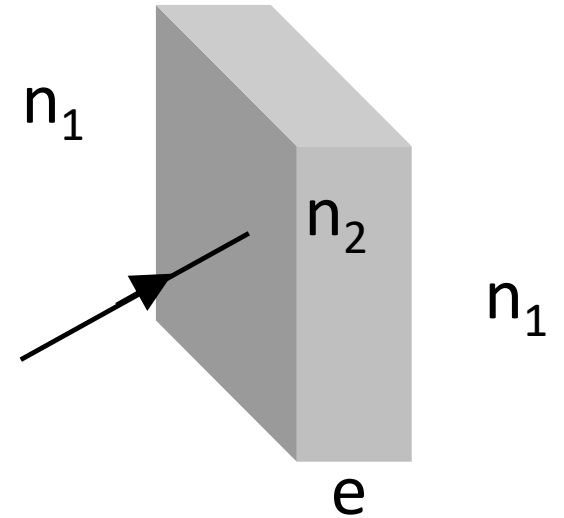


# Lames à faces parallèles, Prismes & Fibres optiques

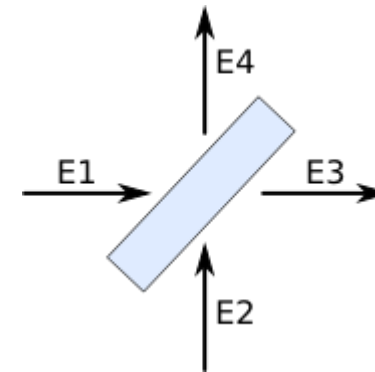
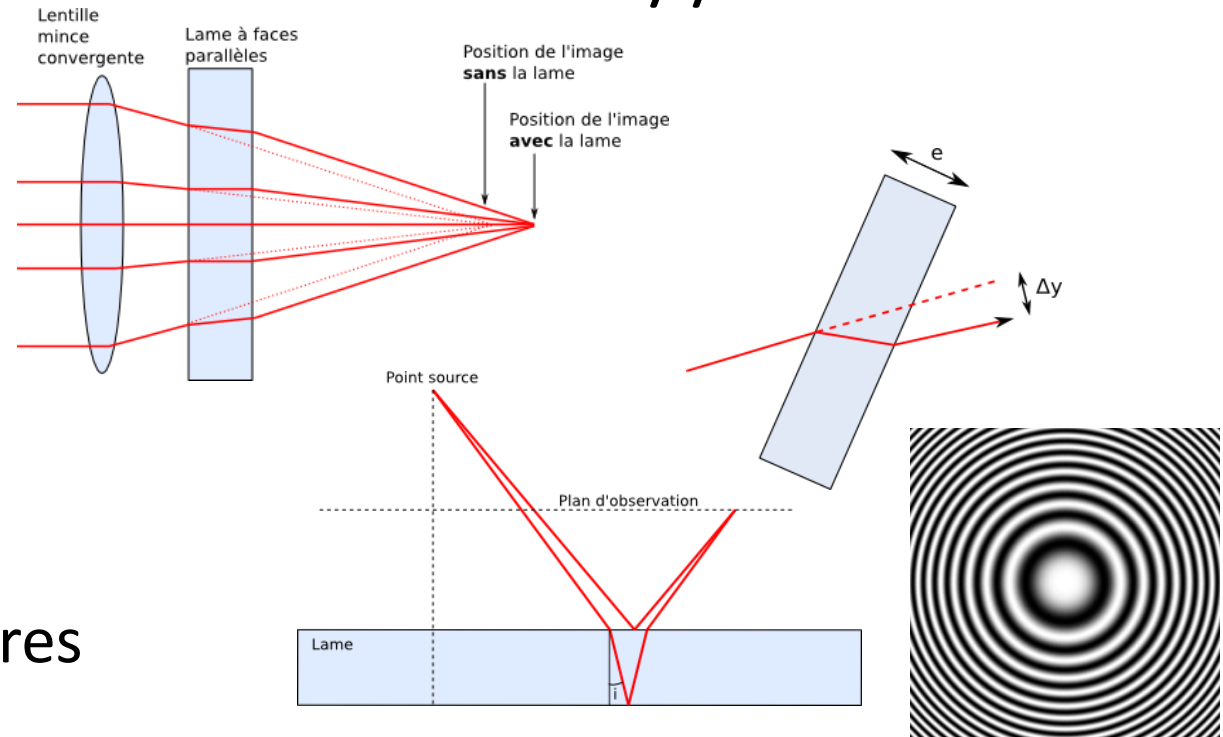
# I. lame à faces parallèles

- Tout milieu limité par deux faces planes parallèles
- Caractérisé par:
  - Son indice  $n_2$
  - Son épaisseur  $e$
- Le milieu environnant possède\* un seul indice  $n_1$  (\*en général)



# Quelques applications des lames à faces //

- Au déplacement longitudinal des images
- Au déplacement transversal
- En interférométrie (TP OO en S2)
- Comme lame séparatrice des interféromètres
- Support de miroir dichroïque
- ...



