

# Détection de la pluie sur un pare-brise par réflexion totale.

## Rappels

La vitesse de la lumière dans le **vide** est  $c = 300\,000\text{ km/s}$  (environ).

Dans aucun autre milieu, la lumière n'a une vitesse supérieure.

Dans l'**air**, la lumière a une vitesse légèrement inférieure à  $c$  ;

mais dans tous les problèmes d'optique, on admet qu'elle y est égale à  $c$ .

L'**indice  $n$**  d'un milieu est égal au rapport entre  $c$  et la vitesse  $V$  de la lumière dans ce milieu :  $n = c/V$ .

L'indice est donc égal à 1 pour le vide et très voisin de 1 pour l'air. Pour tous les matériaux, l'indice est supérieur à 1.

On appelle *dioptre* la surface séparant 2 milieux d'indices différents.

## Réflexion totale entre milieux transparents

La loi de la réfraction de Descartes s'énonce ainsi :  $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$ .

Comme  $\sin i_1$  ne peut pas être supérieur à 1, l'angle  $i_2$  a une valeur maximum

pour  $i_1 = 90^\circ$ ,  $\sin i_2 = n_1/n_2$ .  $i_2 = \text{Arcsin}(n_1/n_2)$ ,  $i_2$  est l'angle limite, souvent appelé  $\lambda$ .

Quand la lumière passe d'un milieu d'indice faible à un milieu d'indice plus fort, il n'y a jamais réflexion totale,

mais seulement un maximum ( $\lambda$ ) pour l'angle de réfraction quand l'angle d'incidence  $i_1$  est de  $90^\circ$ .

Quand la lumière passe d'un milieu d'indice élevé vers un milieu d'indice moins élevé comme l'air,

il y aura réflexion totale quand l'angle d'incidence  $i_1$  est supérieur à  $\lambda$ .

Donc, pour qu'il y ait réflexion totale sur un dioptre, il faut :

- que la lumière passe d'un indice fort à un indice plus petit ;
- que l'angle d'incidence  $i_1$  soit supérieur à l'angle limite  $\lambda$ .

## Détection de la pluie

Le véritable schéma est celui ci-contre :

Un bloc trapézoïdal de plexiglass d'angle  $45^\circ$  est collé au pare-brise (verre).

Une diode envoie un rayon lumineux dans le bloc sous environ  $90^\circ$ .

Ce rayon attaque le pare-brise sous un angle de  $45^\circ$  environ.

Le premier dioptre (D1) ne joue aucun rôle, parce que l'angle d'incidence est voisin de  $0^\circ$  ; la lumière entre dans le prisme.

Le 2e dioptre (D2) n'a pas non plus un fort effet réfléchissant car il sépare 2 milieux (verre et plexiglass) d'indices voisins (1,5).

Le rayon pénètre donc dans le pare-brise à peu près sous l'angle de  $45^\circ$ .

C'est le 3e dioptre (D3) qui joue un grand rôle :

Par **temps sec**, il sépare le verre (indice 1,5) de l'air (indice 1).

Le rayon, sous un angle de  $45^\circ$ , supérieur à l'angle limite  $\lambda$  (env.  $42^\circ$ ), subit donc la réflexion totale (rayon R2) et parvient au détecteur.

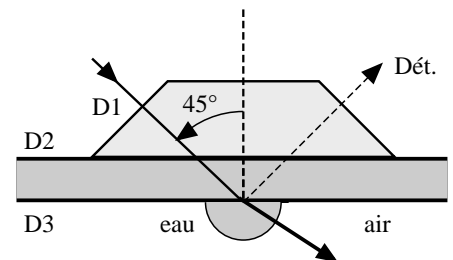
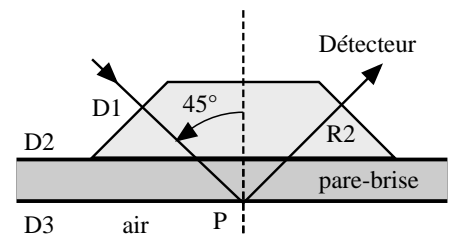
Par **temps de pluie** (fig. du bas), de l'eau se dépose sur le verre.

Au point P, le rayon passe d'un indice 1,5 à 1,3 et non plus de 1,5 à 1 :

L'angle limite  $\lambda$  devient beaucoup plus grand ( $60^\circ$  env.).

La lumière traverse le pare-brise et le récepteur en reçoit beaucoup moins.

Ce manque de lumière déclenche l'essuie-glace.



En réalité, le bloc de plexiglass est beaucoup plus long et plus étroit ; il y a de nombreuses réflexions sur D3, ça ne change rien au principe, mais améliore le fonctionnement de l'appareil.

D'autre part, la face de sortie inclinée du prisme est en général perpendiculaire aux faces principales ;

elle est alors étamée, elle réfléchit la lumière vers un détecteur situé maintenant à côté de la diode émettrice.