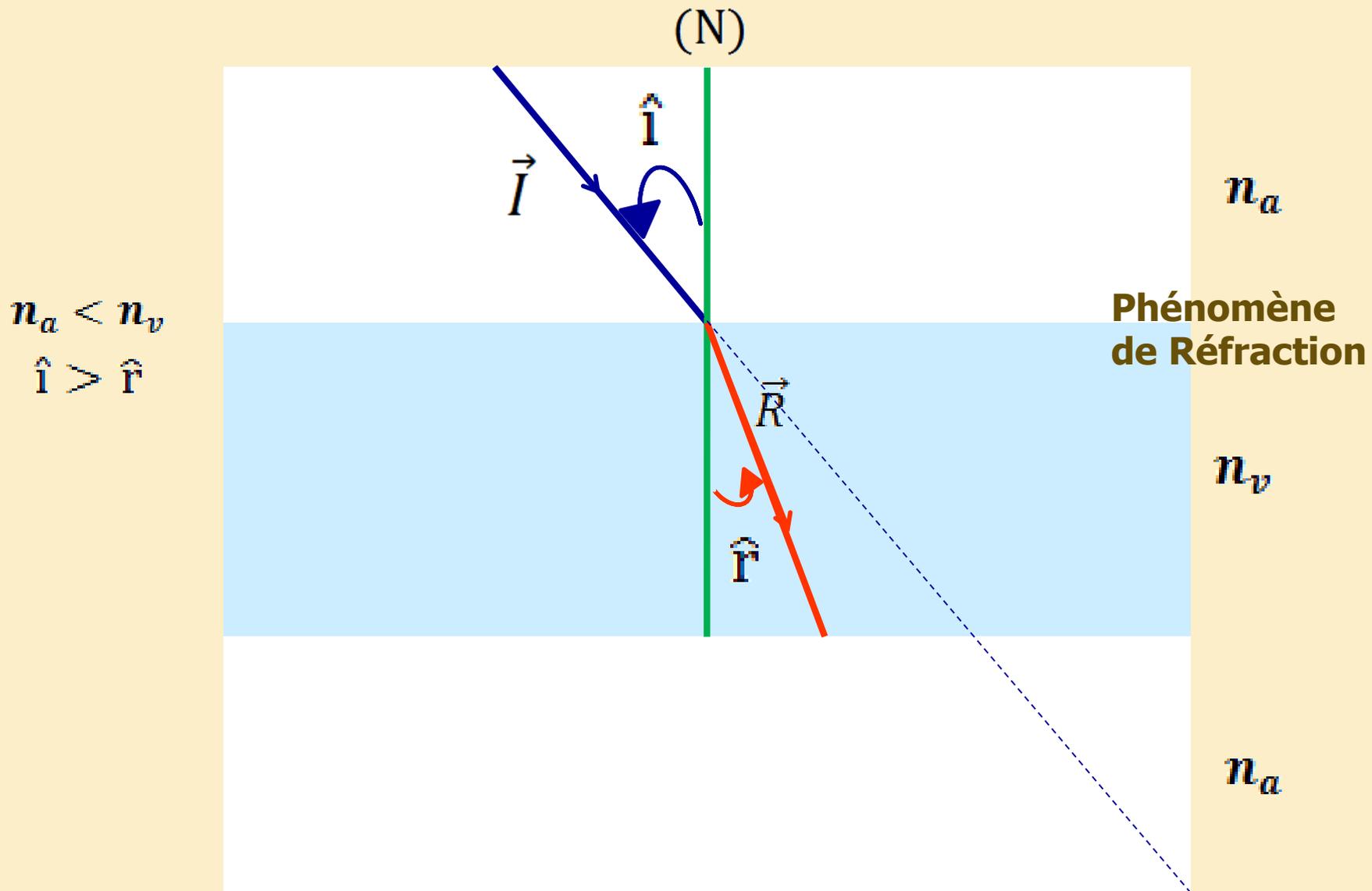


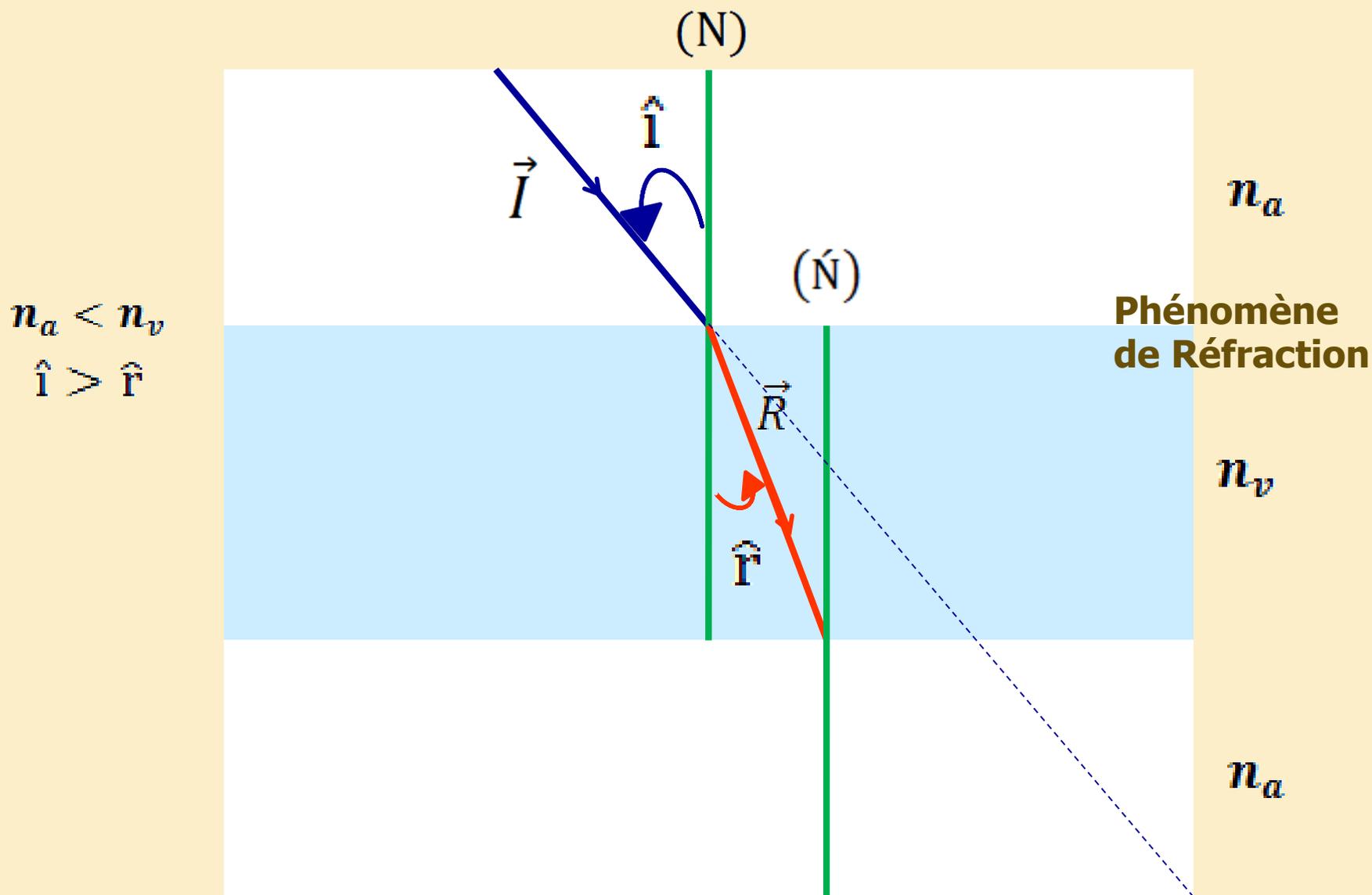
Deviation : $\widehat{D}_1 = \widehat{i} - \widehat{r}$ (a)

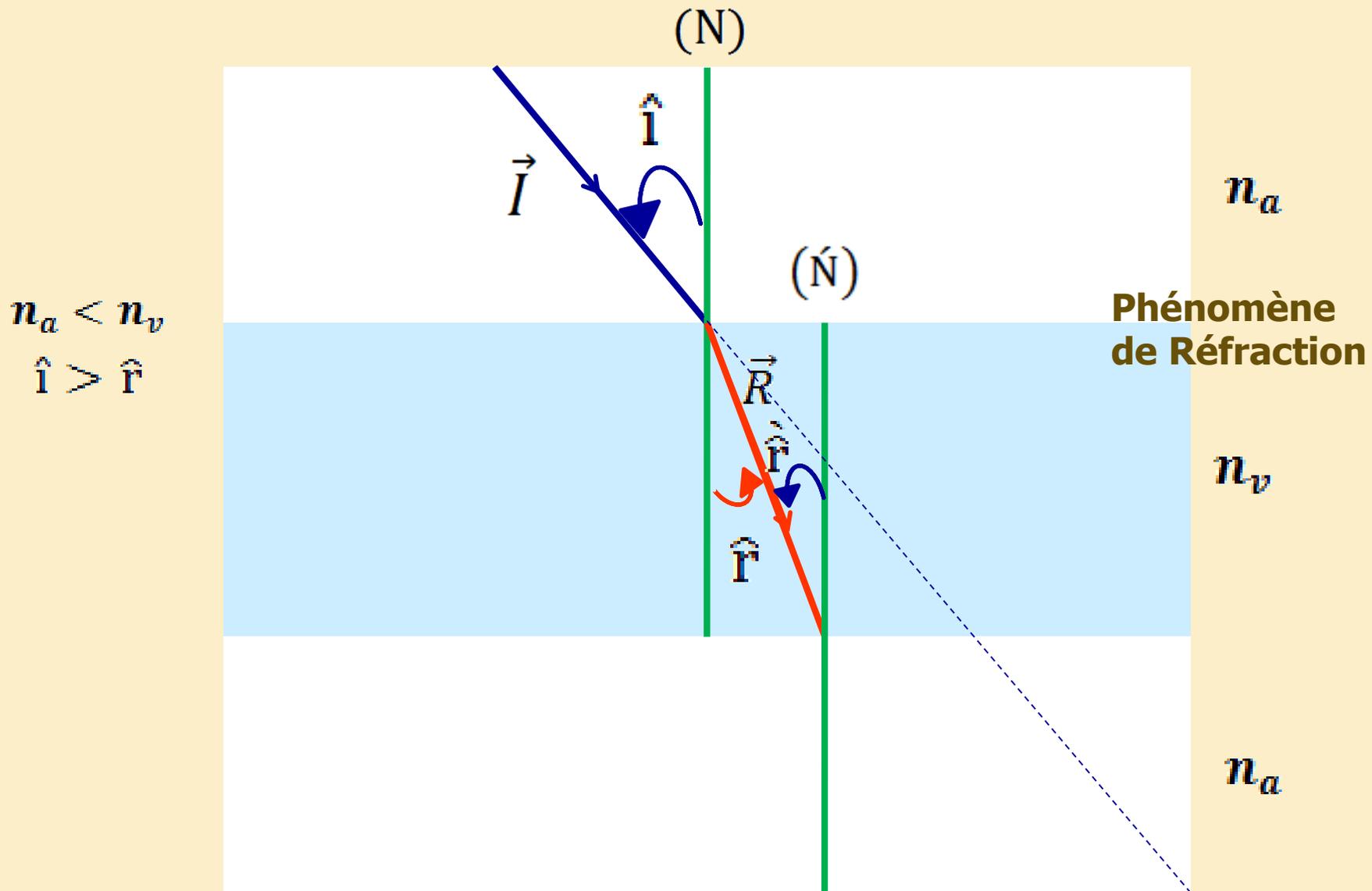
(N)

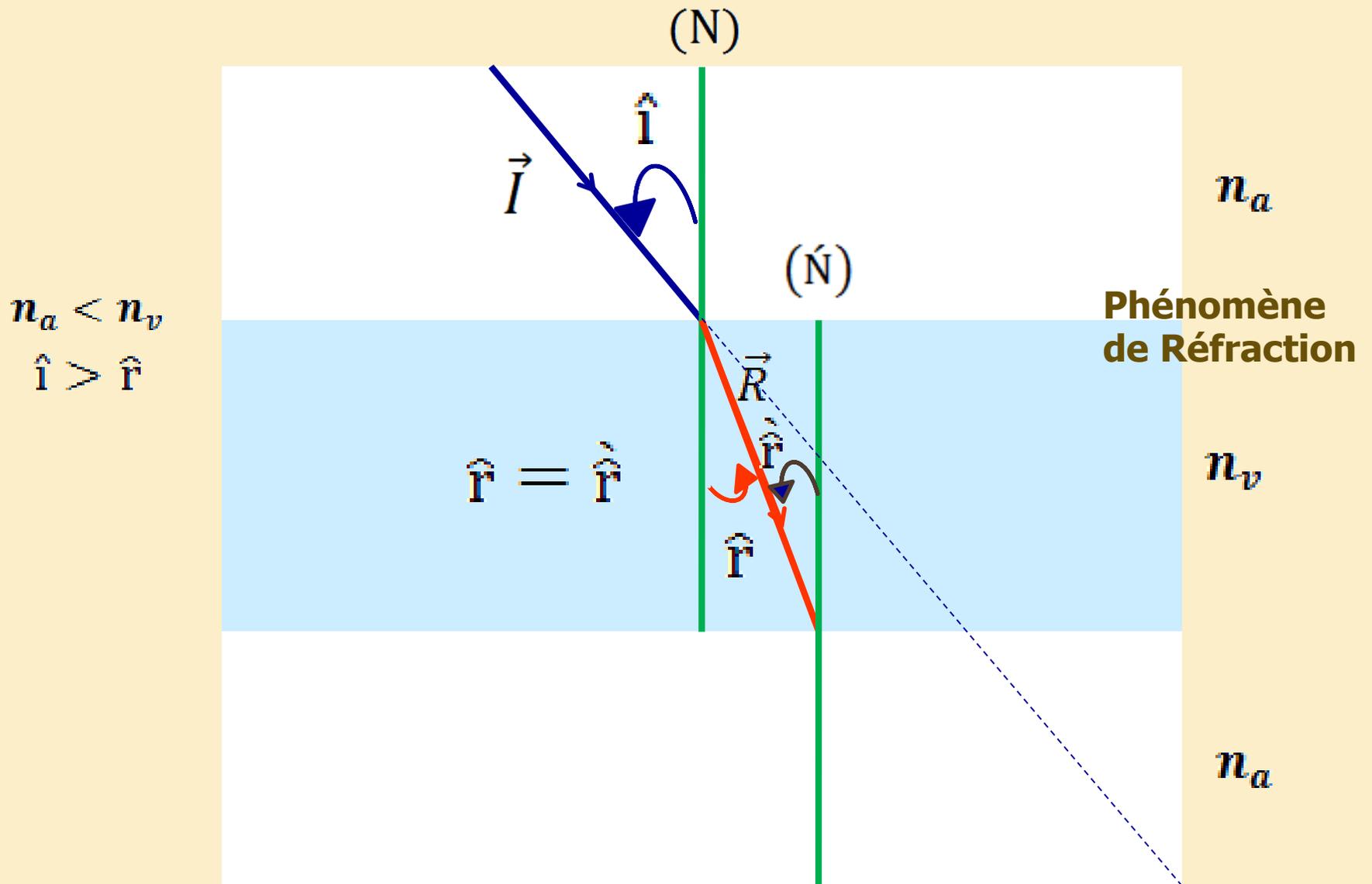
$n_a < n_v$
 $\widehat{i} > \widehat{r}$

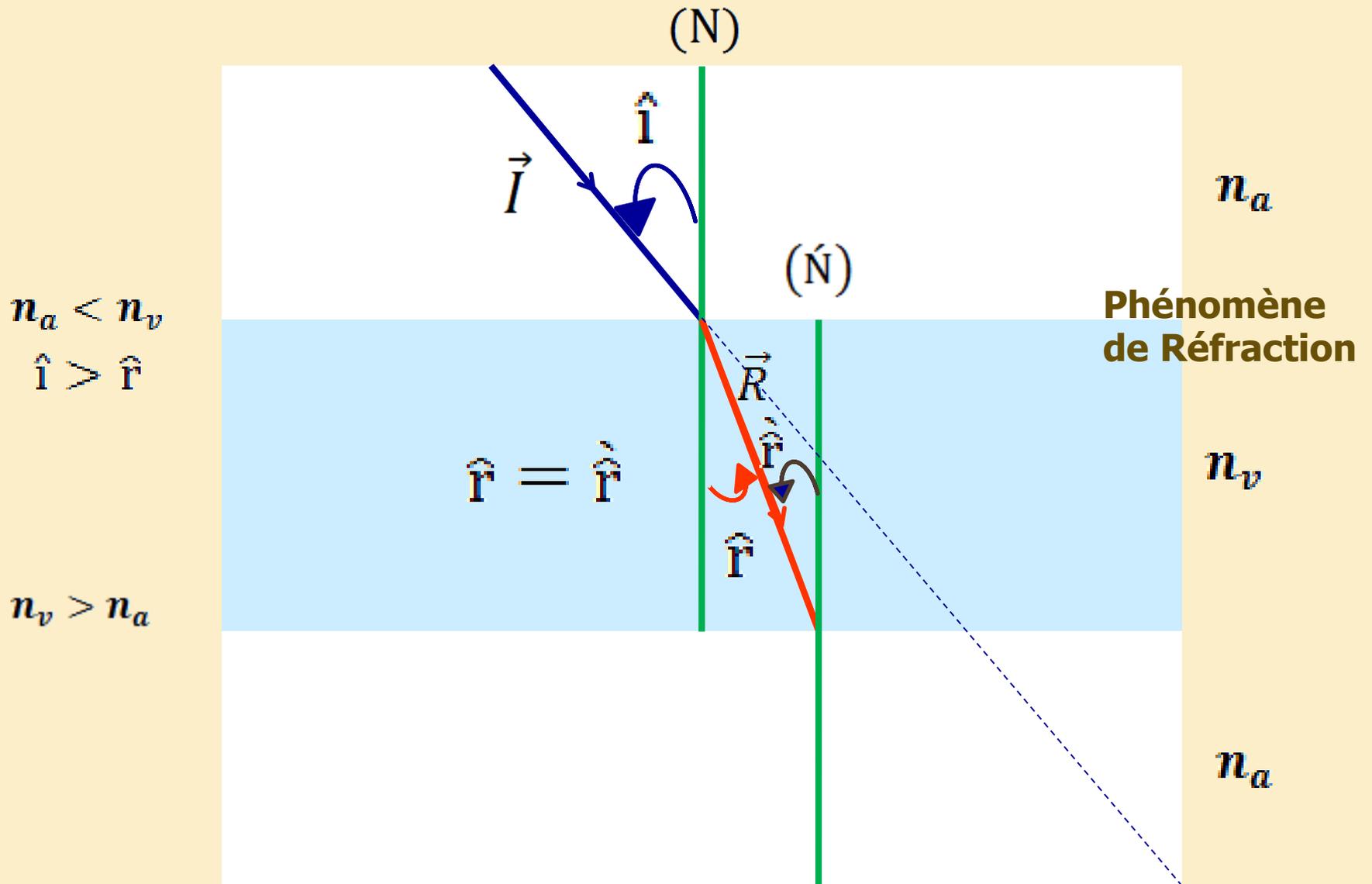




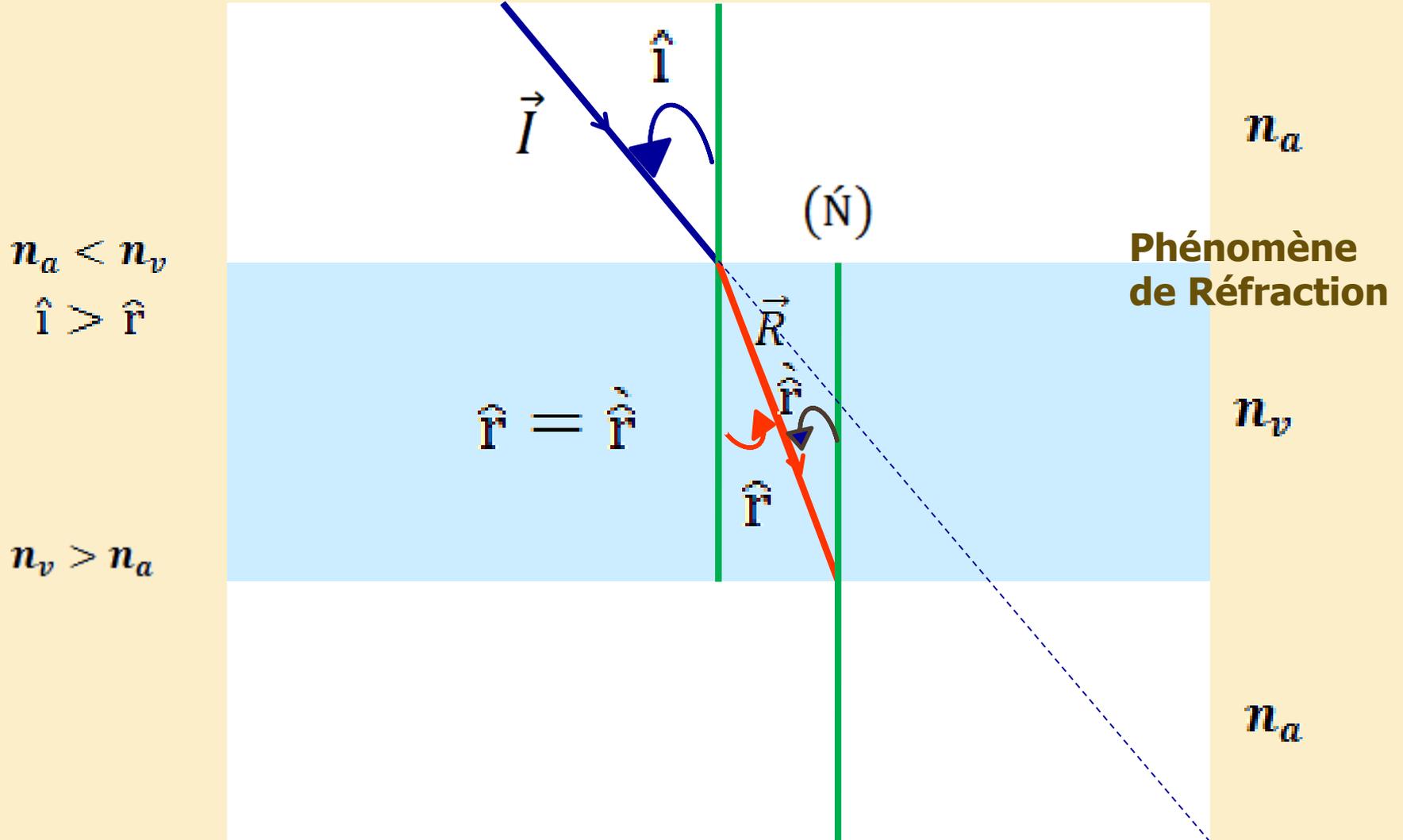








$n_v > n_a$: On doit calculer $i_L = \arcsin\left(\frac{n_a}{n_v}\right)$
 (N)