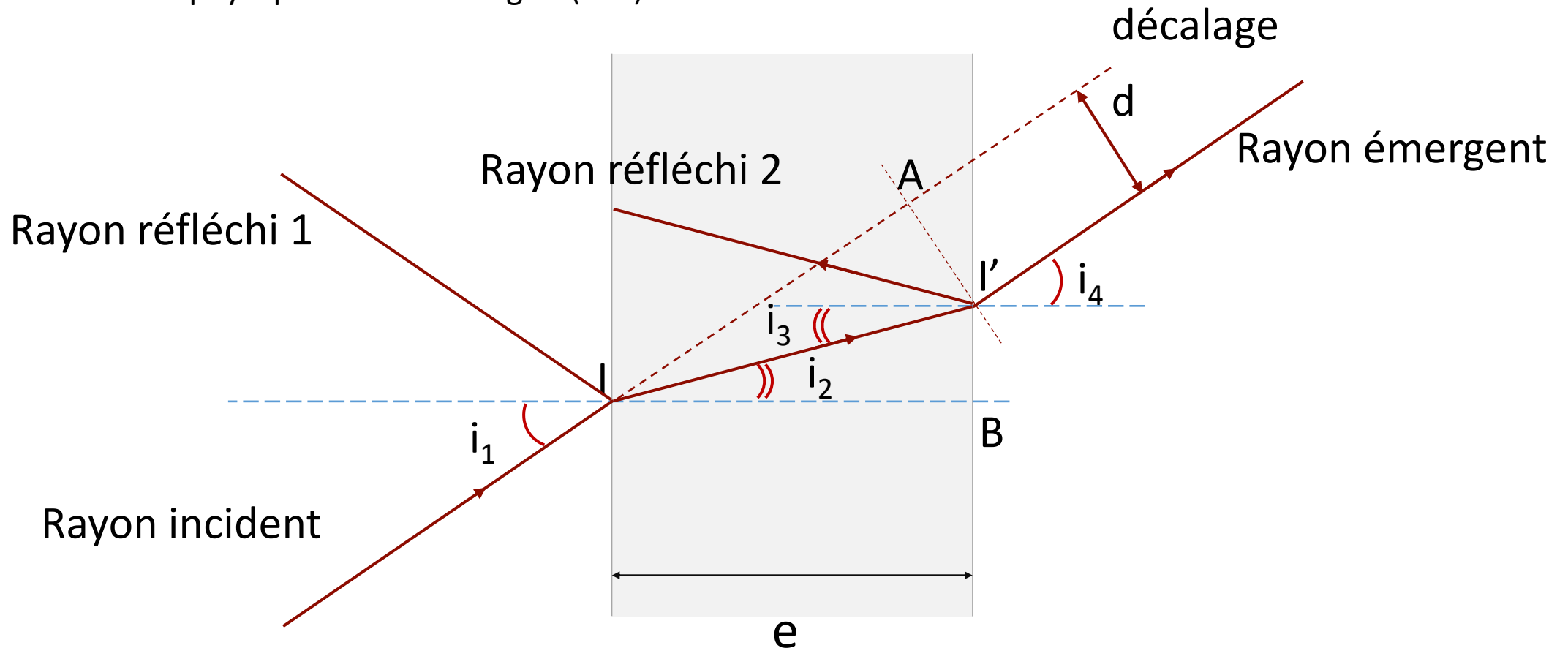
Wiki Lames à faces //



## Exercice 1 p 45 : lame à faces parallèles - Trajet à travers une lame, décalage aux petits angles

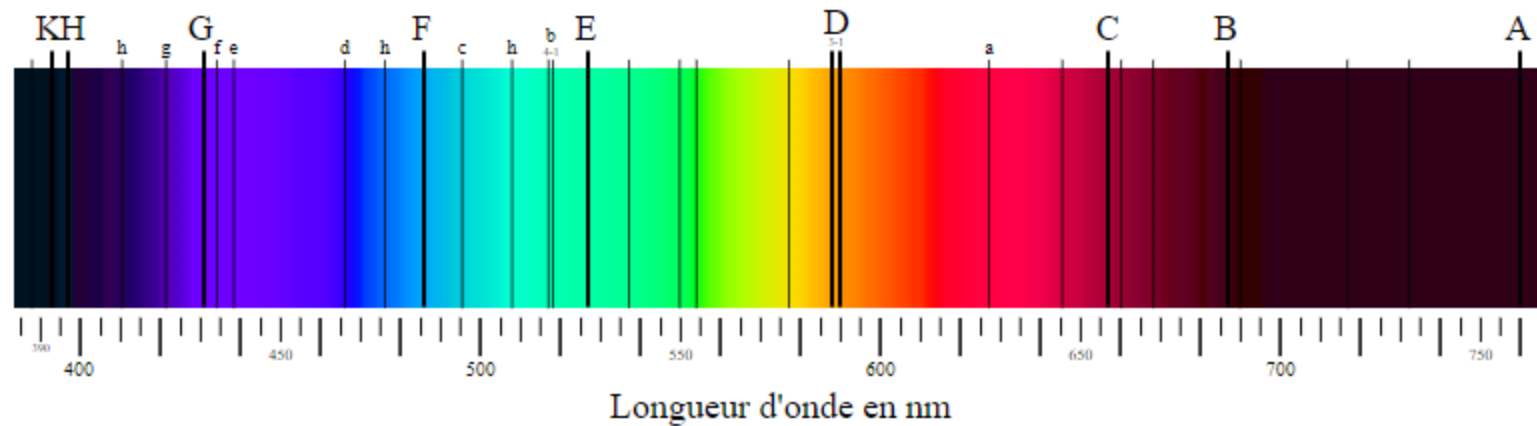
Point Méthode :

- Tracer la marche des rayons (s'aider des normales et des indices, si le milieu d'arrivée est + réfringent le rayon se rapproche...)
- Géométriser la figure avec identifications des angles et des sommets des triangles
- Établir les relations géométriques entre les angles (chercher les triangles)
- Établir les relations physiques entre les angles (LSD)



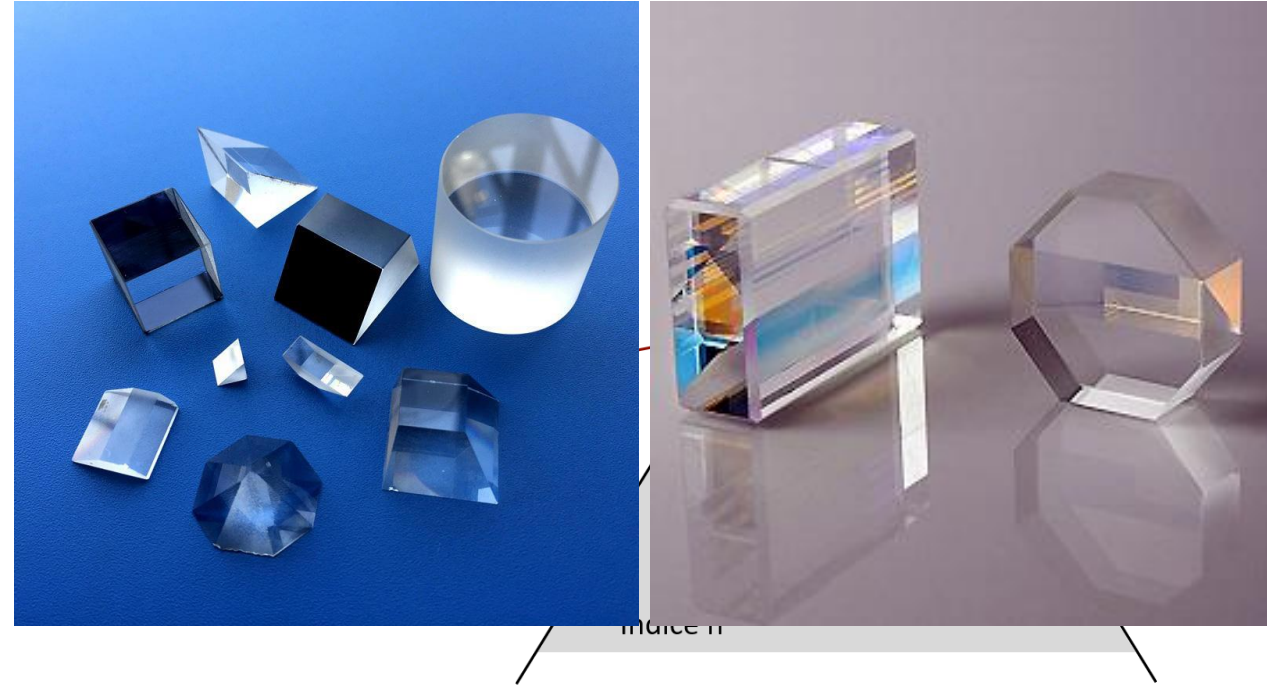
# II. Prismes

Prismes utilisés par Fraunhofer vers 1810 pour découvrir les raies d'absorption solaire



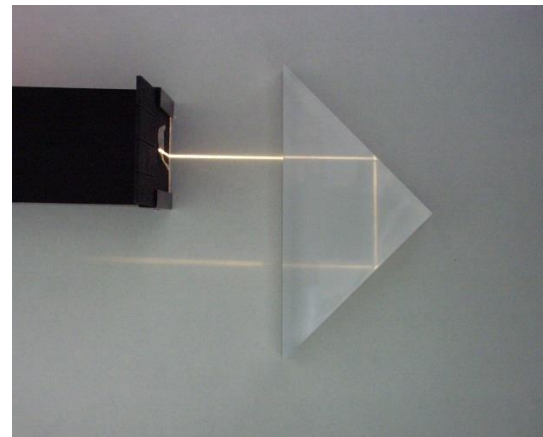
# Caractéristiques

- Bloc de verre taillé avec deux bases //
- Classiquement sur une base triangulaire
- Indice  $n$
- Sommet  $S$
- Angle au sommet  $A$
- Déviation  $D$



# Utilisations

- Déflexion de faisceau
- Dispersion de faisceau
- Correction
- ...





## Exercice 2 p 46 : Déviation d'un rayon lumineux par un prisme dans l'air

- Tracer la marche des rayons (s'aider des normales et des indices)
- Géométriser la figure avec identifications des angles et des sommets des triangles

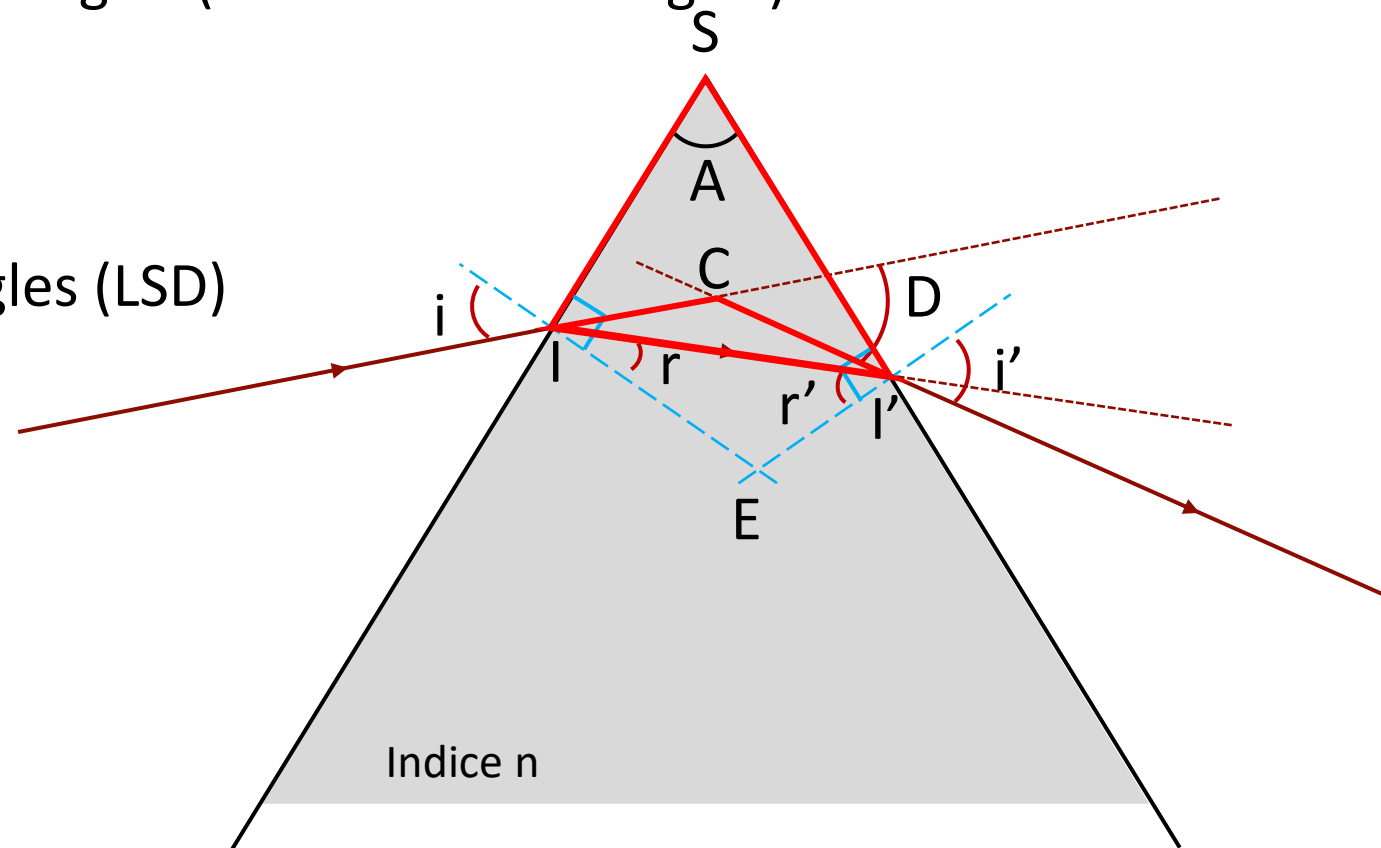
Établir les relations géométriques entre les angles (chercher les triangles)

- Sommet :  $A = r + r'$
- Déviation :  $D = i - r + i' - r' = i + i' - A$

Établir les relations physiques entre les angles (LSD)

- $r = \text{Arcsin}(\sin(i)/n)$
- $r' = A - r$
- $i' = \text{Arcsin}(n * \sin(r'))$

➤ Ce qui permet de calculer D



Exercice 3 p 46 : Calcul d'angles de déviation dans un prisme

i	r	r'	i'	D
30	19,47	40,53	77,10	47,10
40	25,37	34,63	58,47	38,47
48,59	30,00	30,00	48,59	37,18
50	30,71	29,29	47,21	37,21
70	38,79	21,21	32,87	42,87

A l'aide des relations obtenus dans l'exercice précédent, on peut calculer r, r', i' et D pour différentes valeurs de i.

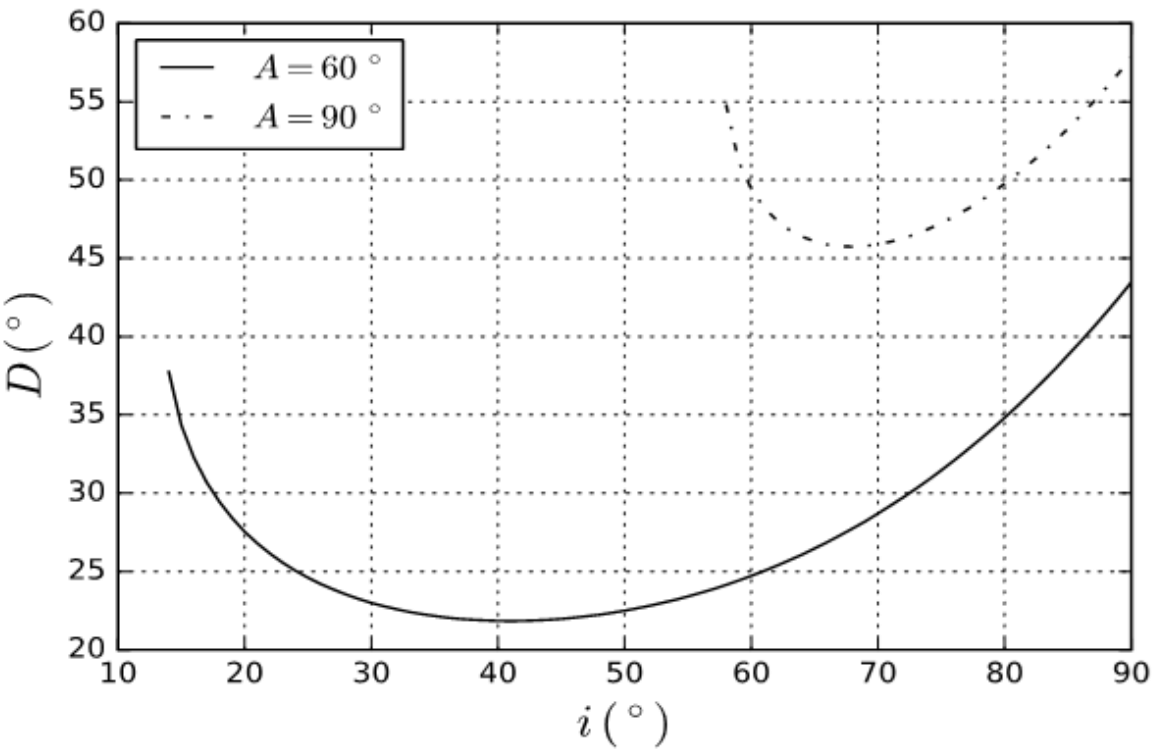
➔ On constate qu'il **existe une valeur i qui conduit à une déviation minimum Dm** (observée en TP d'optique)  
Et que **dans cette configuration i' = i et r = r'**.