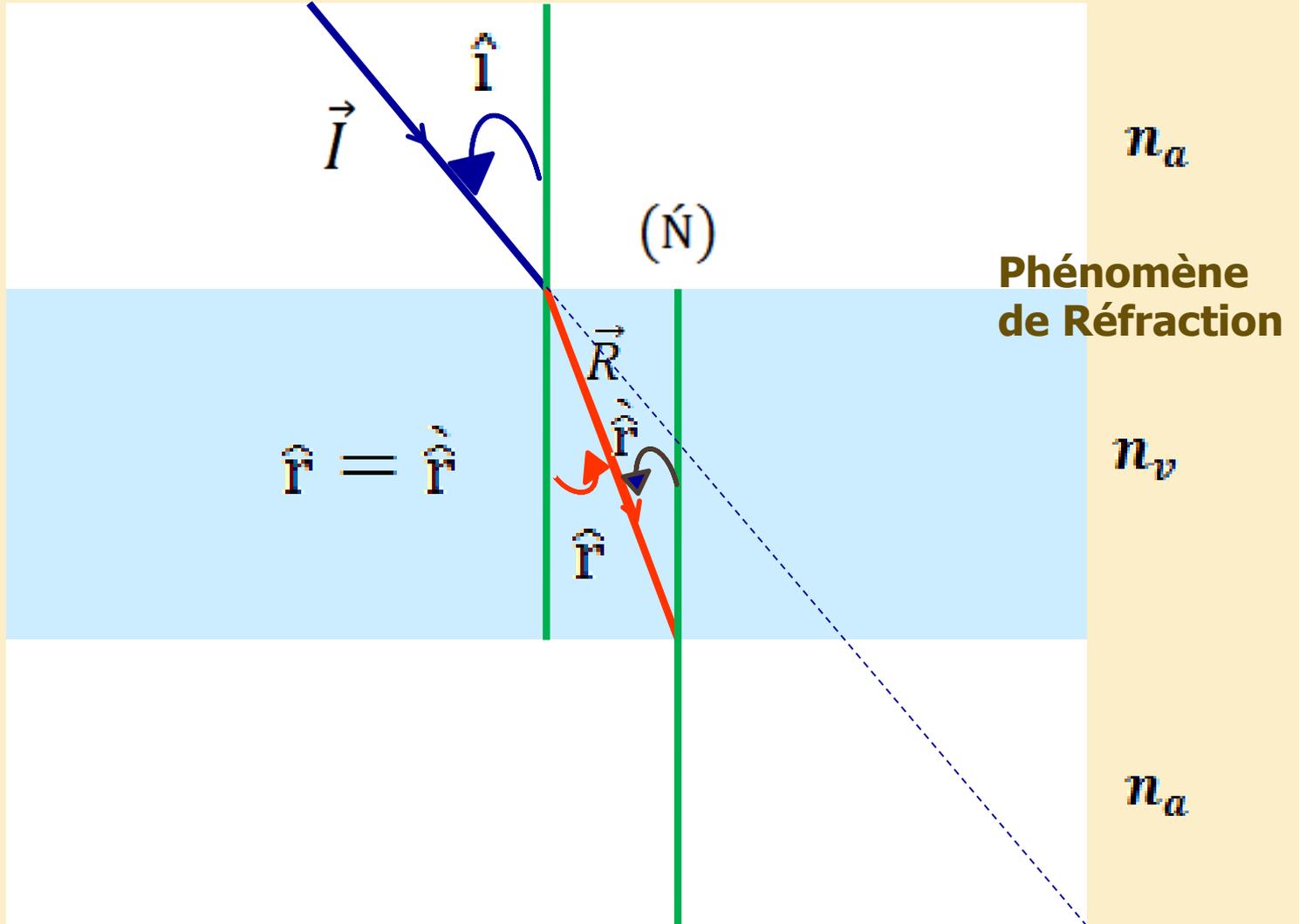
$n_v > n_a$: On a trouvé $\hat{r} < i_L$

(N)

$n_a < n_v$
 $\hat{i} > \hat{r}$

$\hat{r} = \hat{r}$

$n_v > n_a$



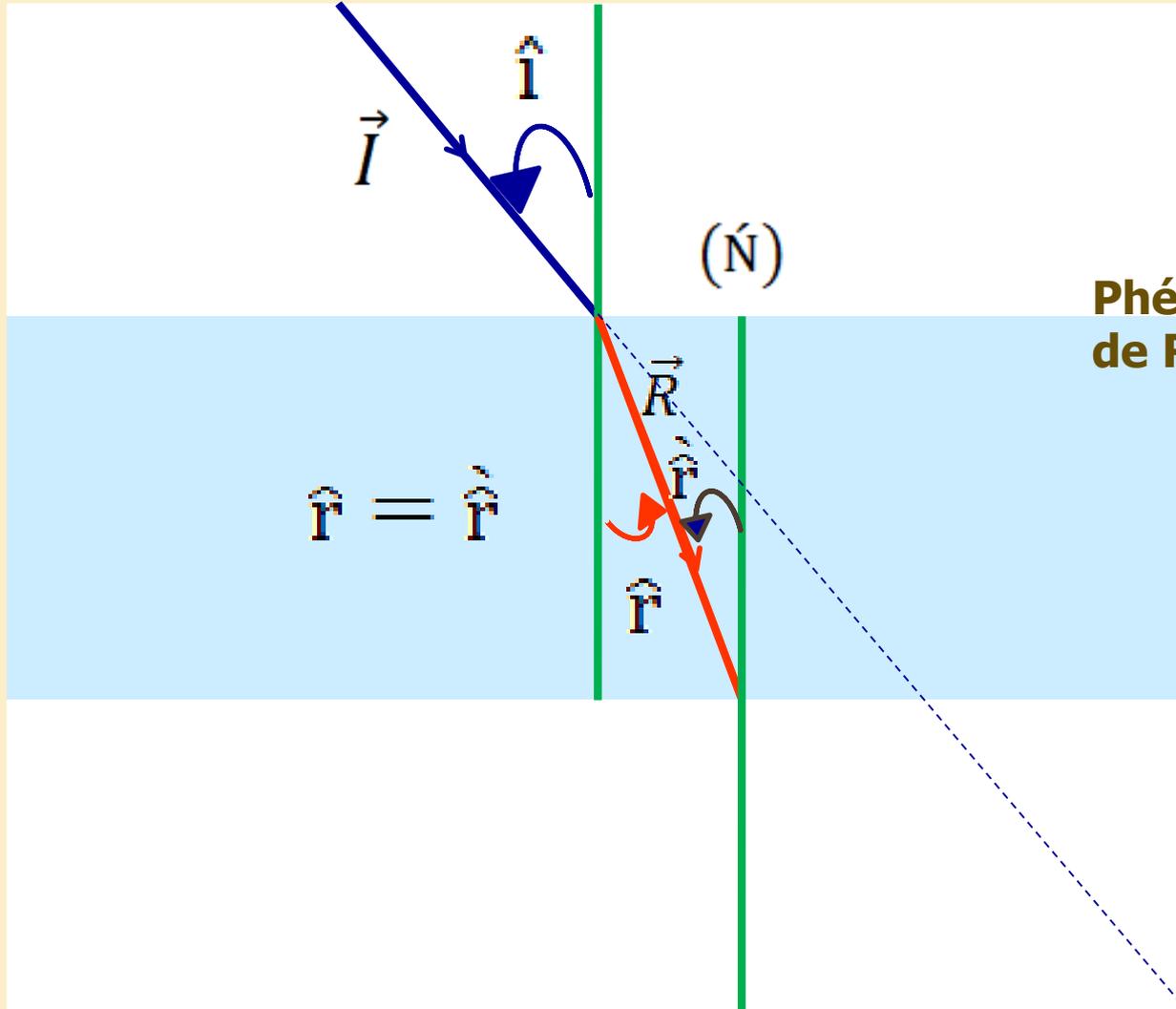
$n_v > n_a$: On a trouvé $\hat{r} < i_L \Rightarrow$ Phénomène de Réfraction

(N)