Le graphe ci-contre montre que Dm dépend de A.

Avec les relations précédents, on montre que si on connaît A et Dm pour un prisme et un rayon lumineux alors on peut remonter

à l'indice : 
$$n = \frac{\sin\left(\frac{Dm+A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}.$$

La déviation passe par un minimum qui dépend de l'angle au sommet A





# Bonus : Arc en ciel, quelques apports de l'optique géométrique

## Ressources :

- <http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/arcenciel.xml>
- [http://pfz.free.fr/arc\\_en\\_ciel.htm](http://pfz.free.fr/arc_en_ciel.htm)
- <https://sites.google.com/site/theoriedelarcenciel/2---theorie-simplifiee>

Arc secondaire

Bande sombre d'Alexandre

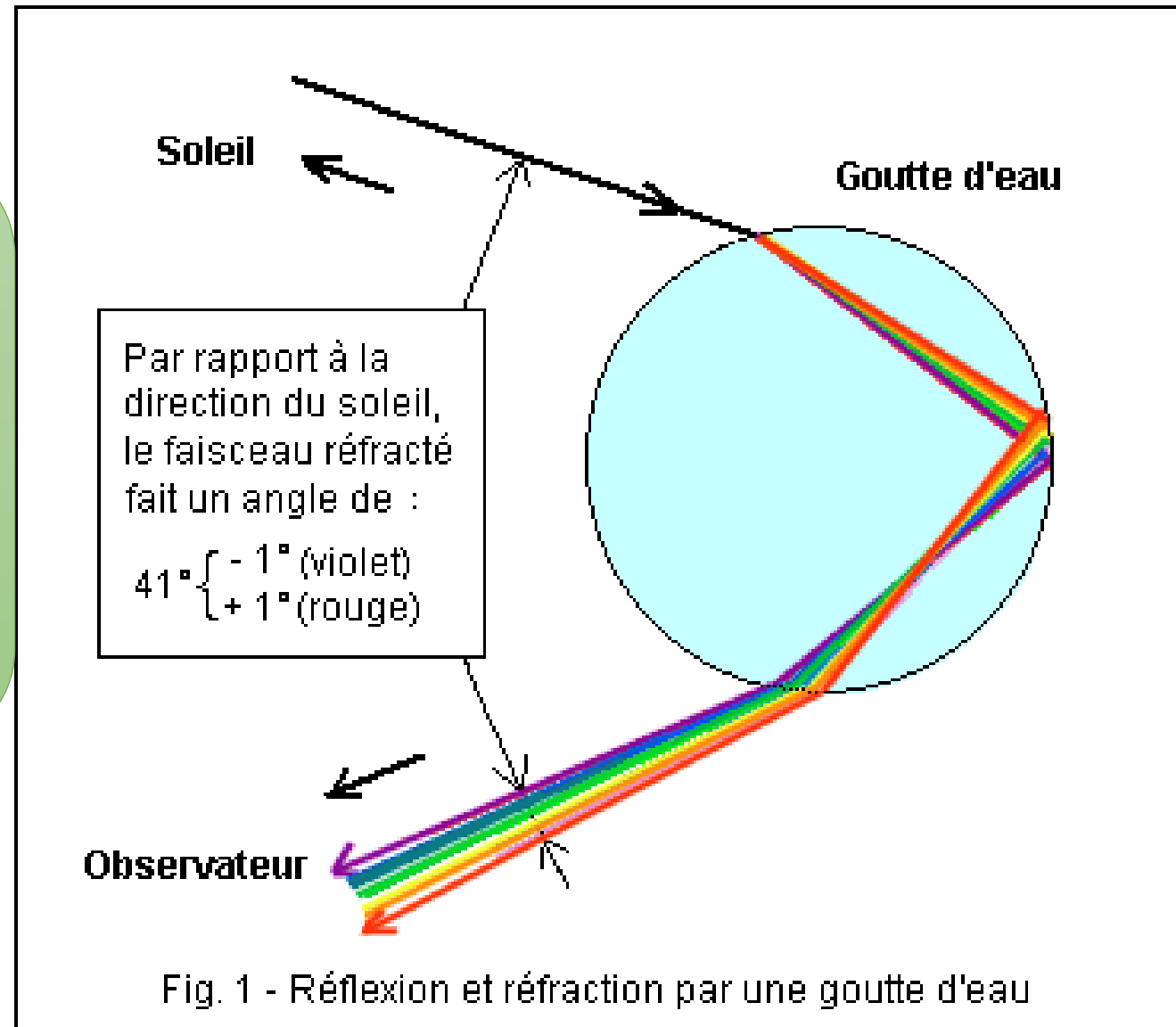
Arc primaire



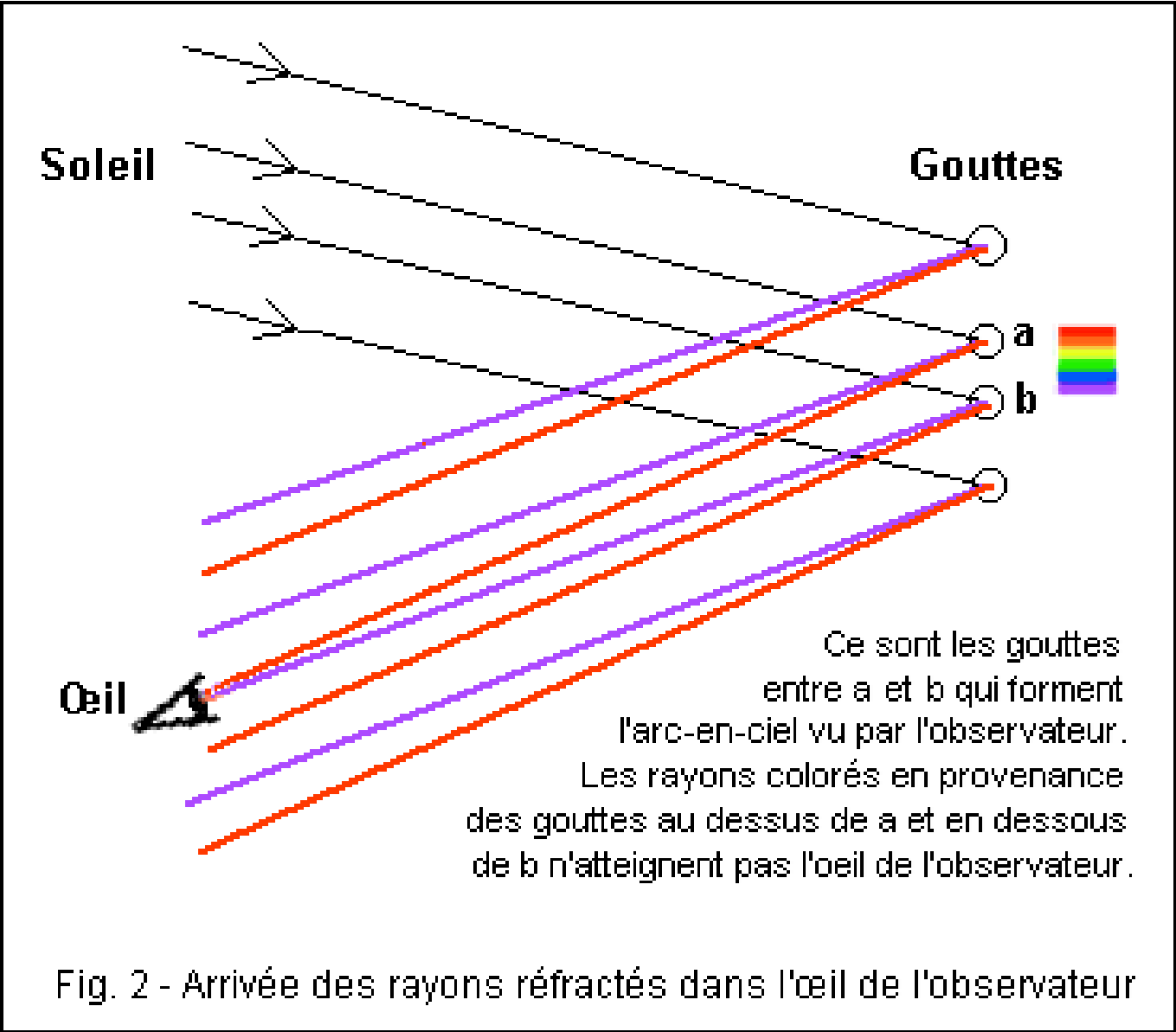
# Pourquoi l'arc-en-ciel dans certaines directions?

Lorsque les rayons lumineux entrent dans une goutte d'eau supposée sphérique, ils peuvent subir des réflexions et de réfractions.

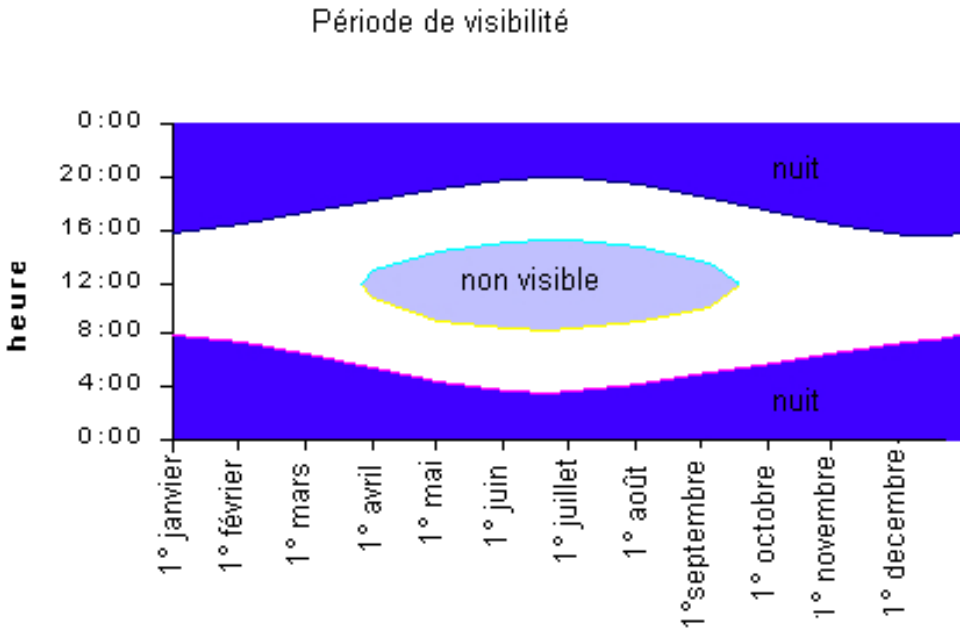
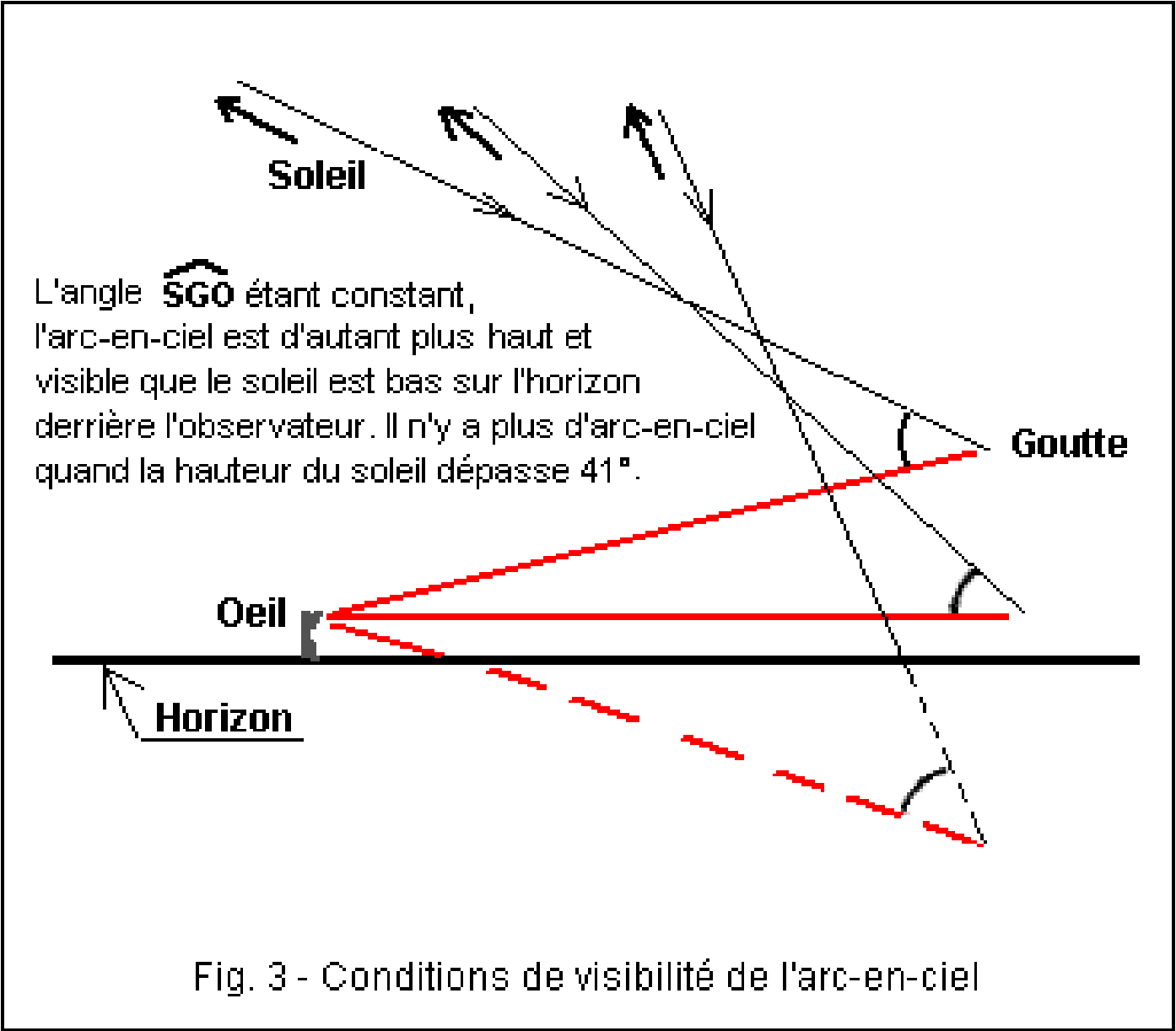
Dans une goutte d'eau, les rayons en provenant du soleil étant considérés comme parallèles, les rayons lumineux émergents forment un angle particulier avec la direction du soleil POUR CHAQUE COULEUR.