$n_a < n_v$
 $\hat{i} > \hat{r}$

$\hat{r} = \hat{r}$

$n_v > n_a$

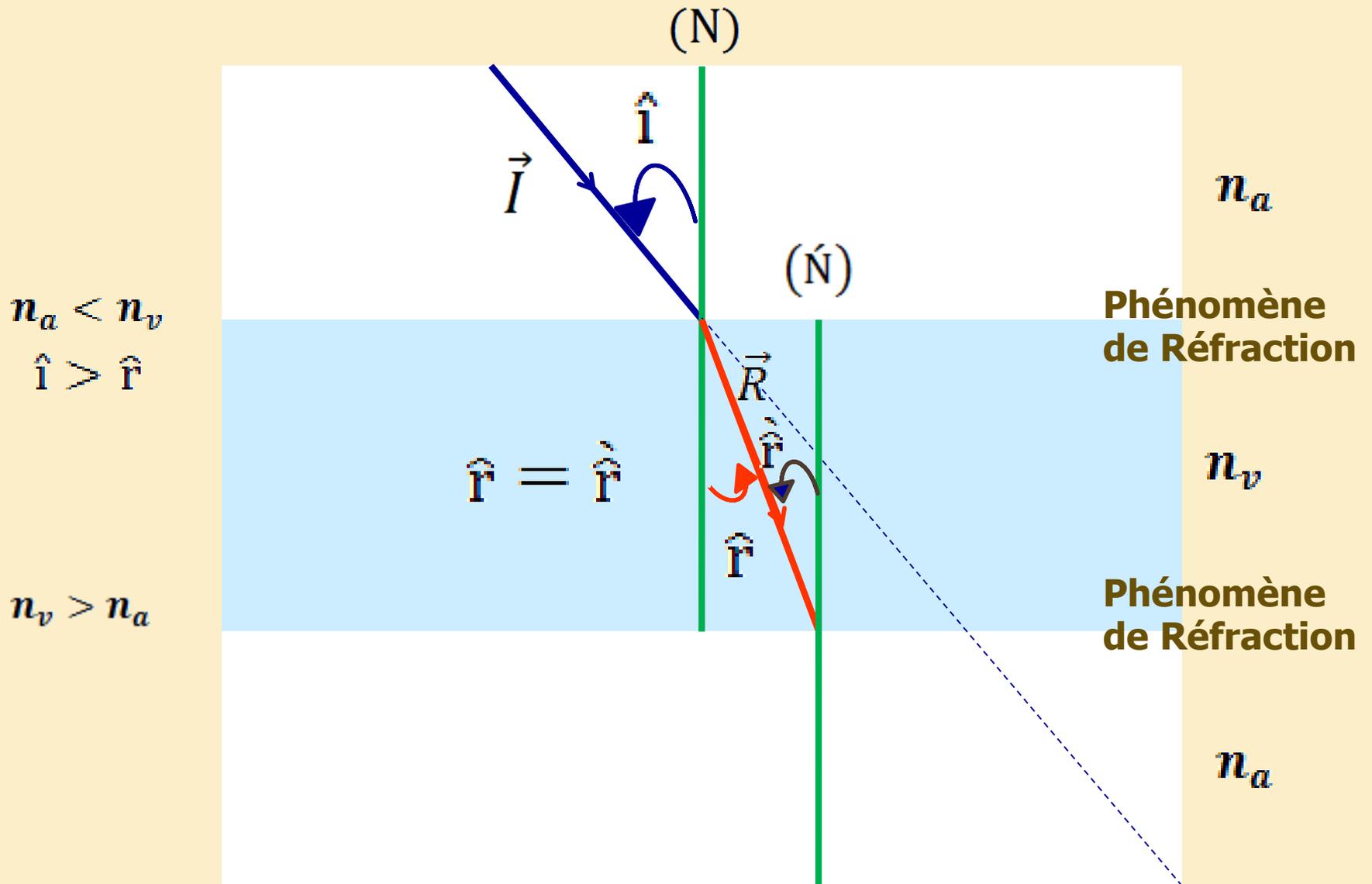


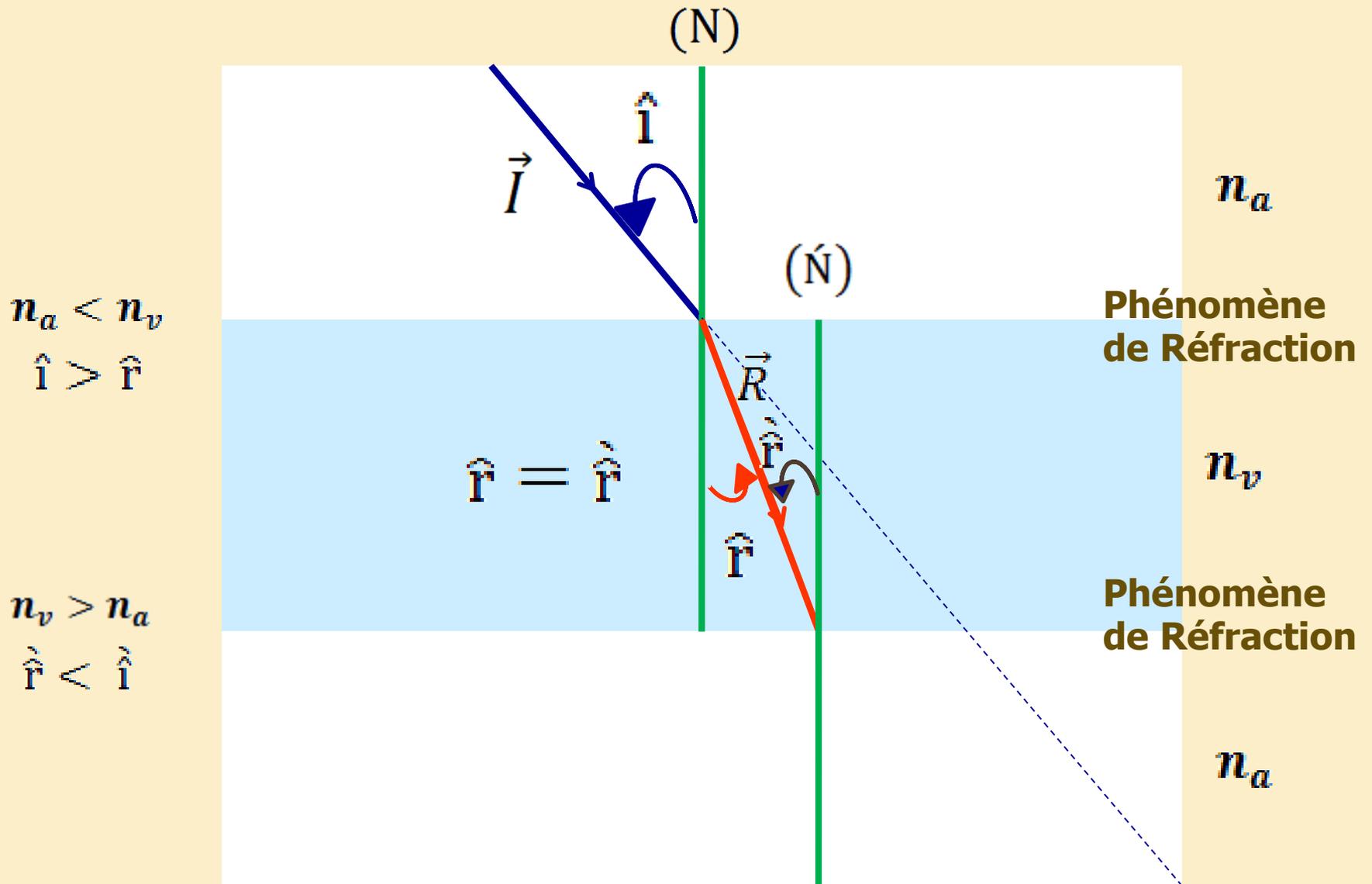
n_a

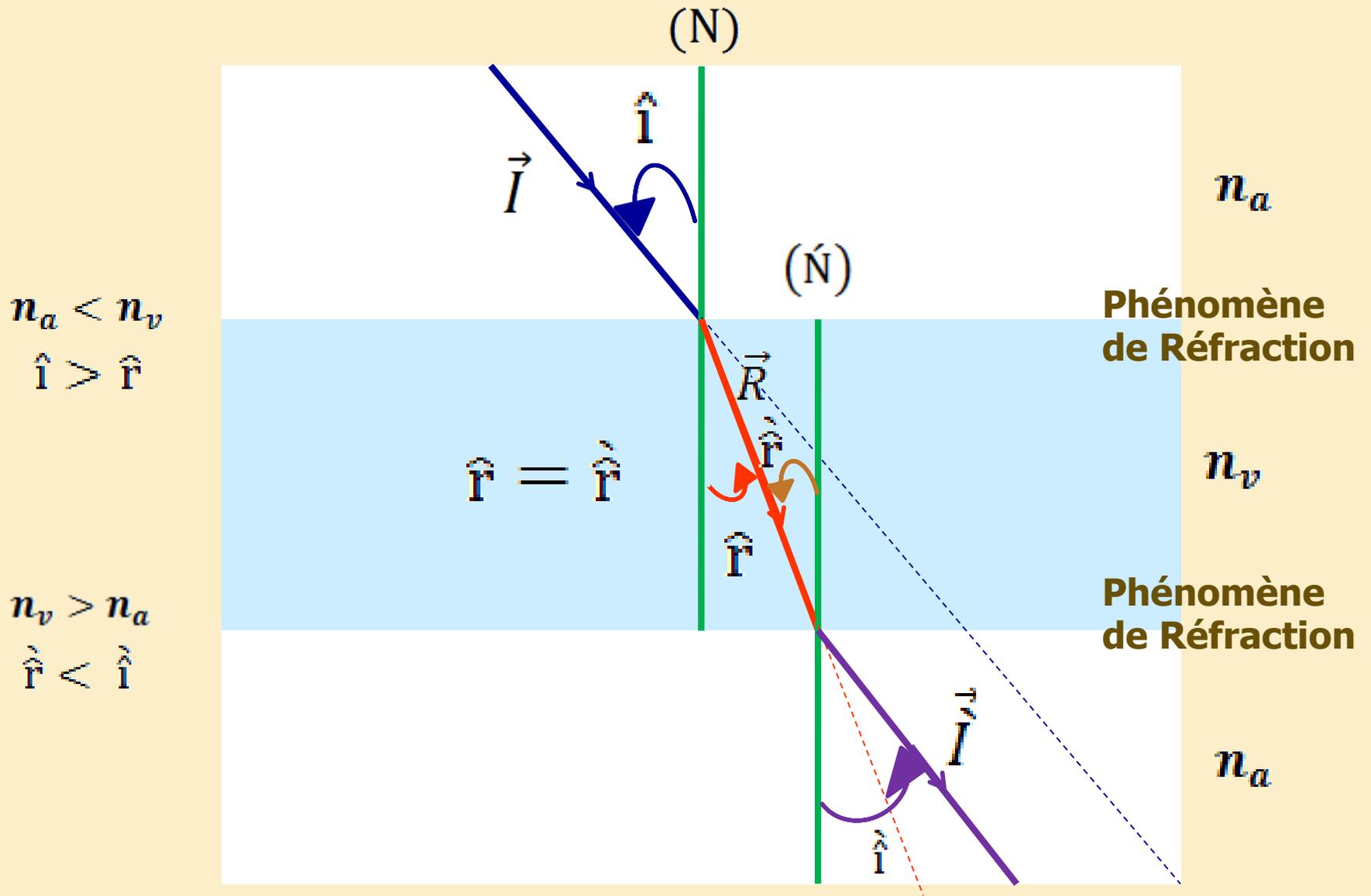
**Phénomène
de Réfraction**

n_v

n_a







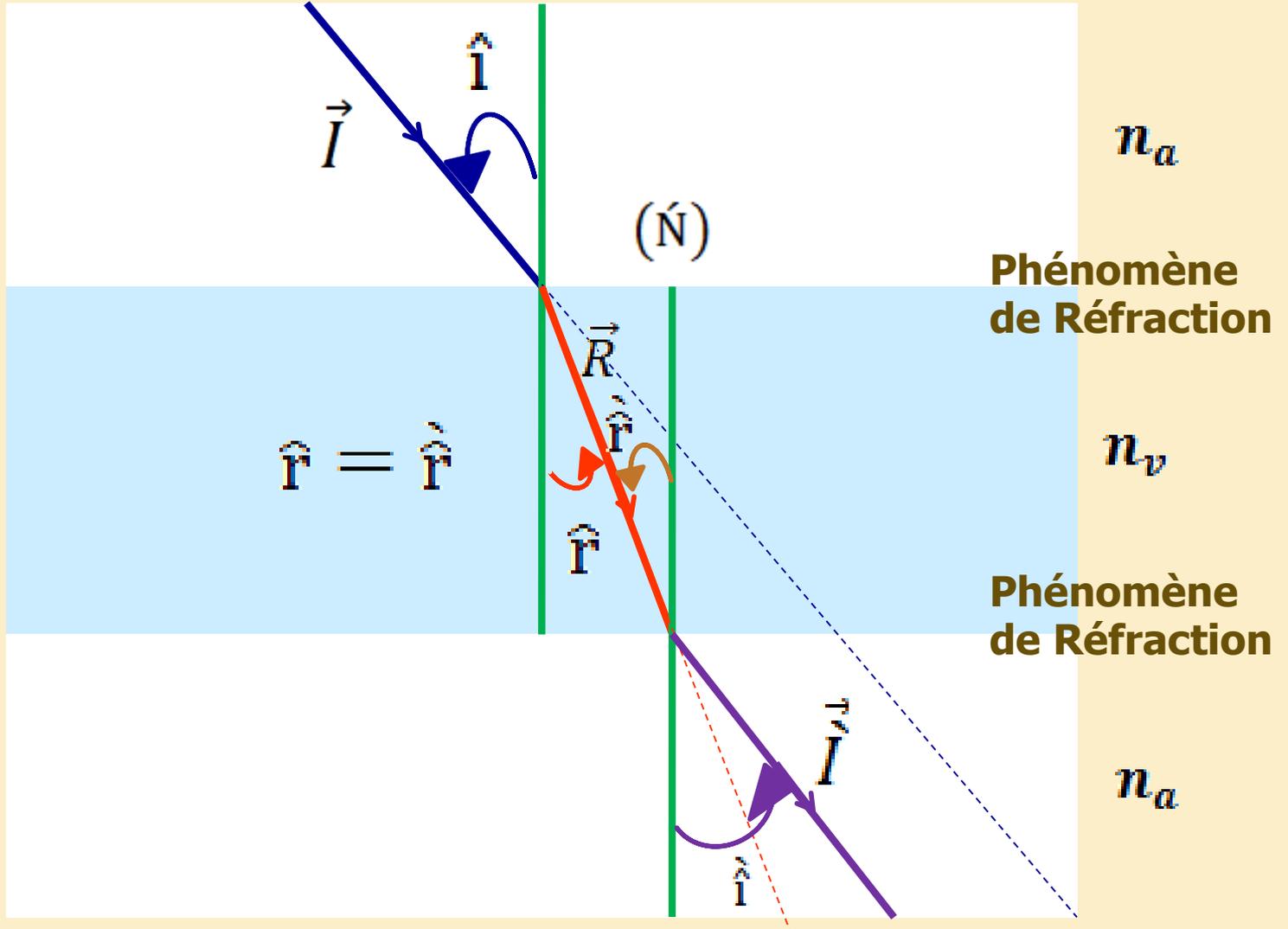
Loi Snell Descarte : $n_v \sin \hat{r} = n_a \sin \hat{i}$ (2)

(N)

$n_a < n_v$
 $\hat{i} > \hat{r}$

$\hat{r} = \hat{i}$

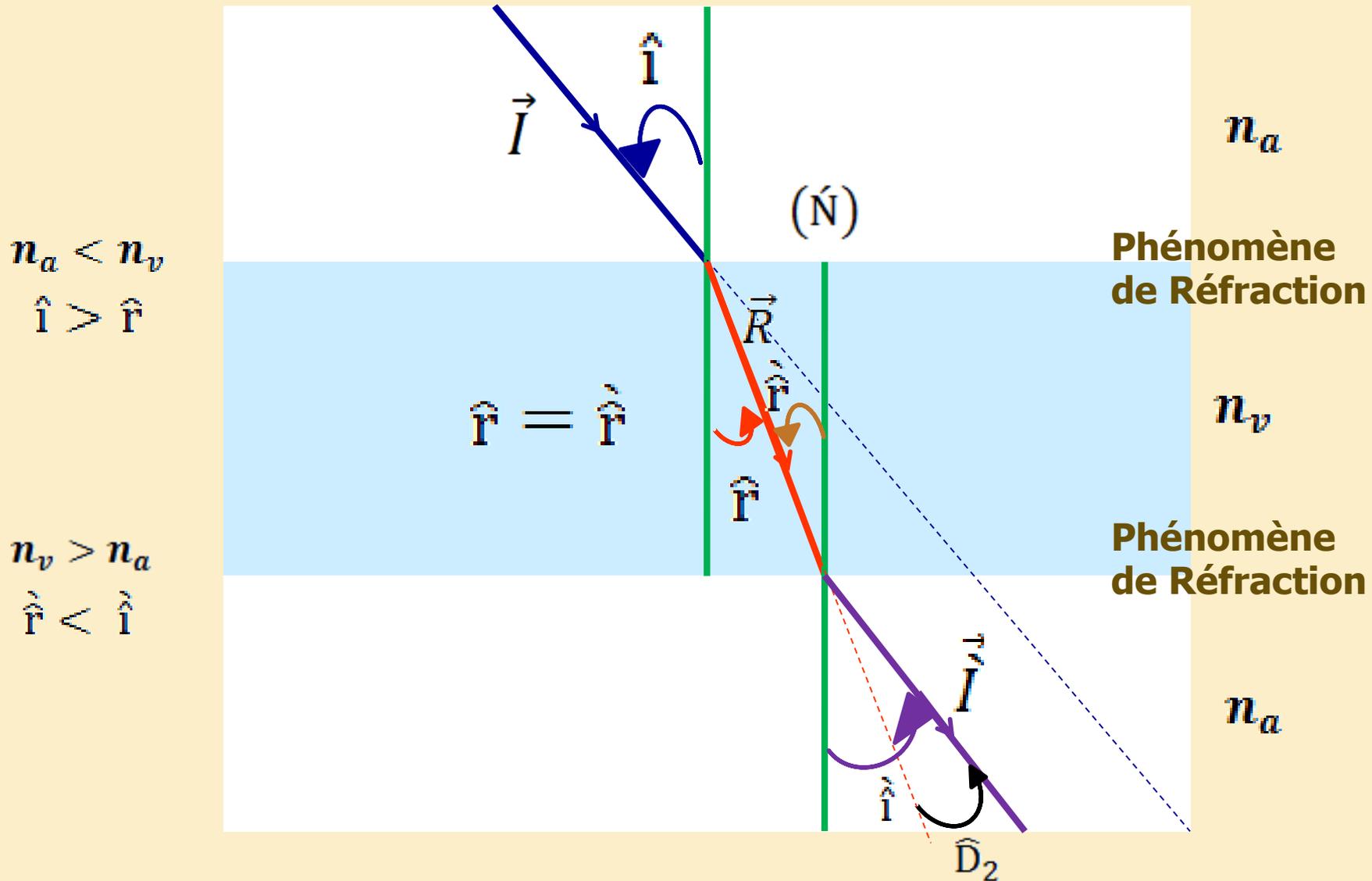
$n_v > n_a$
 $\hat{r} < \hat{i}$



Phénomène de Réfraction

Phénomène de Réfraction

Deviation : $\widehat{D}_2 = \widehat{i} - \widehat{r}$ (b)



➤ Loi Snell Descarte

- Dioptre (air-vitre) : $n_a \sin i = n_v \sin r$ (1)

➤ Loi Snell Descarte

- Dioptre (air-vitre) : $n_a \sin i = n_v \sin r$ (1)

- Dioptre (vitre-air) : $n_v \sin r' = n_a \sin i'$ (2)

➤ Loi Snell Descarte

• Dioptre (air-vitre) : $n_a \sin i = n_v \sin r$ (1)

• Dioptre (vitre-air) : $n_v \sin r' = n_a \sin i'$ (2)

On a $\hat{r} = \hat{r}'$

➤ Loi Snell Descarte

• Dioptre (air-vitre) : $n_a \sin i = n_v \sin r$ (1)

• Dioptre (vitre-air) : $n_v \sin r = n_a \sin i$ (2)

On a $\hat{r} = \hat{i}$

On obtient alors $n_a \sin i = n_a \sin i$

→ $\hat{i} = \hat{i}$

La lumière n'est déviée par un passage à travers une vitre

➤ Déviation

• **Dioptre (air-vitre) :** $\widehat{D}_1 = \hat{i} - \hat{r}$ **(a)**

• **Dioptre (vitre-air) :** $\widehat{D}_2 = \hat{i} - \hat{r}$ **(b)**

On a $\hat{r} = \hat{r}$

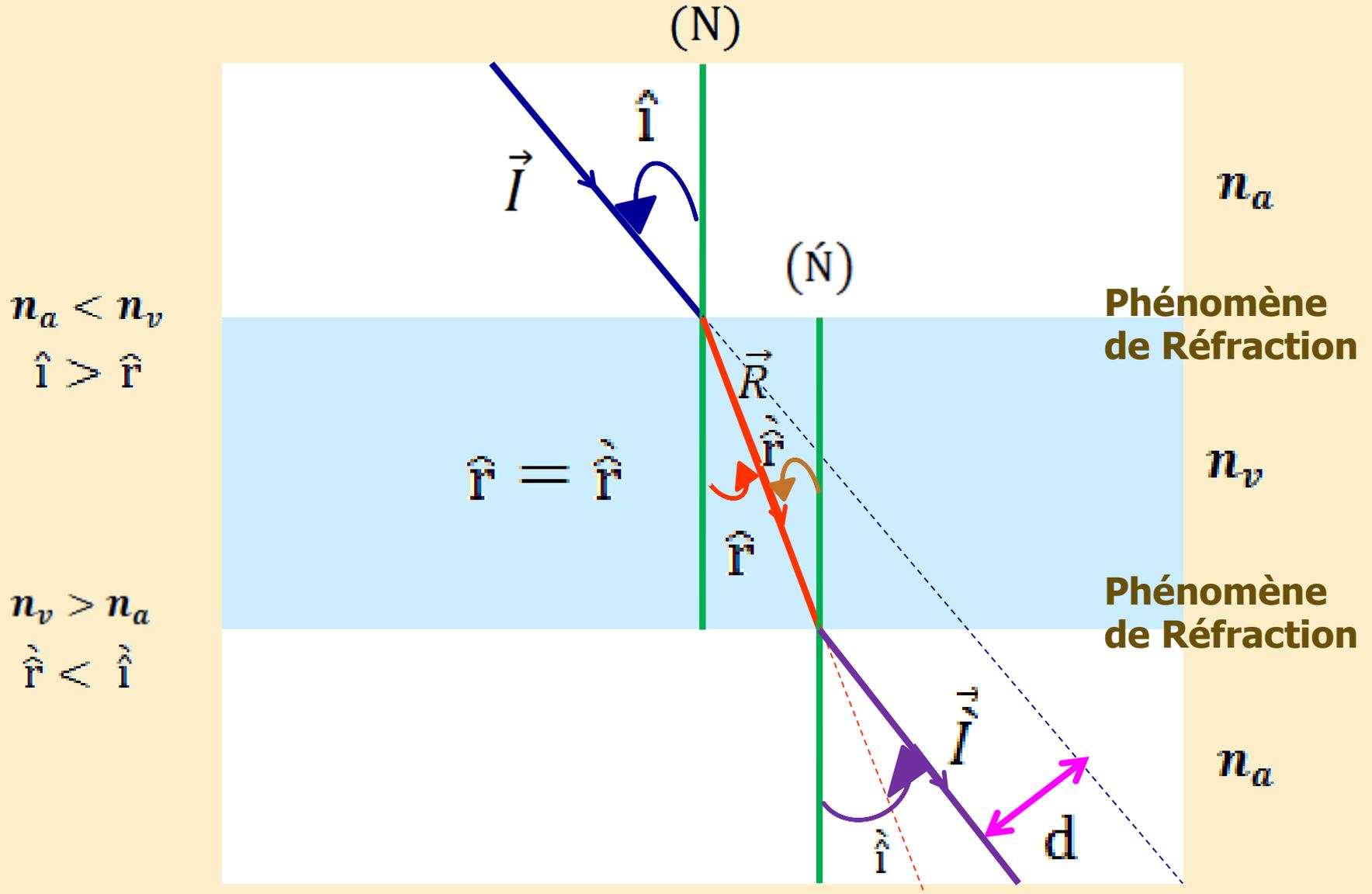
La déviation totale

$$\widehat{D}_t = \widehat{D}_1 - \widehat{D}_2 = 0$$

Ne sont pas dans le même sens

→ $\hat{i} = \hat{i}$

➤ **Décalage d**



➤ Décalage

$$\cos r = \frac{e}{I_1 I_2} \quad (\text{c})$$

$$\sin(i - r) = \frac{d}{I_1 I_2} \quad (\text{d})$$

$$\longrightarrow \boxed{d = \frac{e \cdot \sin(i - r)}{\cos r}} \quad (*)$$

▪ Décalage maximal:

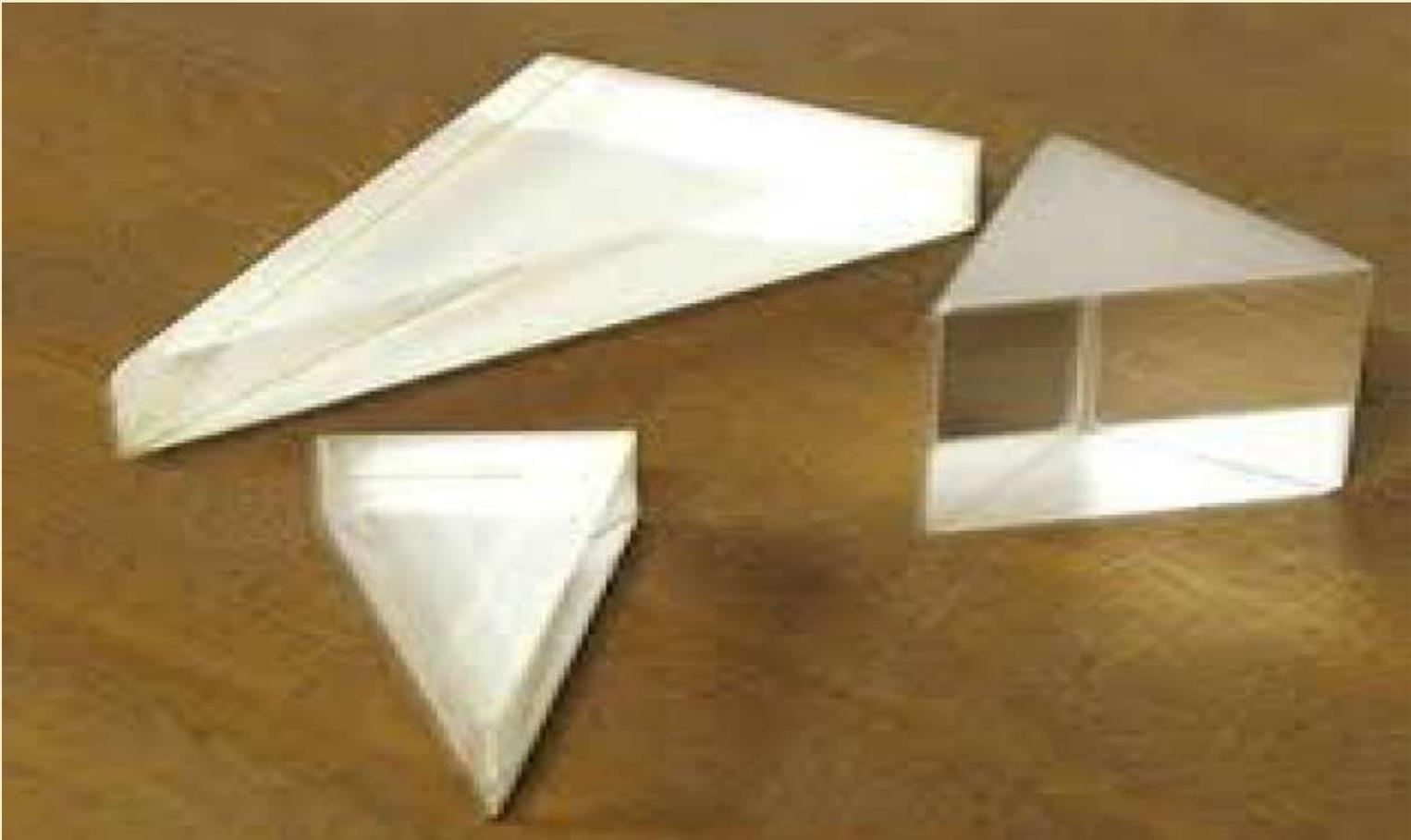
$$d_{\max} \longrightarrow \hat{i}_{\max} = \frac{\pi}{2} \quad (\text{Incidence est rasante})$$