# Origine de l'empilement des couleurs dans le premier arc-en-ciel observé



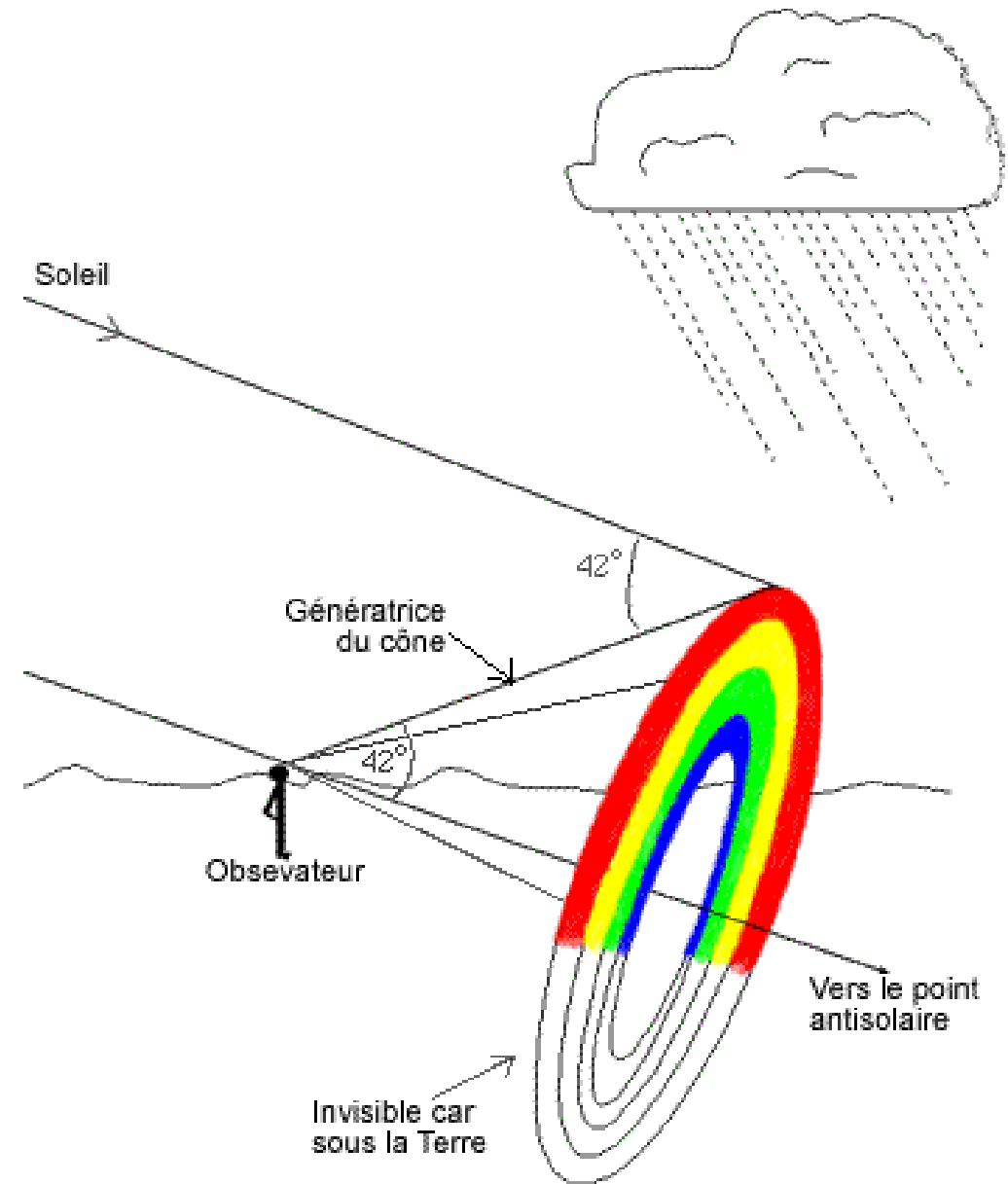
# Pourquoi les arc-en-ciel ne sont pas visibles à tous moments de la journée en toutes saisons?



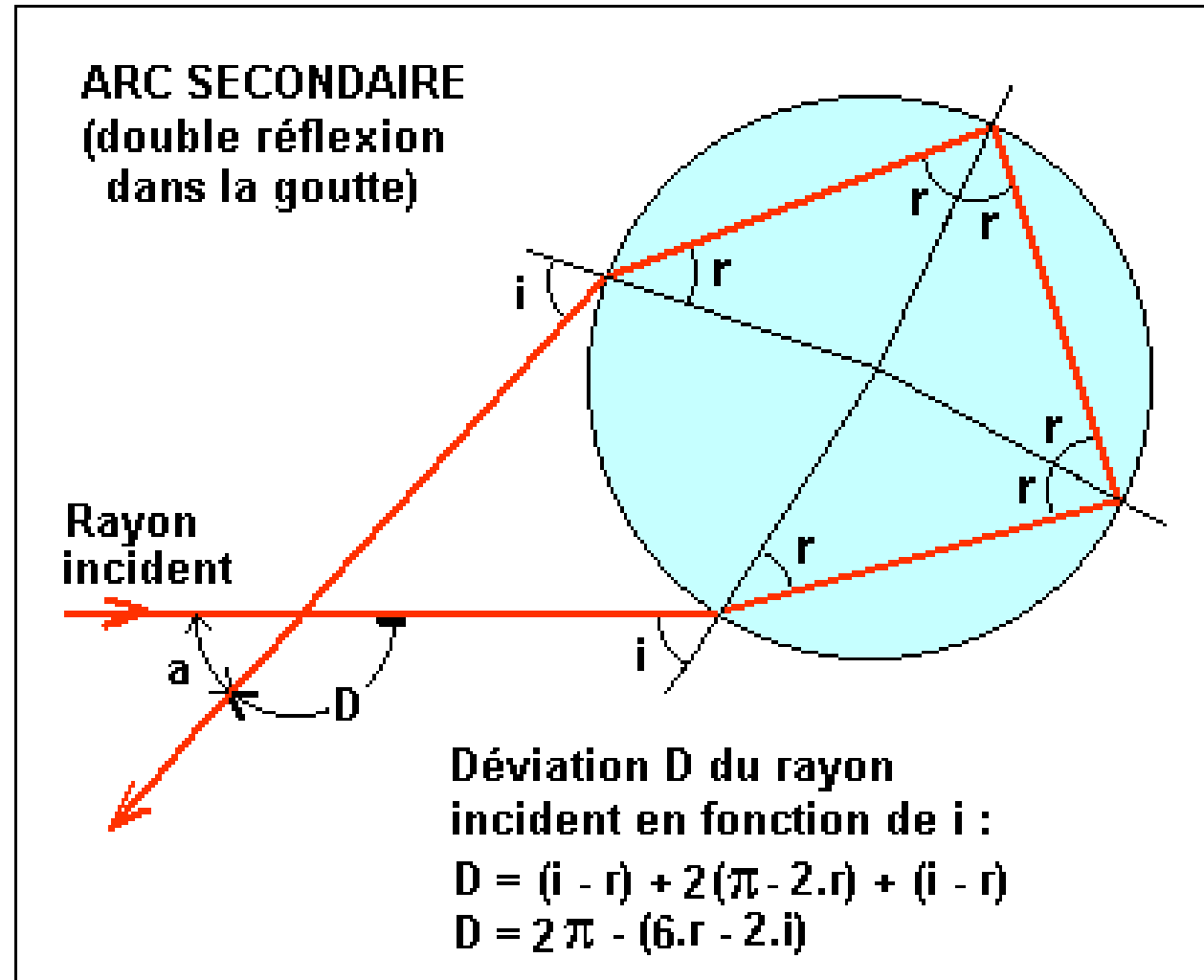
# Caractéristiques géométriques de l'arc-en-ciel

Chaque observateur observe SON arc-en-ciel constitué par les rayons lumineux ayant un angle déterminé par la longueur d'onde lumineuse.

Pour que l'angle des rayons allant des gouttes à l'œil de l'observateur soit conservé, l'ensemble des gouttes sources doivent se trouver à l'intersection d'un cône partant de l'œil et coupant le rideau de pluie, cela donne un arc. Dans certaines conditions, l'on peut observer un cercle-en-ciel...



# Trajet lumineux dans la goutte pour l'observation de l'arc secondaire

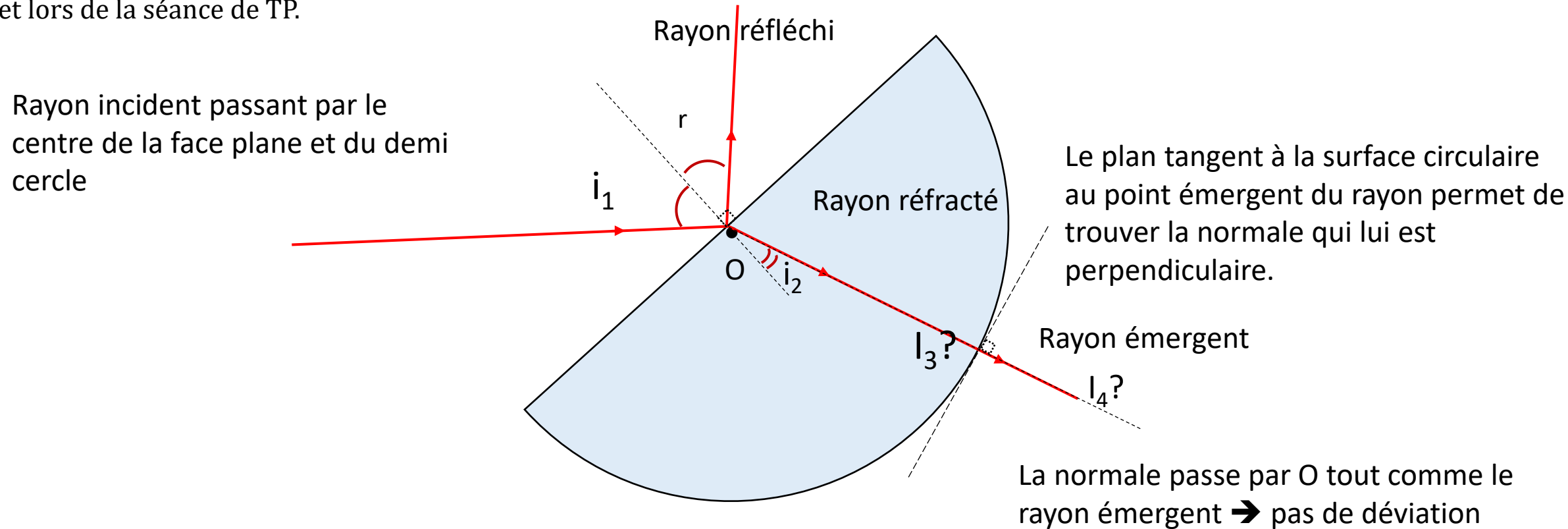




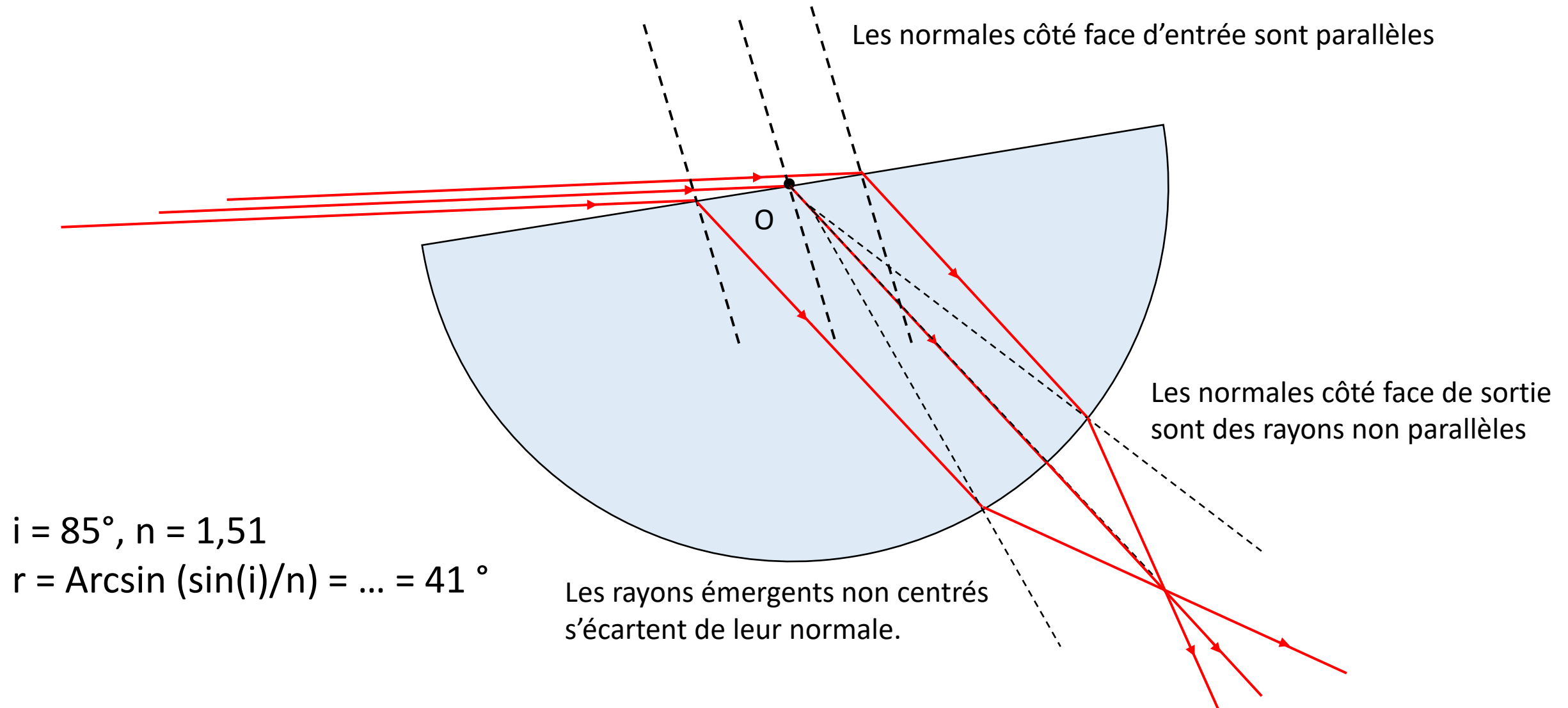
## Exercice 4 p 47 : Entrée par la face plane du demi-cylindre, y-a-t-il déviation pour le rayon émergent dans ce cas?