$$\boxed{d_{\max} = e}$$

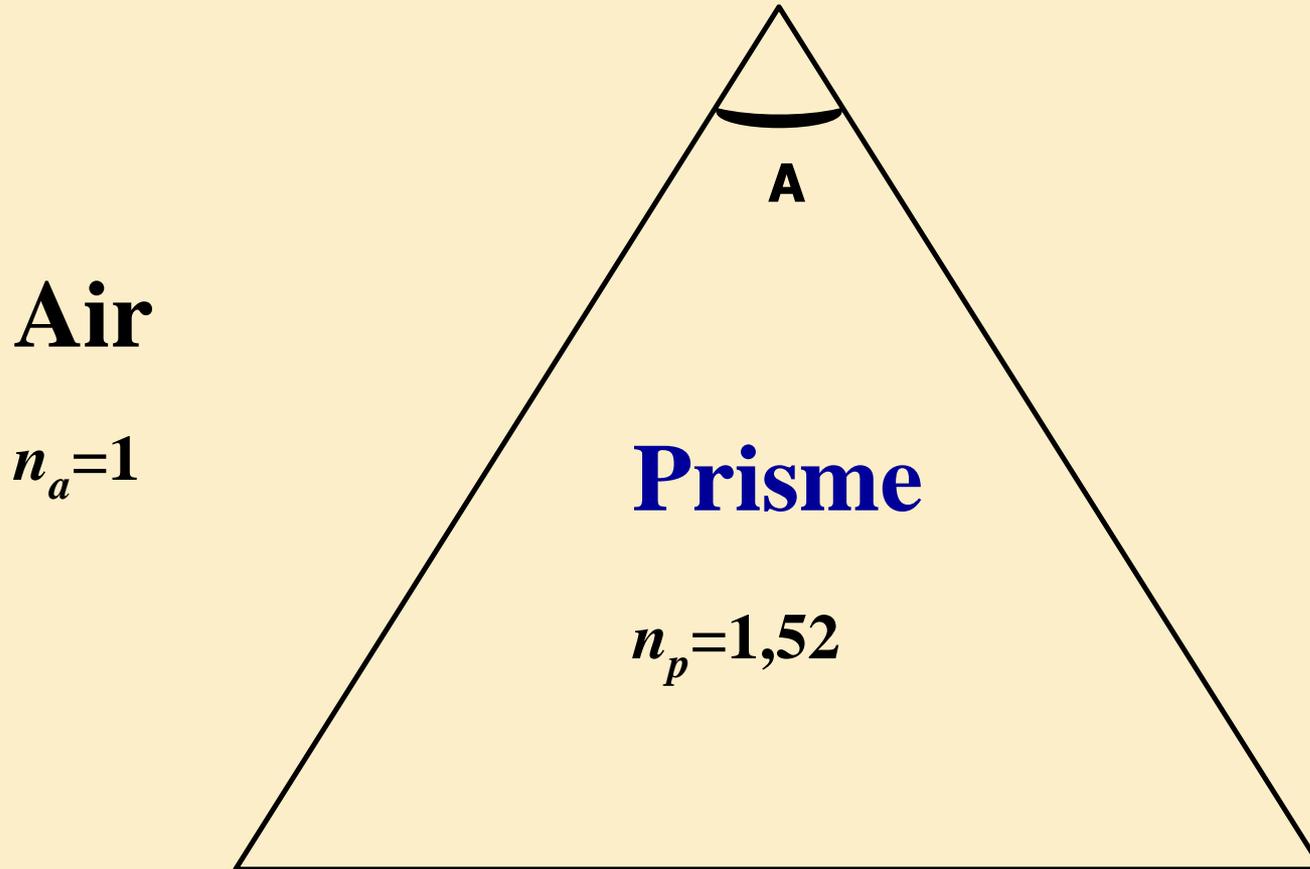
Prisme

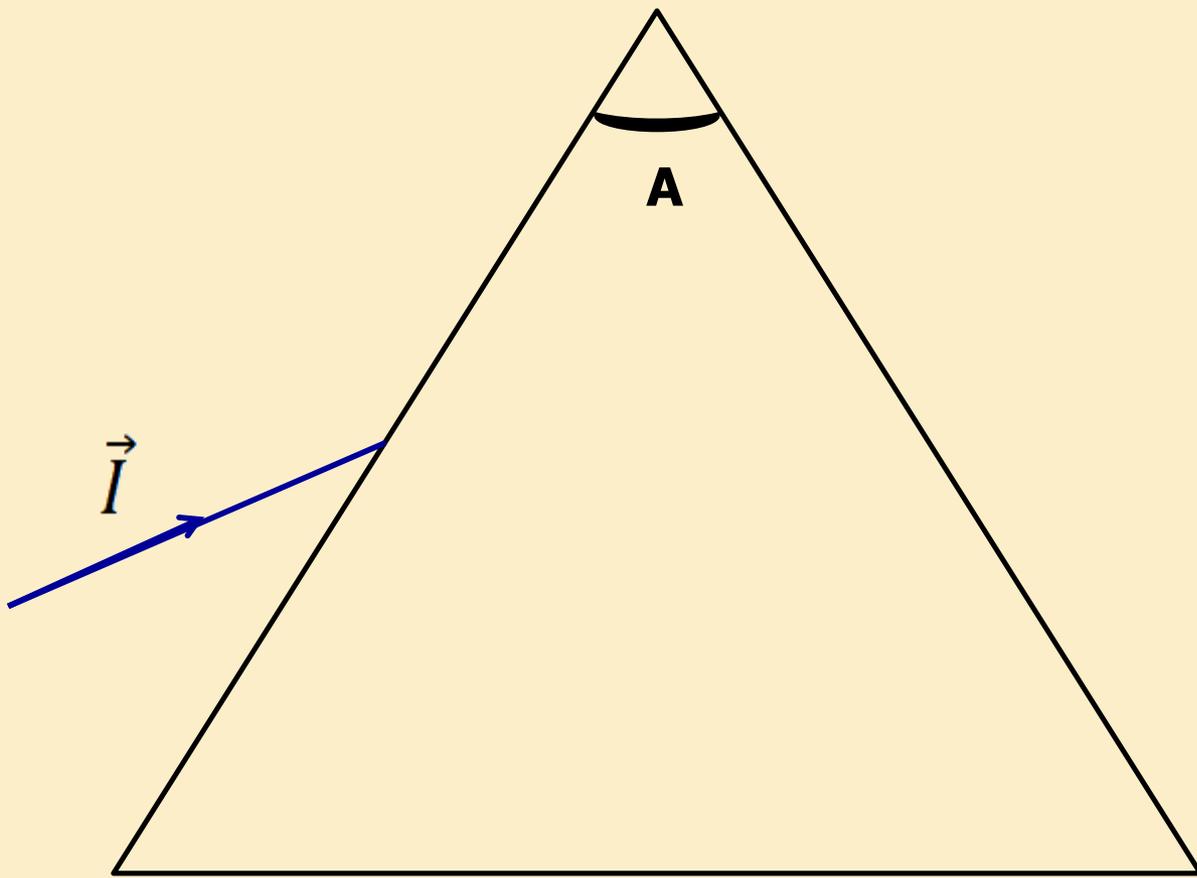


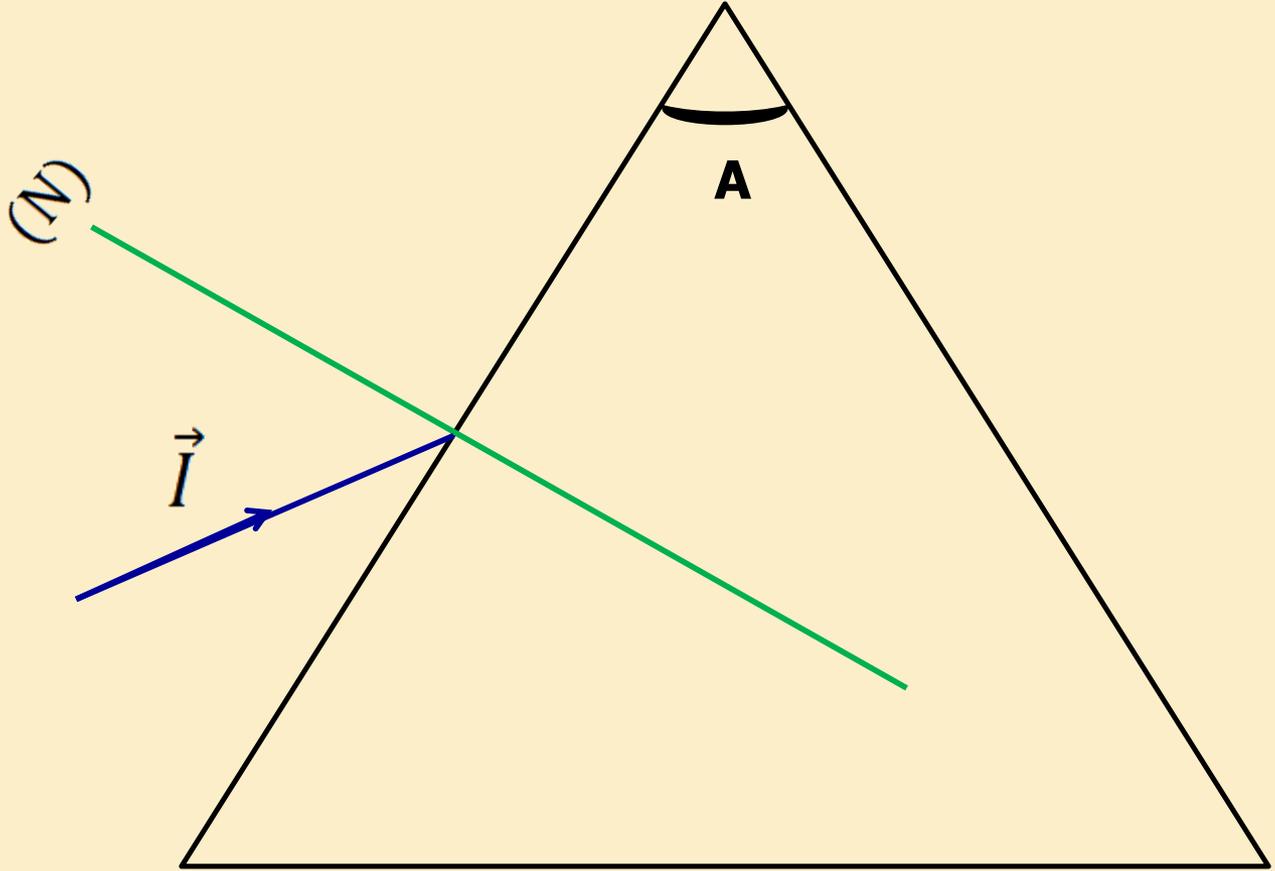
- **Prisme** est l'association de deux dioptries plans non parallèles. il est utilisé pour dévier un rayon lumineux « réfracter ou réfléchir la lumière ».

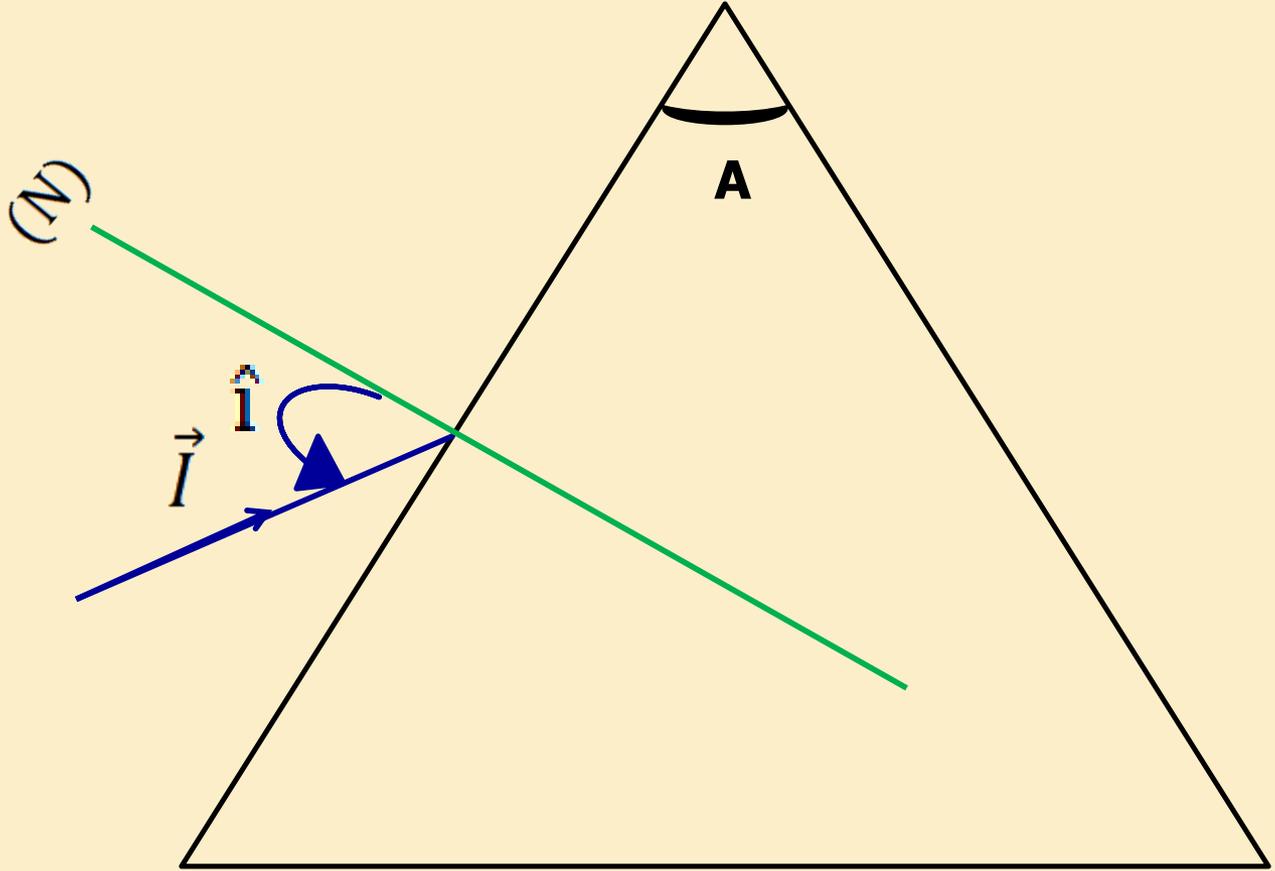


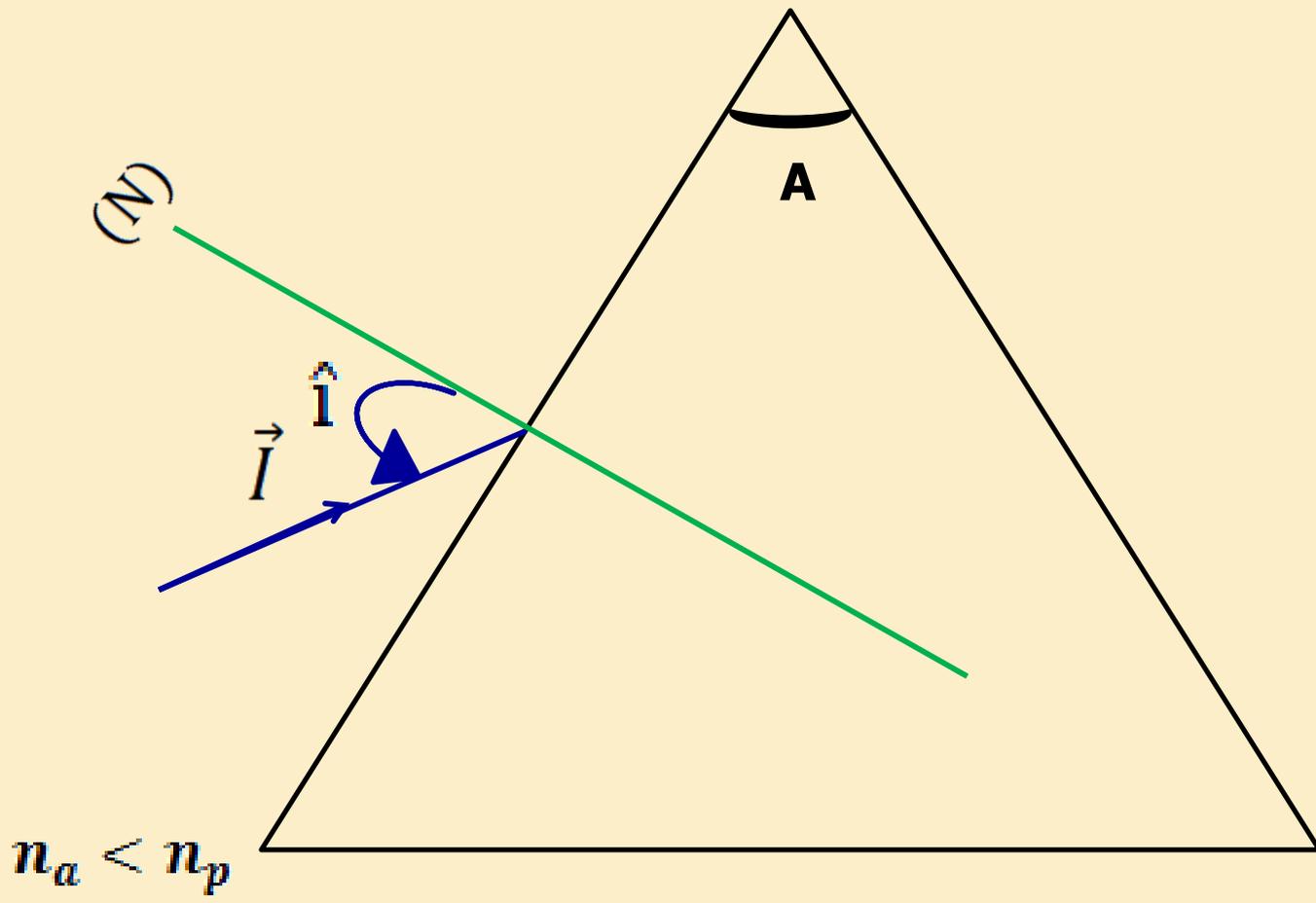
- Le chemin du rayon lumineux à travers le prisme. $n_p=1.52$
Sommet $A=60^\circ$

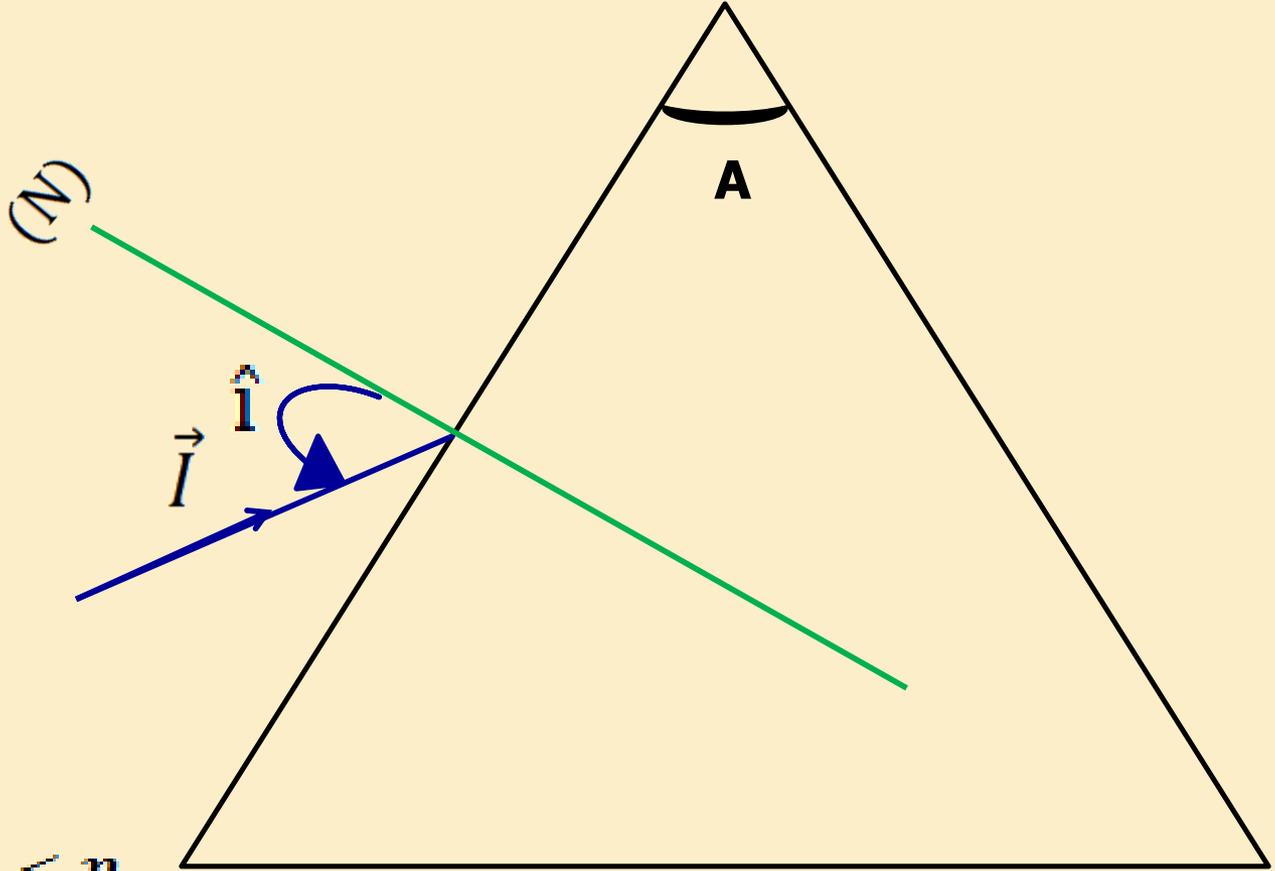






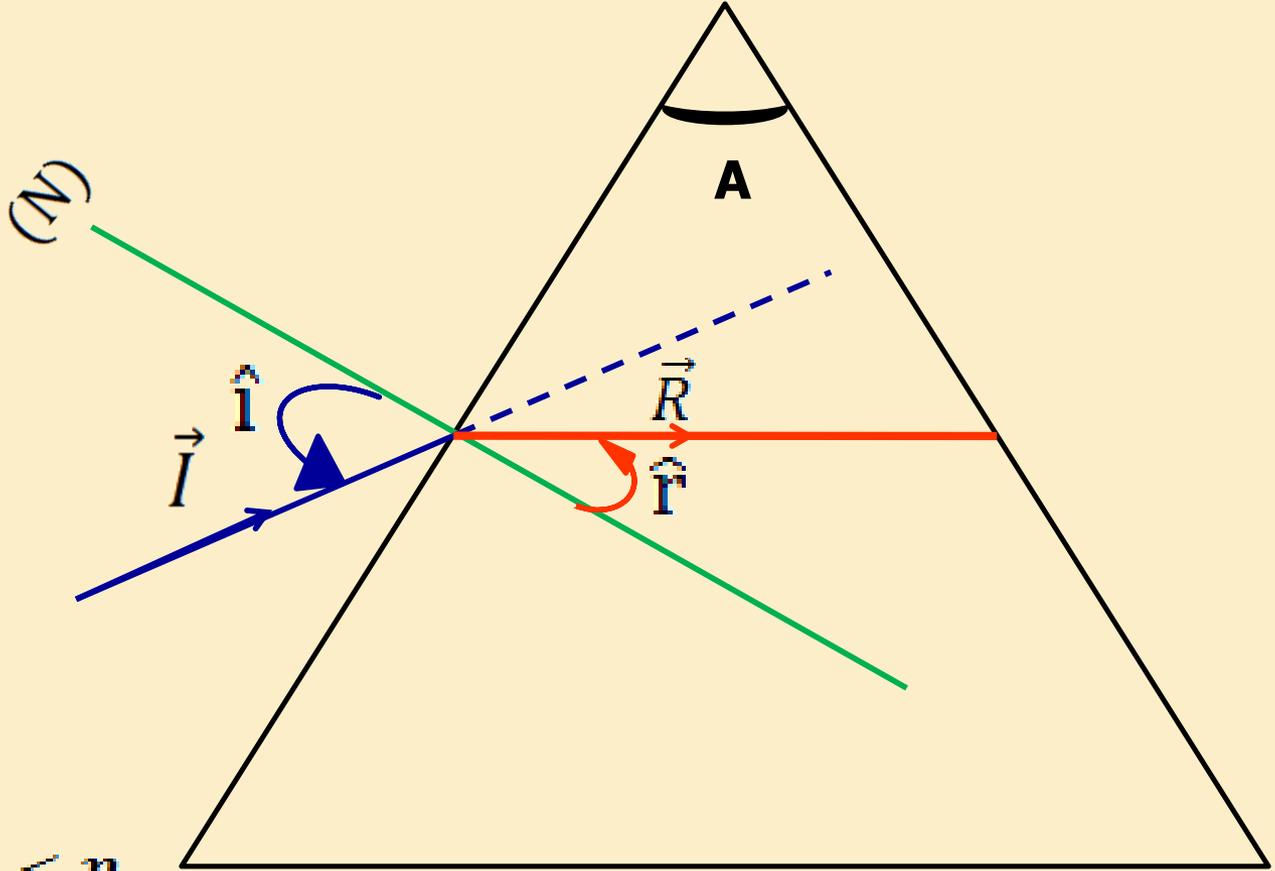






$$n_a < n_p$$
$$\hat{i} > \hat{r}$$

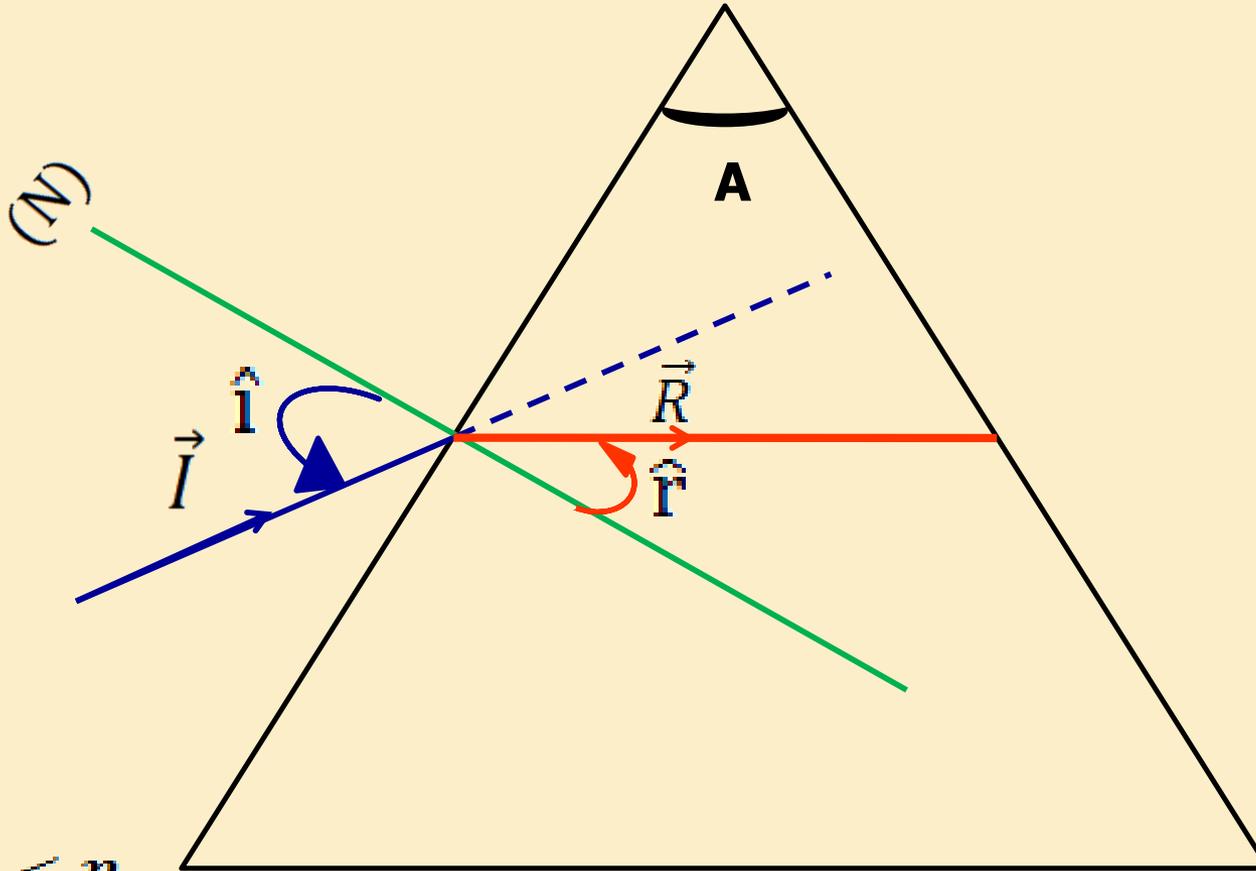
**Phénomène
de Réfraction**



$$n_a < n_p$$
$$\hat{i} > \hat{r}$$

**Phénomène
de Réfraction**

Loi Snell Descarte : $n_a \sin i = n_p \sin r$

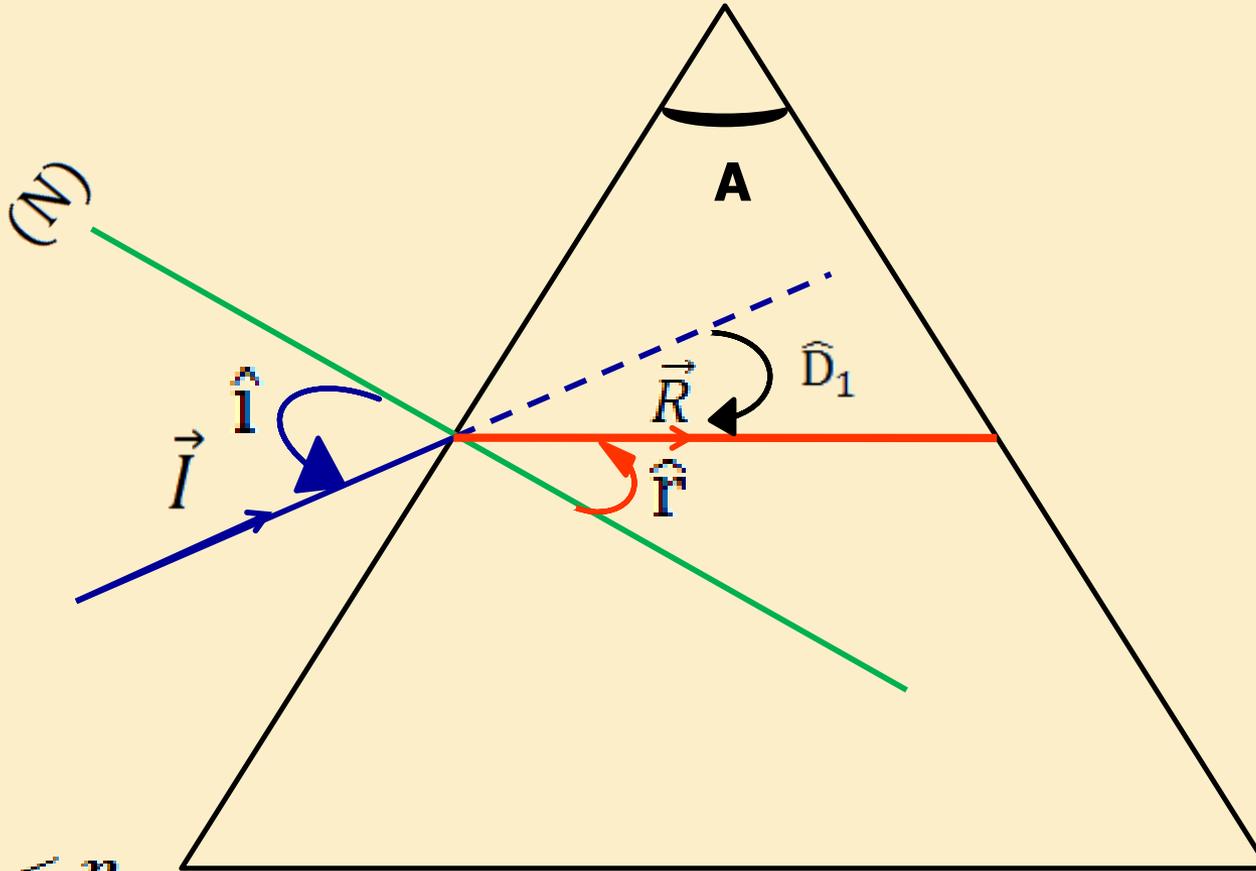


$$n_a < n_p$$

$$i > r$$

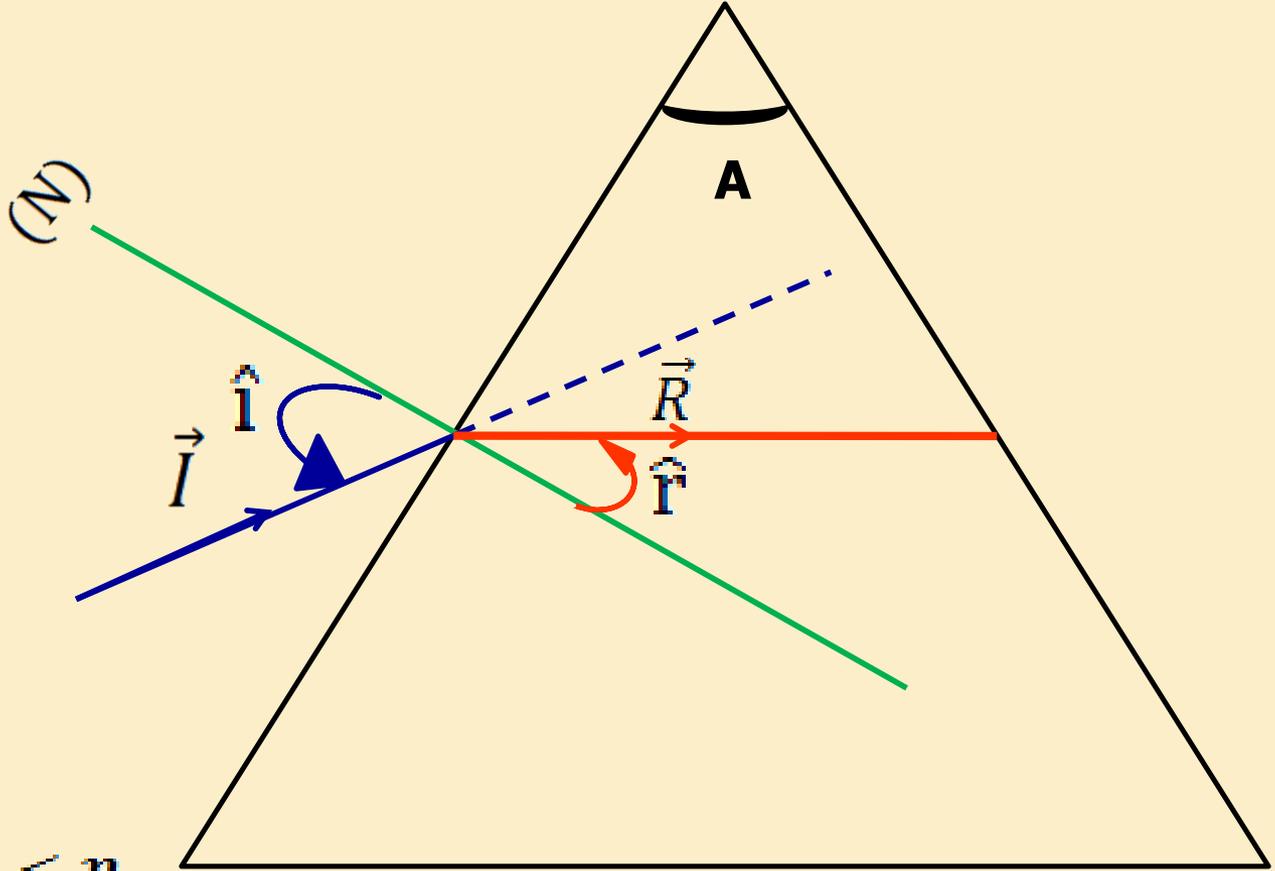
**Phénomène
de Réfraction**

Deviation : $\widehat{D}_1 = \hat{i} - \hat{r}$ (a)



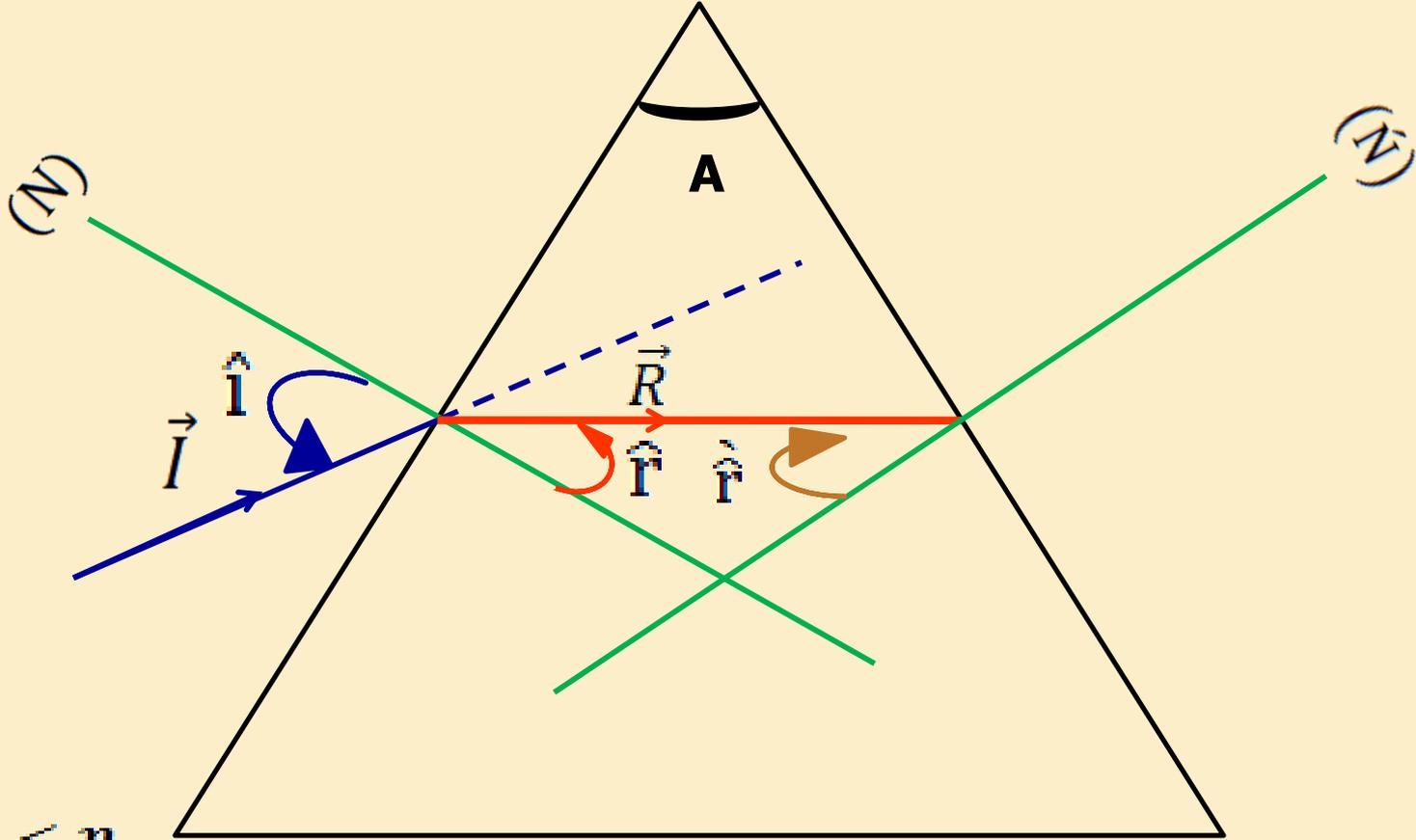
$n_a < n_p$
 $\hat{i} > \hat{r}$

**Phénomène
de Réfraction**



$$n_a < n_p$$
$$\hat{i} > \hat{r}$$

**Phénomène
de Réfraction**

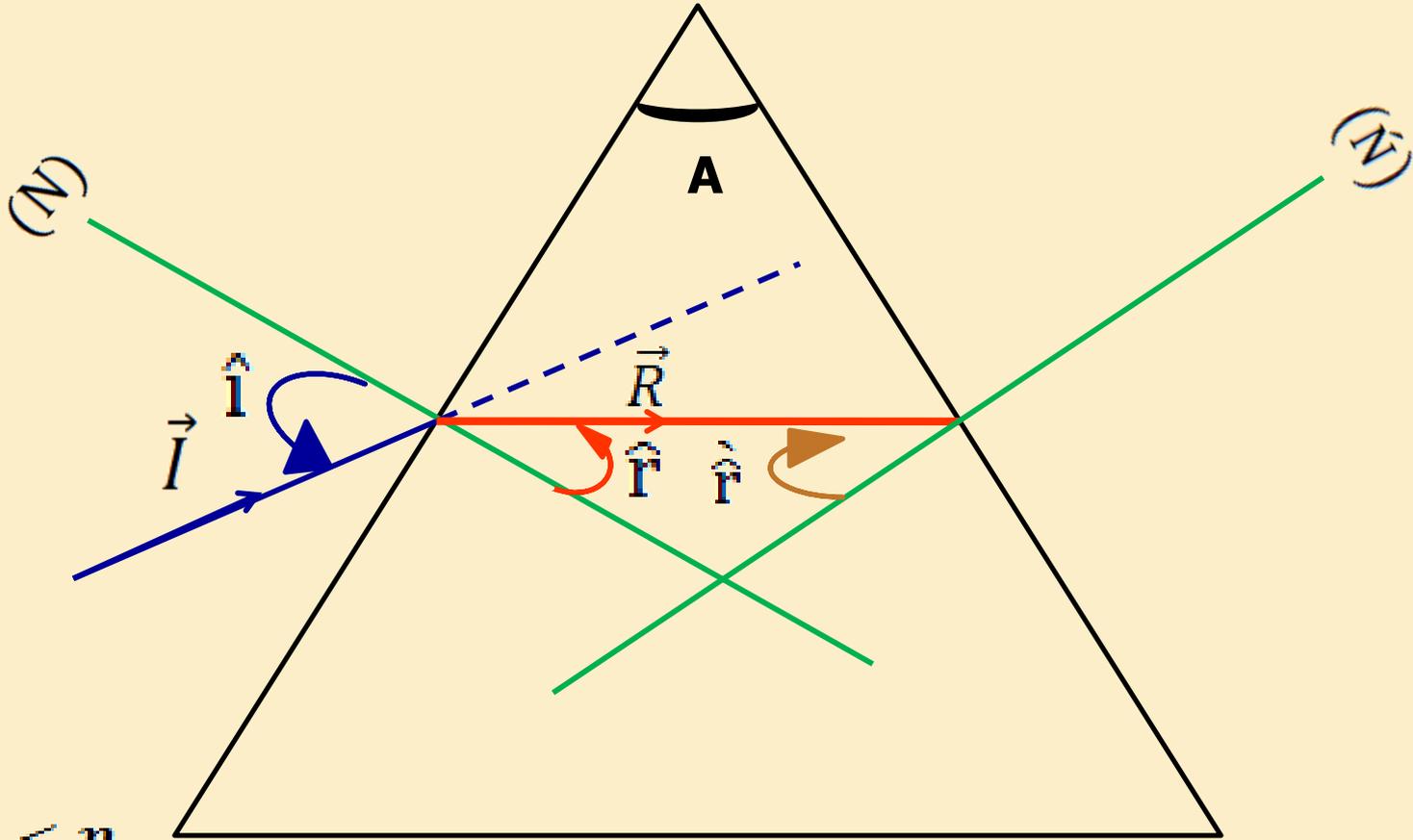


$$n_a < n_p$$

$$\hat{i} > \hat{r}$$

**Phénomène
de Réfraction**

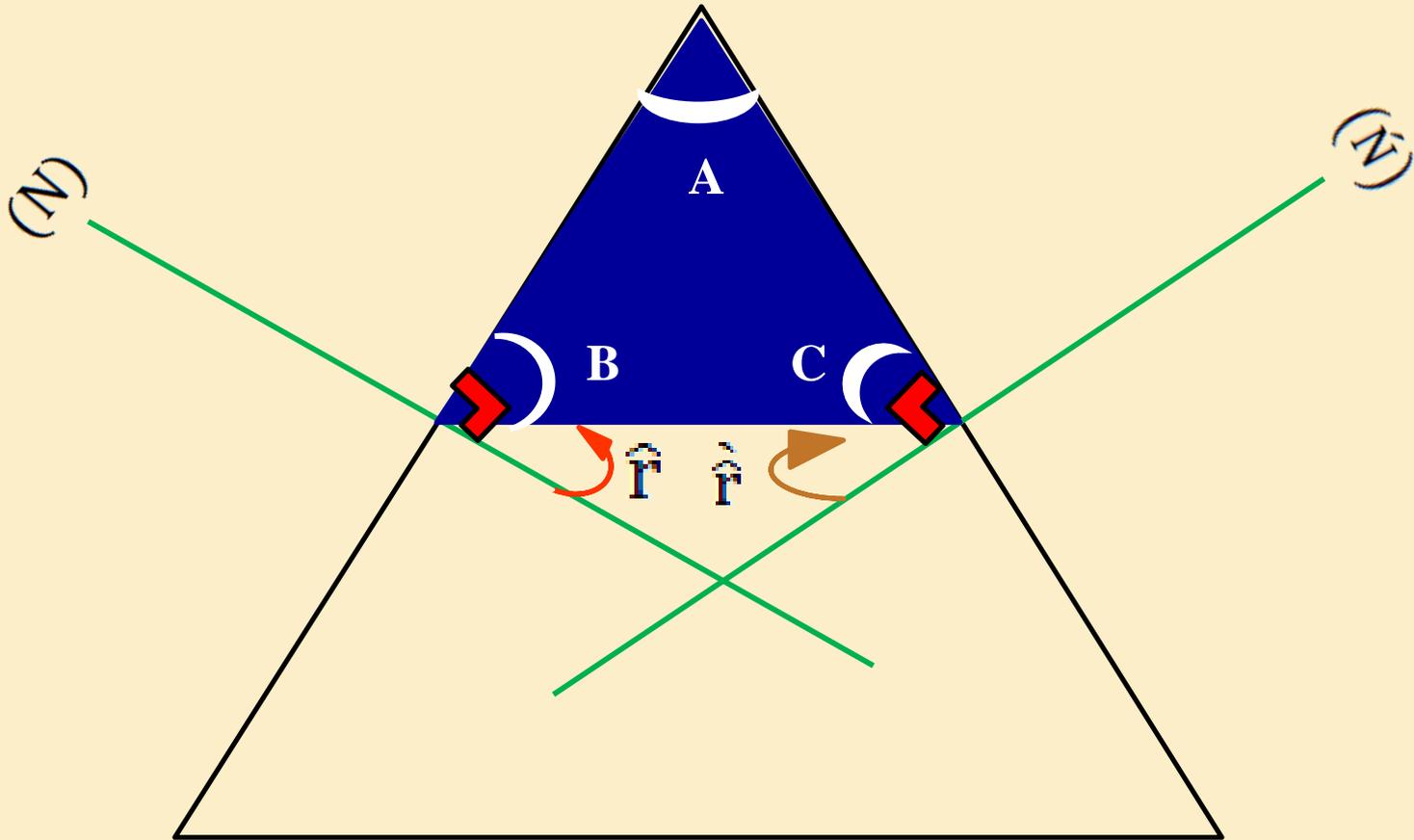
Sommet : $\hat{A} = \hat{r} + \hat{r}'$



$n_a < n_p$
 $\hat{i} > \hat{r}'$

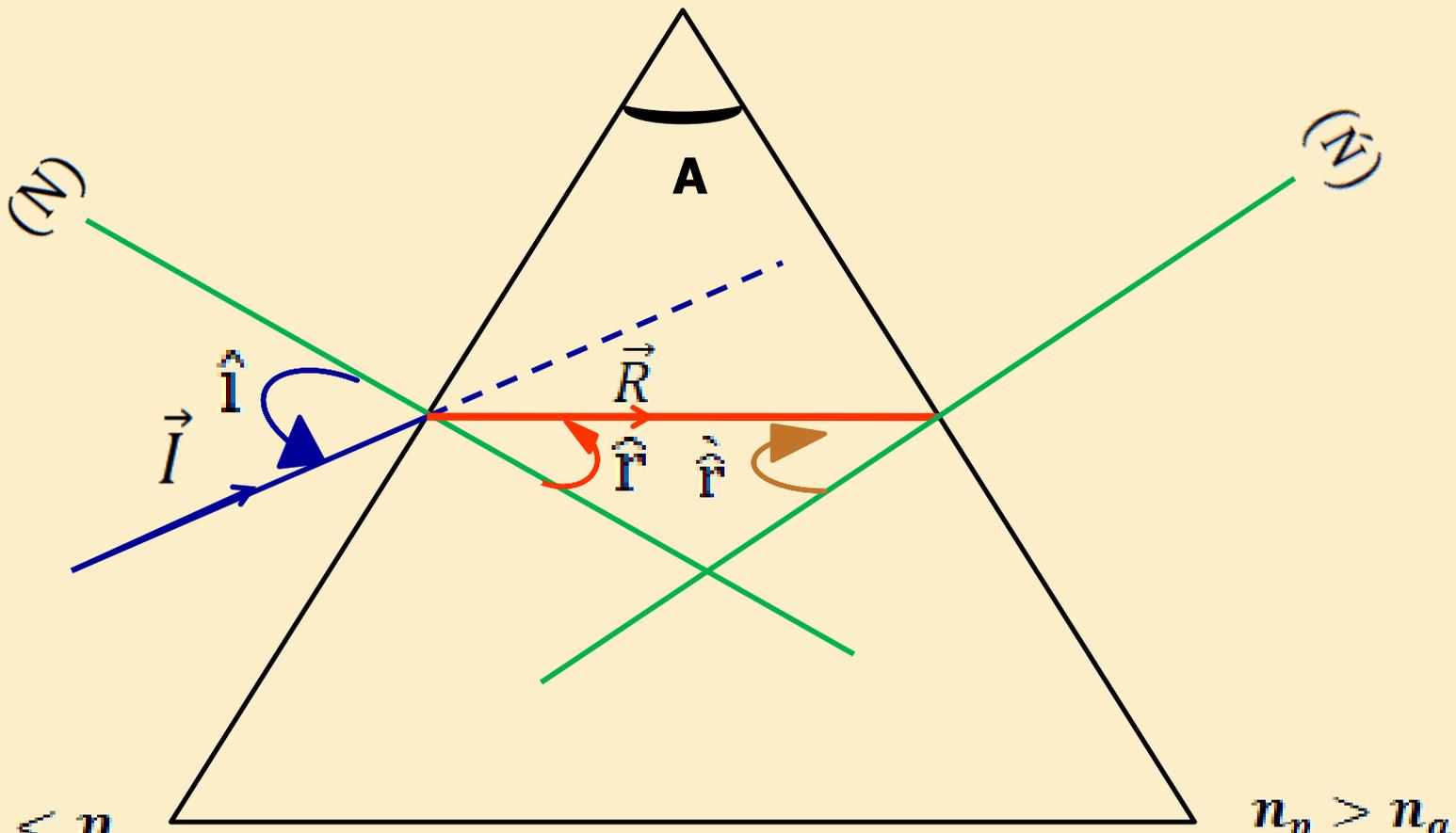
**Phénomène
de Réfraction**

Démonstration de $\hat{A} = \hat{r} + \hat{r}$



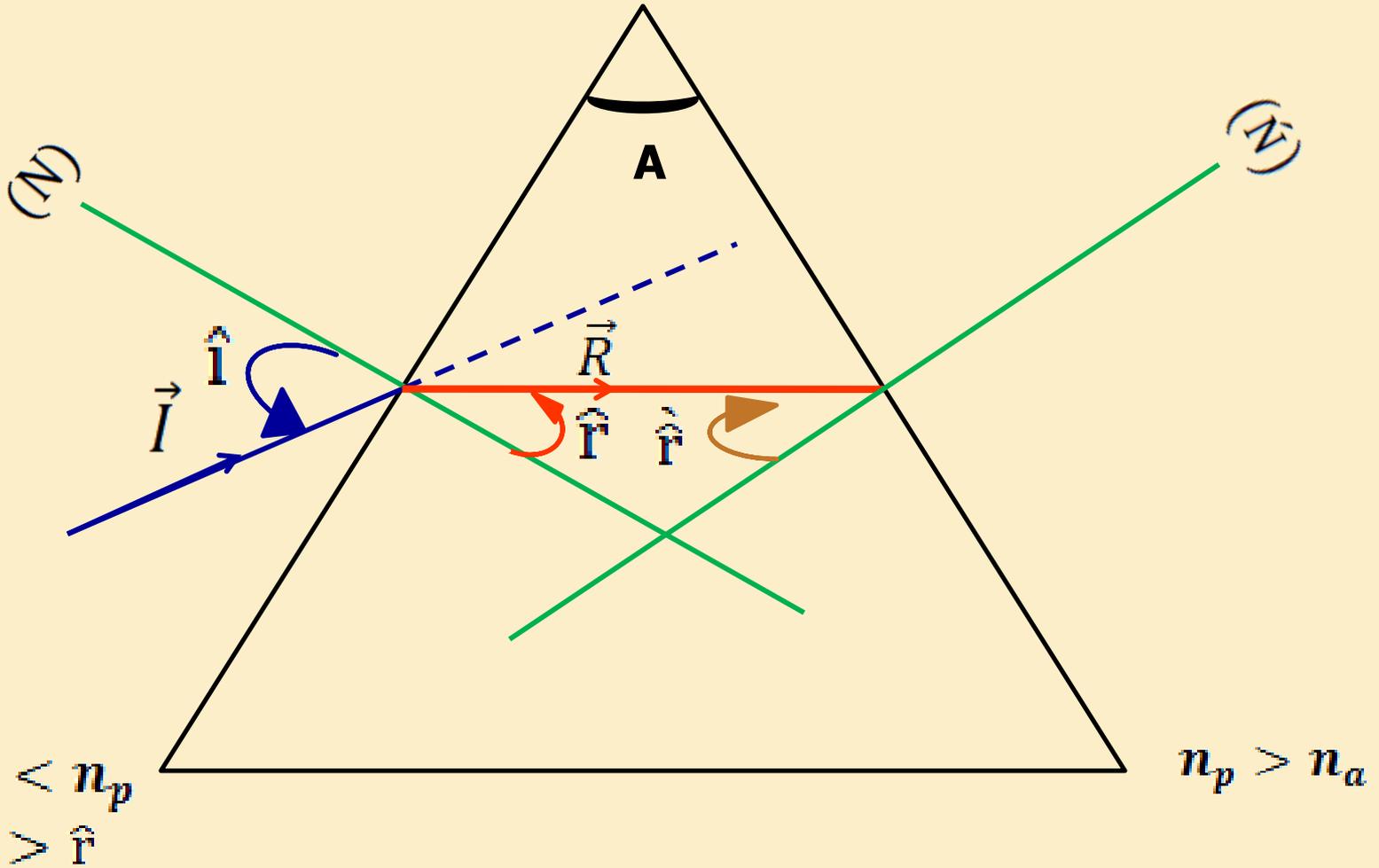
•Triangle  : $\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = \pi \longrightarrow \hat{A} + \left(\frac{\pi}{2} - \hat{r}\right) + \left(\frac{\pi}{2} - \hat{r}\right) = \pi$

\longrightarrow $\hat{A} = \hat{r} + \hat{r}$



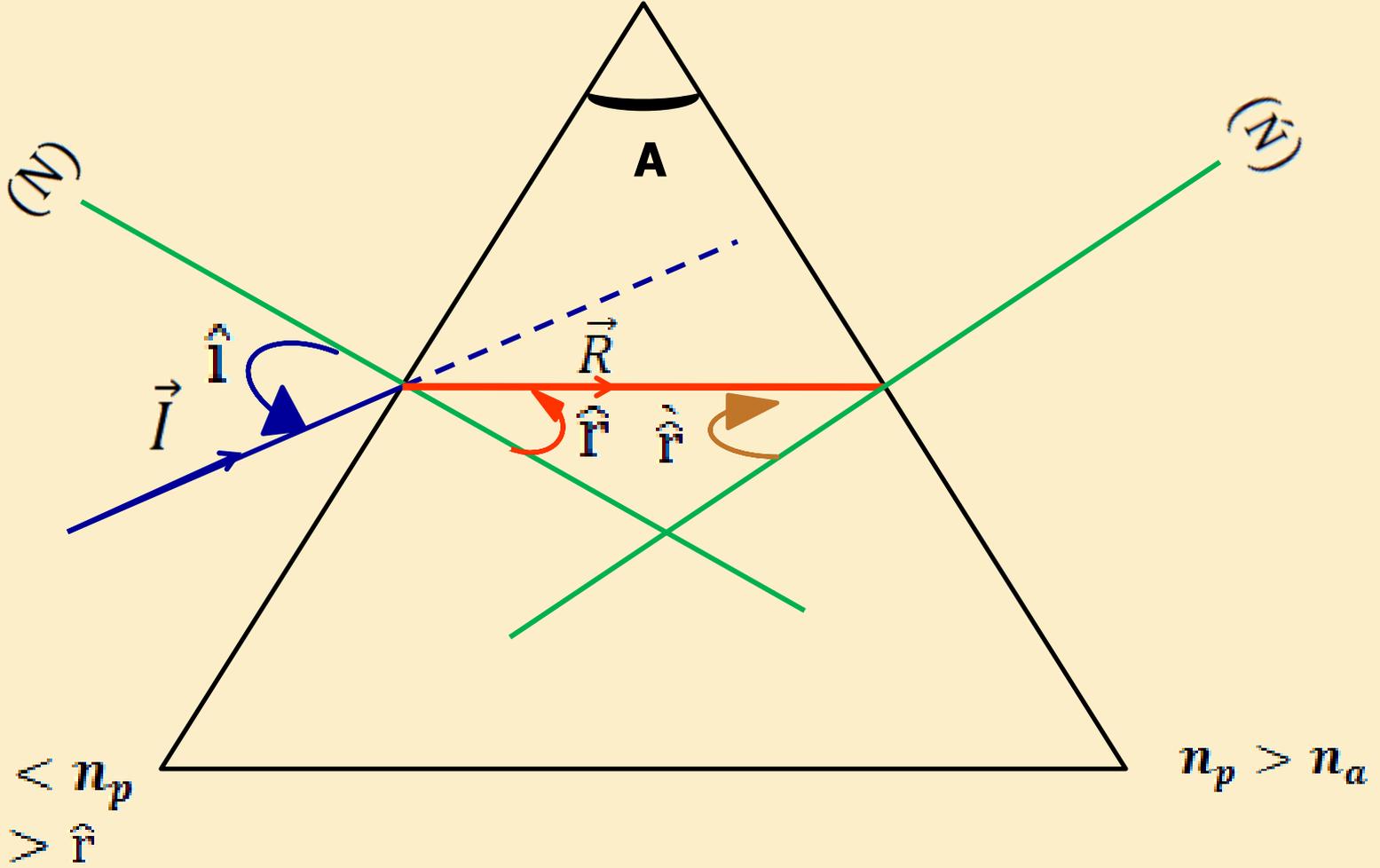
**Phénomène
de Réfraction**

$n_p > n_a$: On doit calculer $i_L = \arcsin\left(\frac{n_a}{n_p}\right)$



**Phénomène
de Réfraction**

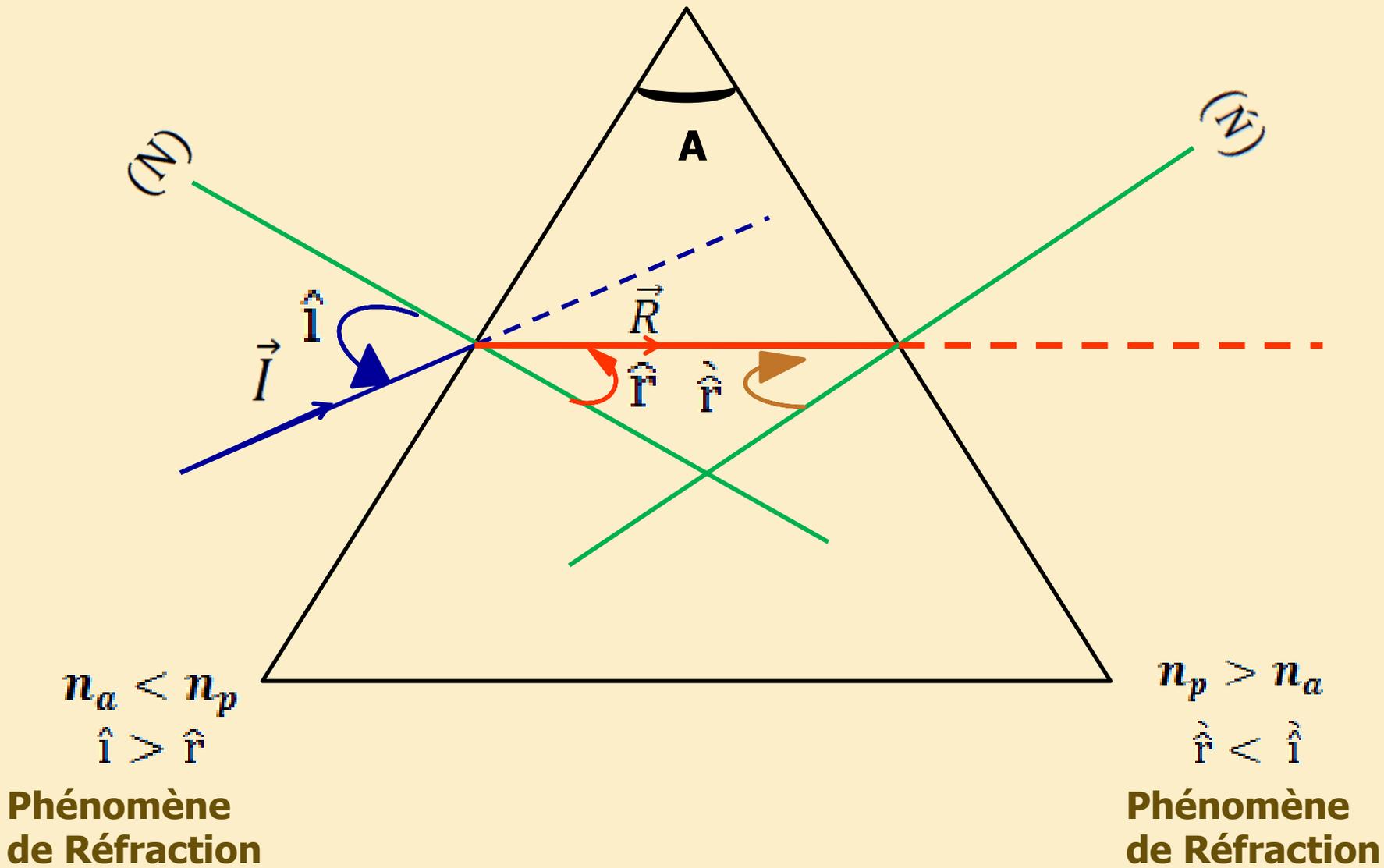
$n_p > n_a$: On a trouvé $\hat{r} < i_L$

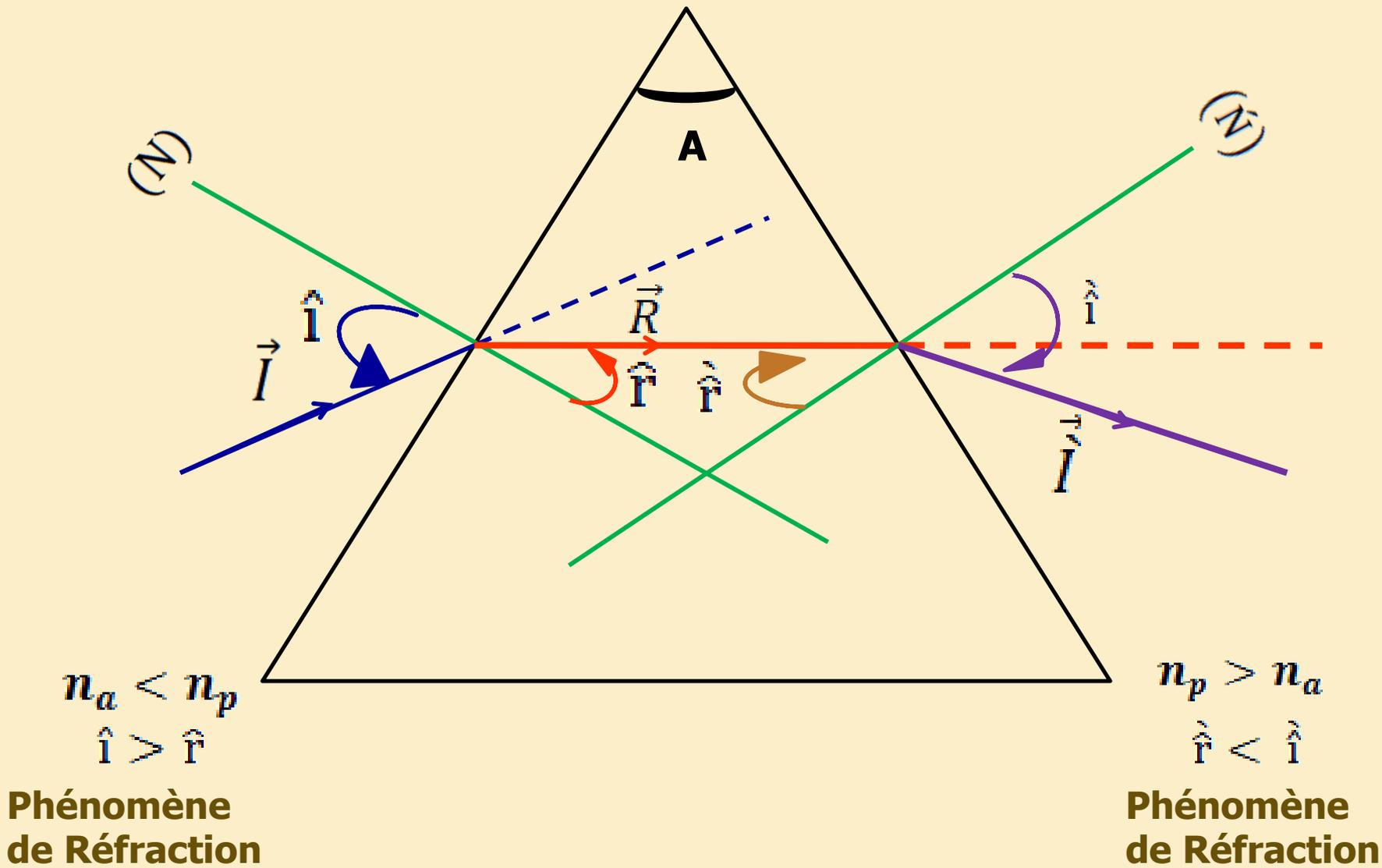


$n_a < n_p$
 $\hat{i} > \hat{r}$

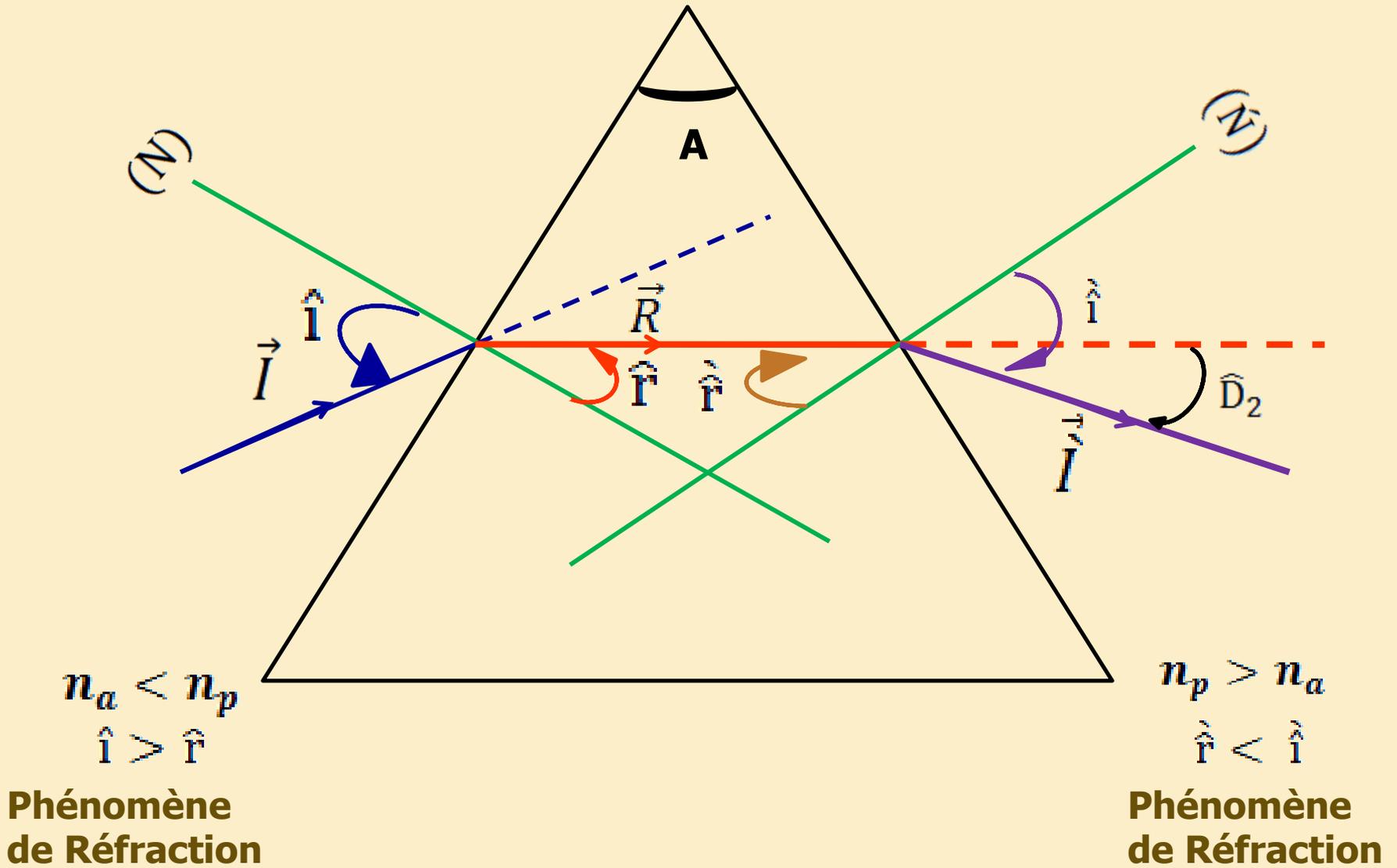
$n_p > n_a$

**Phénomène
de Réfraction**





Deviation : $\widehat{D}_2 = \widehat{i} - \widehat{r}$ (b)



➤ Déviation totale

• Dioptré (air-prisme) : $\widehat{D}_1 = \hat{i} - \hat{r}$ (a)

• Dioptré (prisme-air) : $\widehat{D}_2 = \hat{i}' - \hat{r}'$ (b)

Sachant que $\widehat{A} = \hat{r} + \hat{r}'$

La déviation totale $\widehat{D}_t = \widehat{D}_1 + \widehat{D}_2$

(a) et (b) \longrightarrow $\widehat{D}_t = \hat{i} + \hat{i}' - \widehat{A}$ (*)

➤ Déviation minimale

$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{i} = \hat{i}' = \hat{i}_m \\ \hat{r} = \hat{r}' = \frac{\widehat{A}}{2} = \hat{r}_m \end{array} \right. \quad (*) \longrightarrow \quad \widehat{D}_m = 2\hat{i}_m - \widehat{A}$$

➤ La condition d'émergence

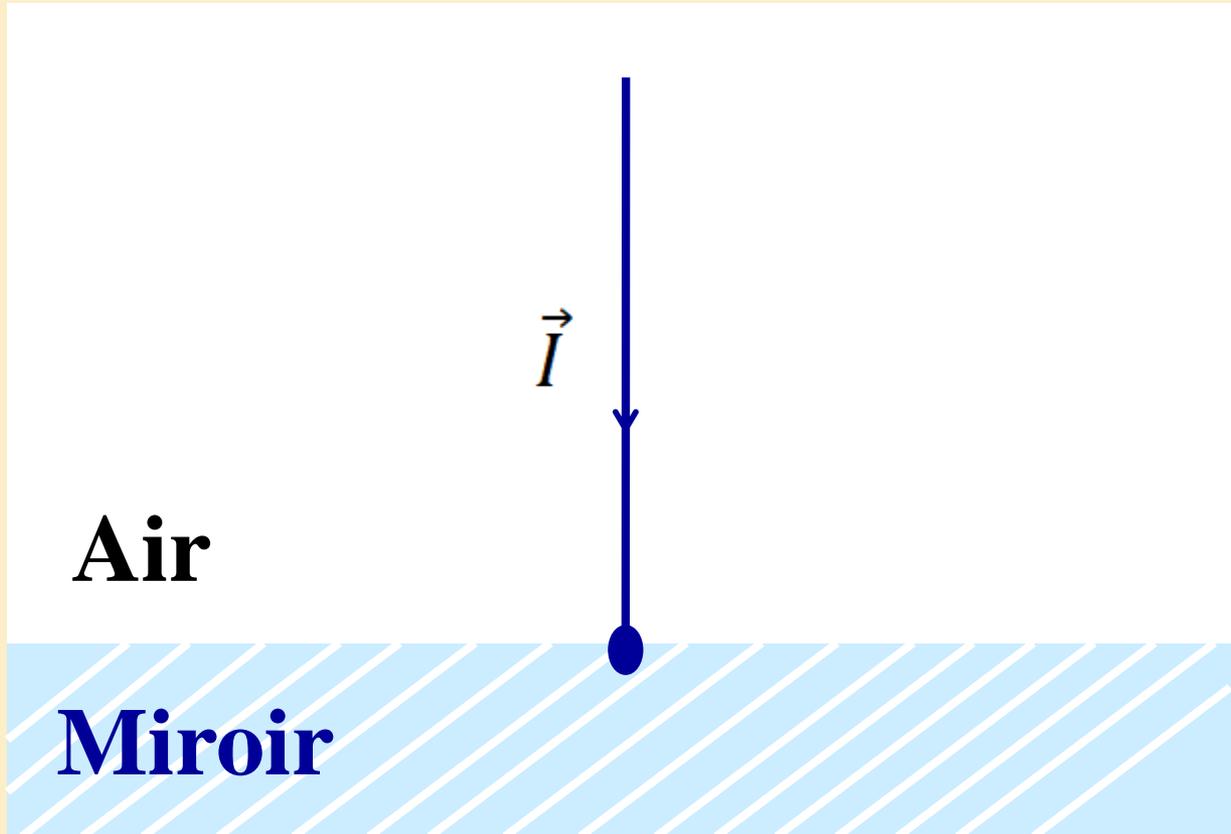
$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{A} \leq 2\hat{P}_L \\ \hat{i} \geq \hat{i}_L \end{array} \right.$$

Remarque

✓ Tout rayon incident **normal** au dioptre **n'est pas dévié.**

Remarque

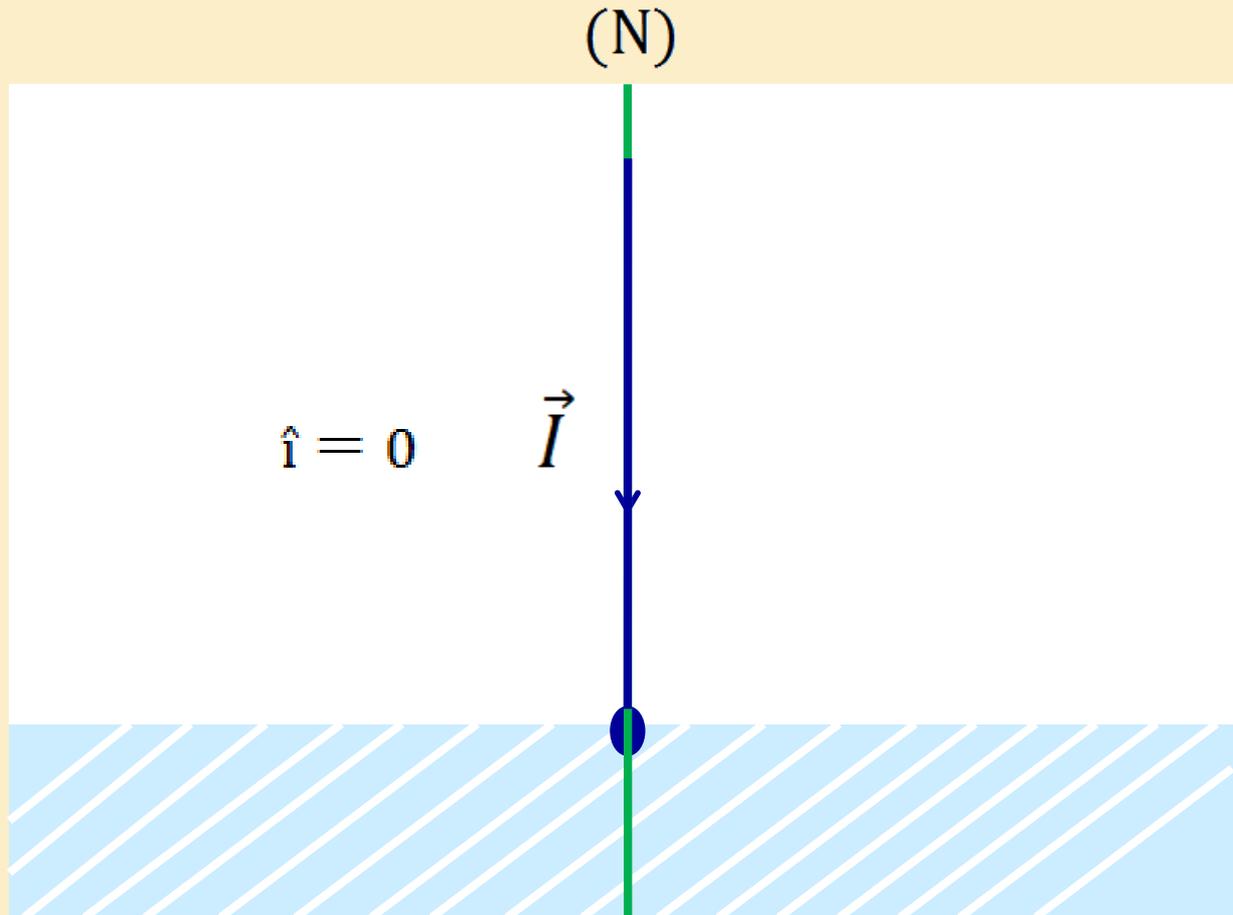
✓ Tout rayon incident **normal** au dioptre **n'est pas dévié**.



Phénomène de Réflexion totale

Remarque

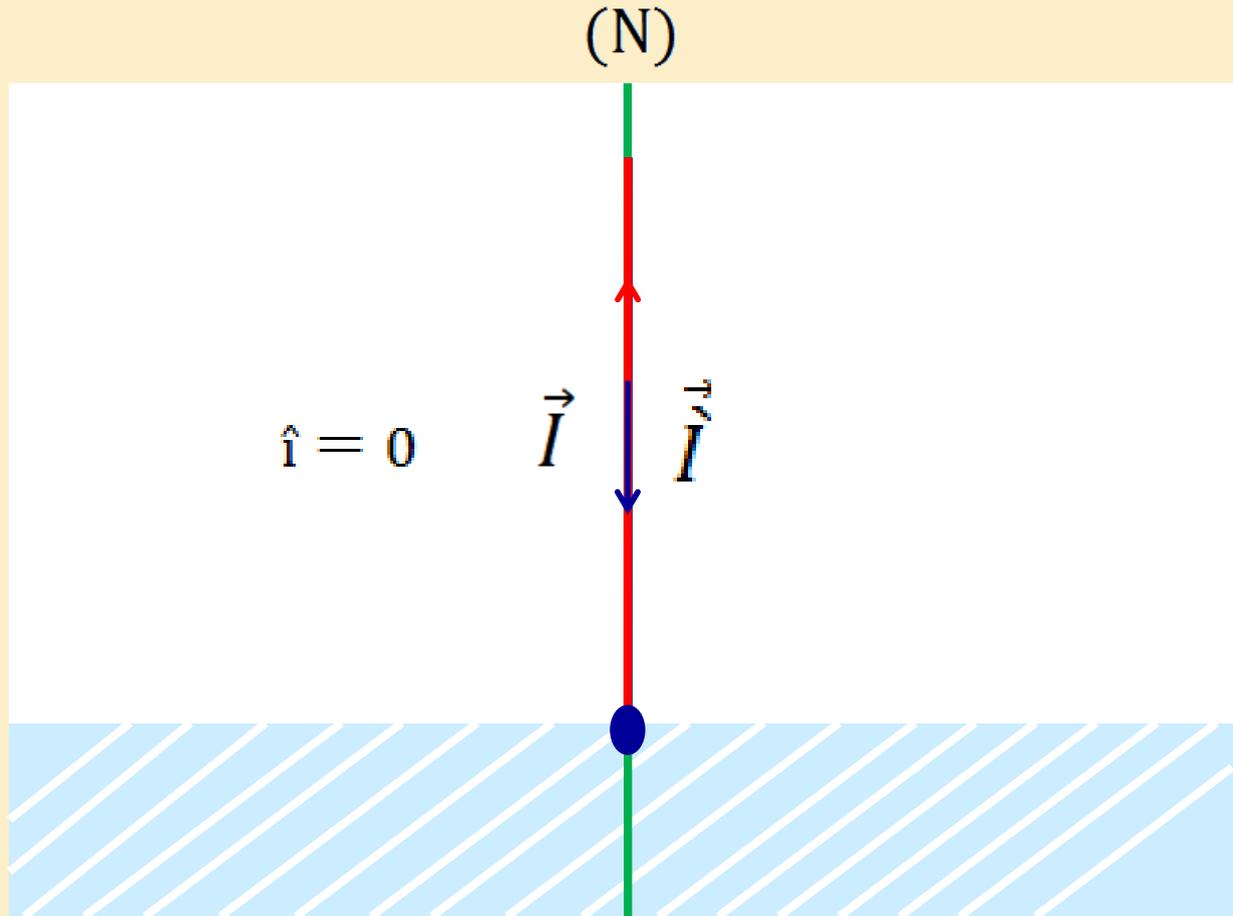
✓ Tout rayon incident **normal** au dioptre **n'est pas dévié**.



Phénomène de Réflexion totale

Remarque

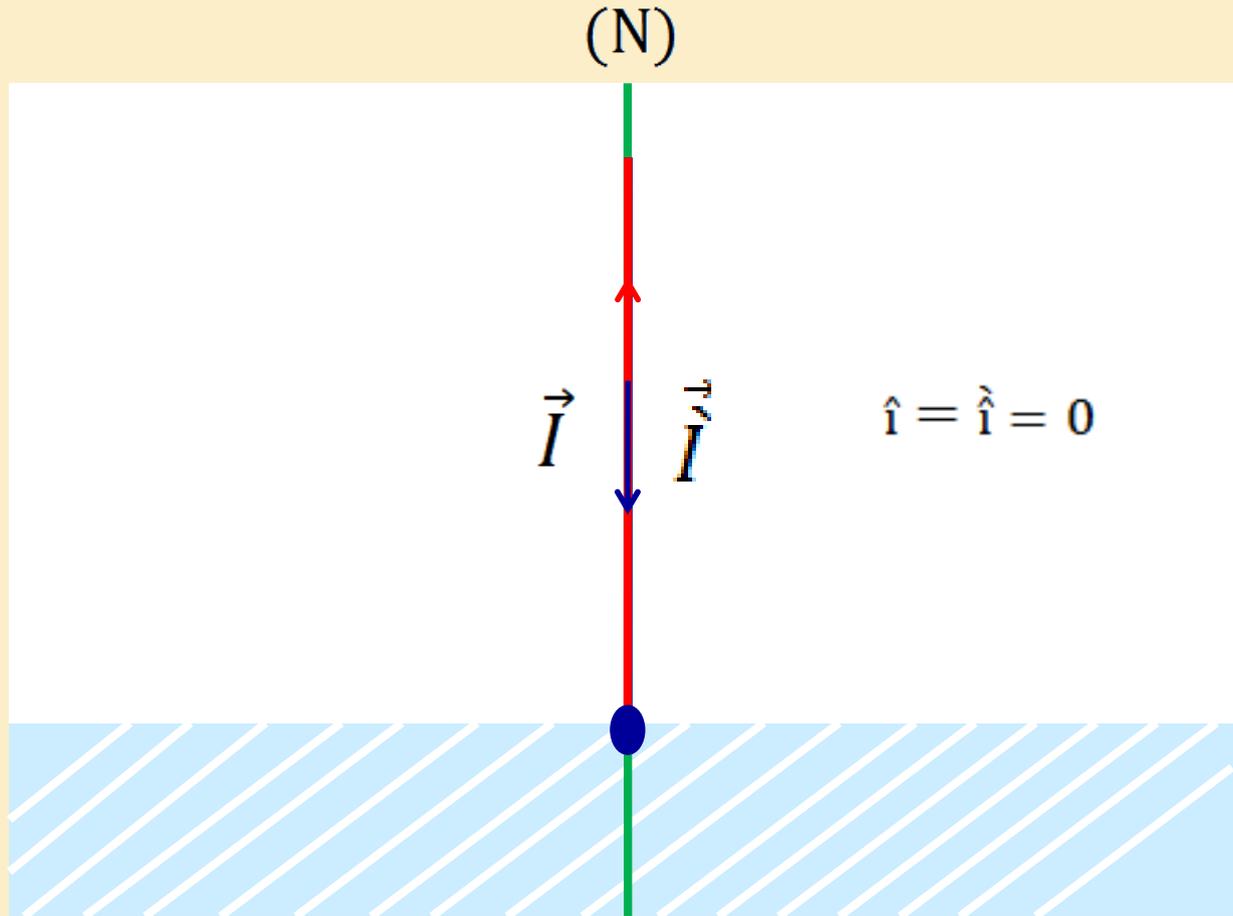
✓ Tout rayon incident **normal** au dioptre **n'est pas dévié.**



Phénomène de Réflexion totale

Remarque

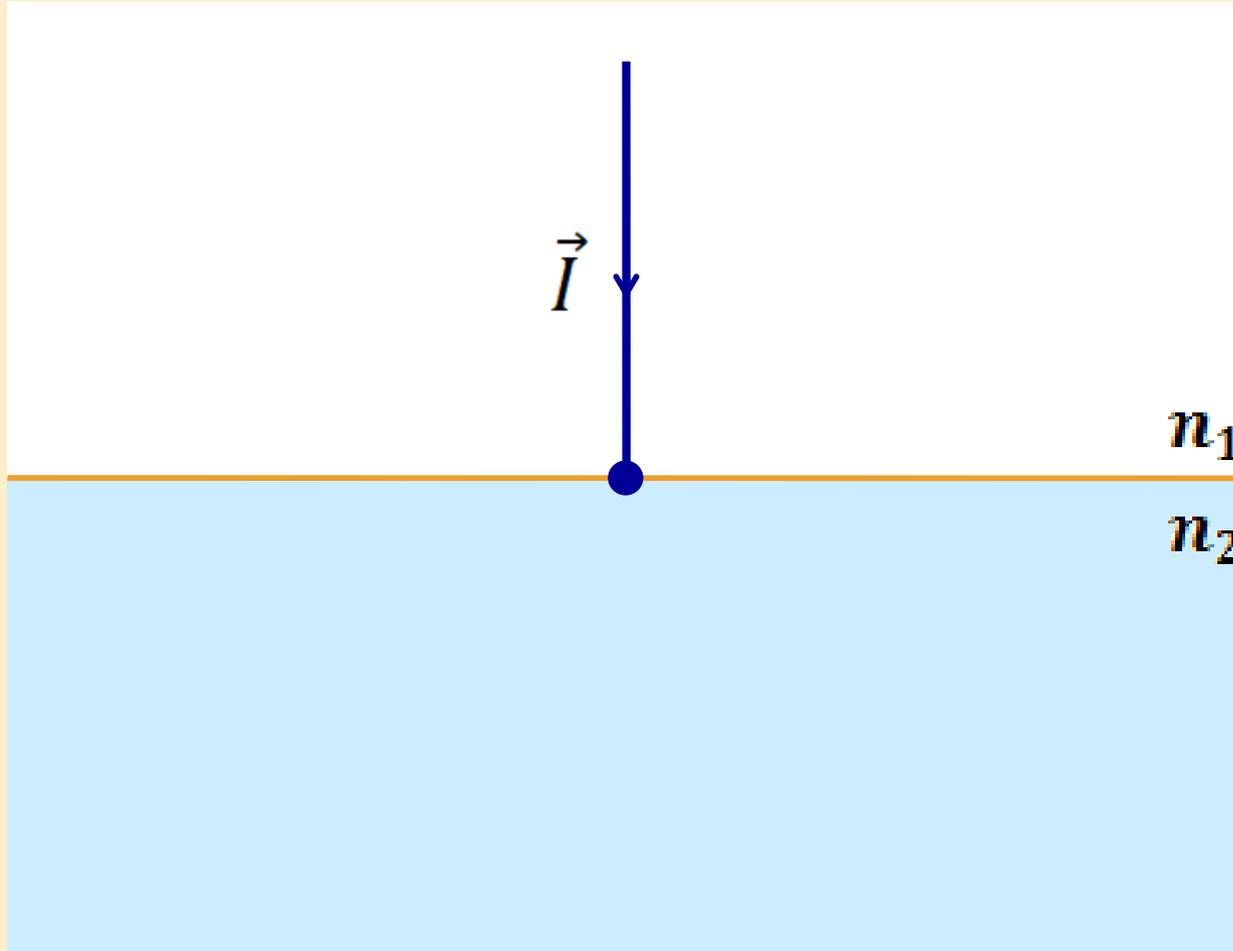
✓ Tout rayon incident **normal** au dioptre **n'est pas dévié**.



Phénomène de Réflexion totale

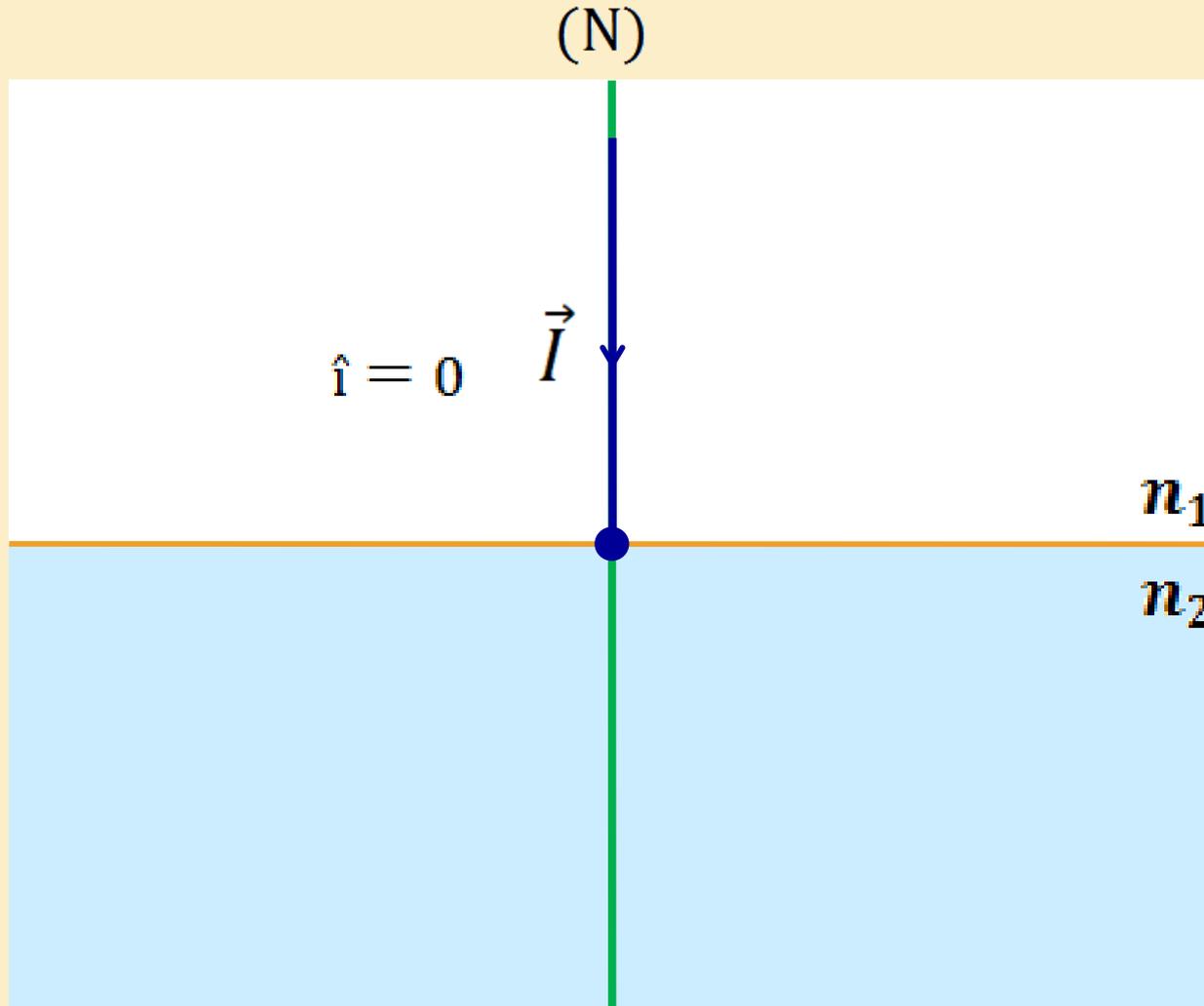
$$n_1 < n_2$$

(N)



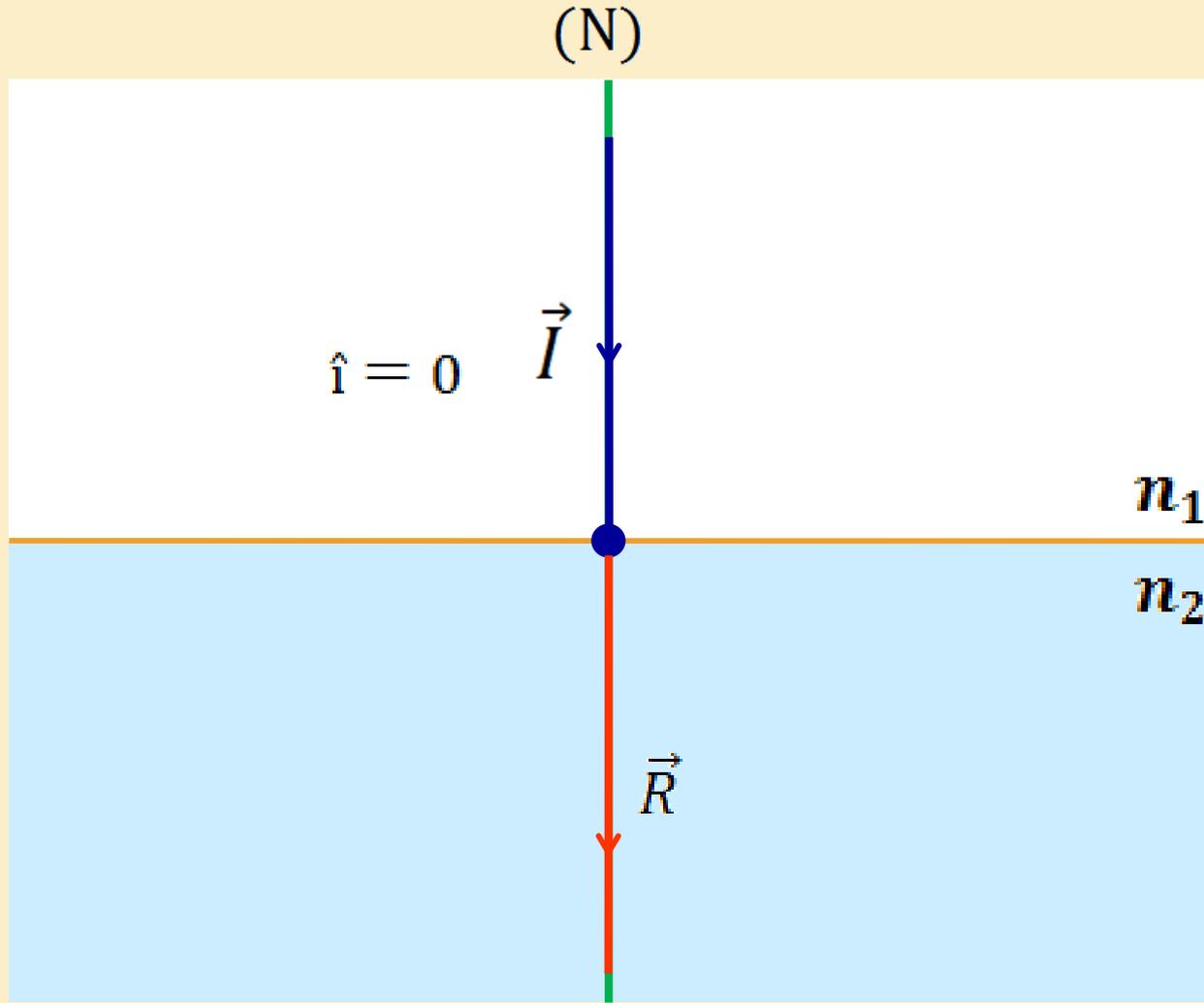
Phénomène de Réfraction

$$n_1 < n_2$$



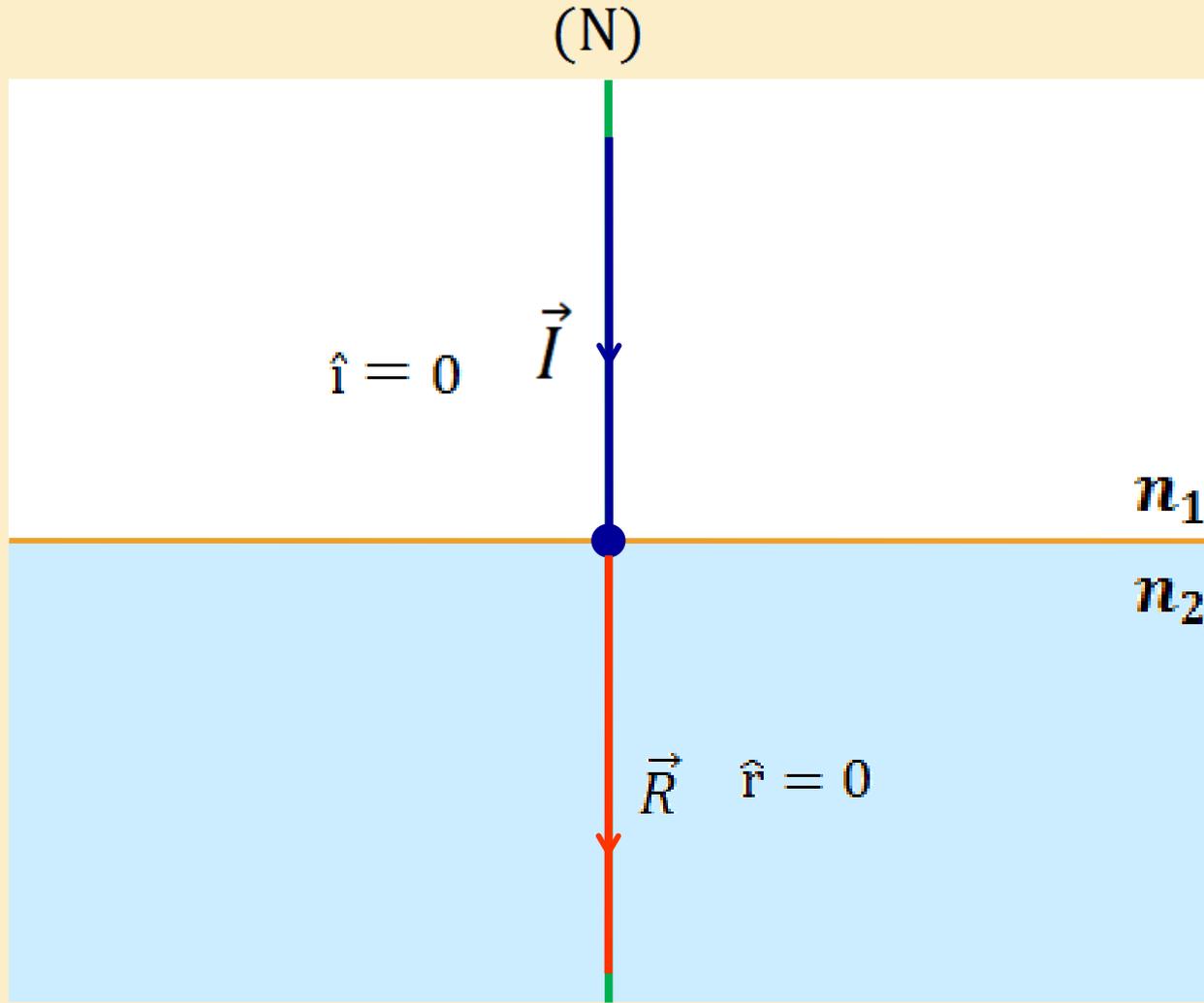
Phénomène de Réfraction

$$n_1 < n_2$$



Phénomène de Réfraction

$$n_1 < n_2$$



Phénomène de Réfraction