Un rayon lumineux entre au milieu de la face plane d'un demi-cylindre d'indice inconnu. L'angle d'incidence  $i_1$  a une valeur quelconque. On note les angles successifs  $i_2, i_3, i_4$ .

- 1) Faire un schéma. ➔ **A chaque frontière (dioptre plan ou pas plan) réfléchir à la normale correspondante.**
- 2) Lorsque  $i_1$  est connu, déterminer les angles  $i_2, i_3, i_4$  (rédiger les justifications). ➔ **Rédiger LSD pour les angles.**
- 3) Un tel rayon est-il dévié (réfracté) à la traversée de la face de sortie du demi-cylindre ? Comparer aux observations faites à ce sujet lors de la séance de TP.



## Exercice 5 p 47 : (facultatif) Faisceau émergent pour des fortes incidences



# Exercice 6 p 47 : Prisme à réflexion totale

Dans un dispositif optique se trouve un prisme 45° - 90° - 45°.  
Un rayon arrivant dans l'air sur une de ses petites faces, avec une incidence nulle, doit être réfléchi totalement sur la grande face.

- 1) Faire un schéma avec le prisme, la construction du rayon, les différents angles.
- 2) Quelle gamme de valeurs est possible pour l'indice du matériau ?

Aide : se placer d'abord dans le cas d'un matériau dont l'indice aurait juste la valeur frontière, puis examiner le cas de chaque côté de cette frontière.

- 3) Du plexiglas (n = 1.51), du verre (n = 1.47 - 1.74), de l'eau (n = 1.33) peuvent-ils convenir ?

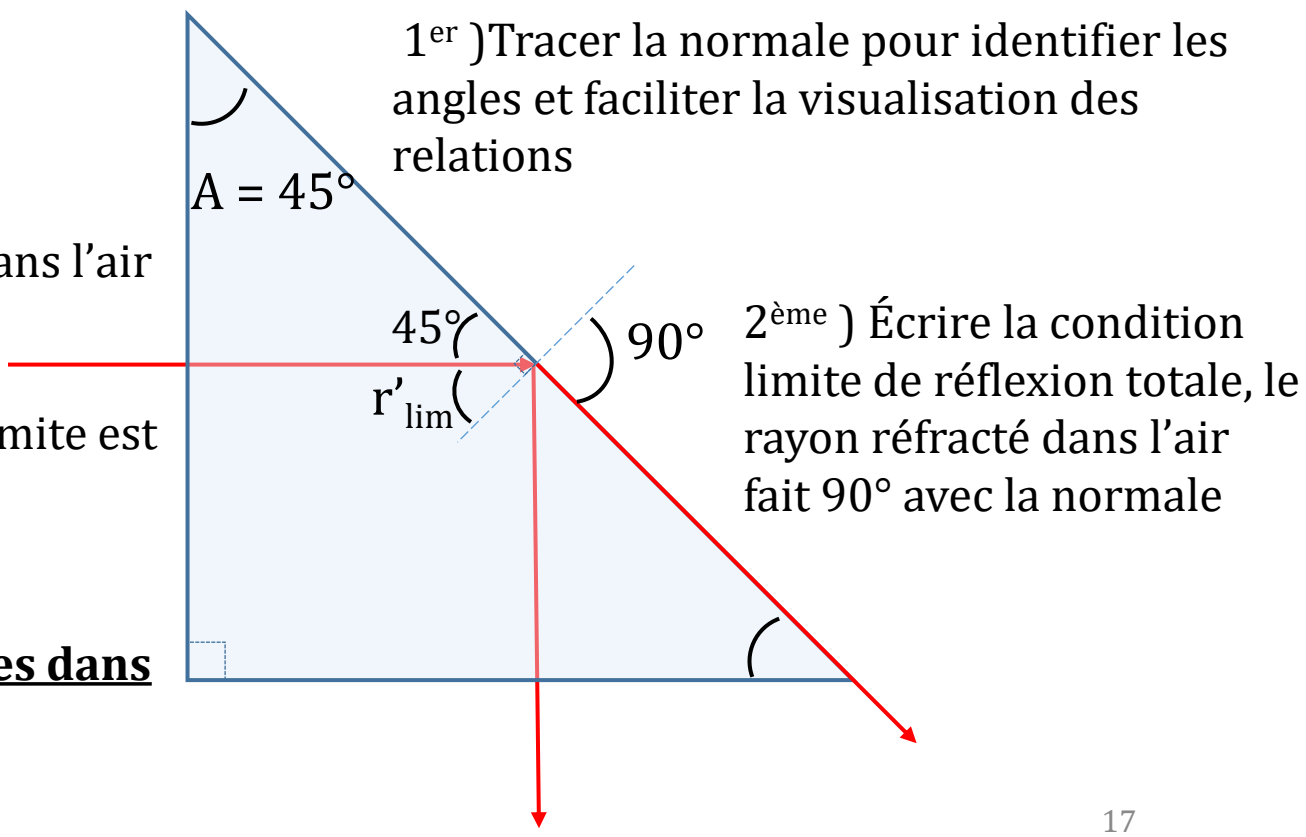
3<sup>ème</sup> ) Appliquons SD  
 $n \cdot \sin(r'_{lim}) = 1,00 \cdot \sin(90)$   
Or  $r'_{lim} = 45^\circ$   
Donc  $n = \frac{1}{\sin(45^\circ)} = \sqrt{2} = 1,414.$

Autrement dit, l'indice qui conduit à une réfraction à 90° dans l'air pour une incidence à 45° dans le milieu n est n = 1,414.

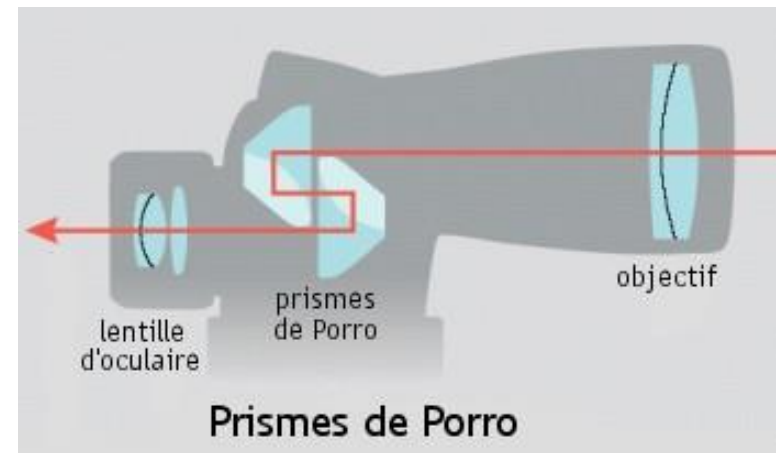
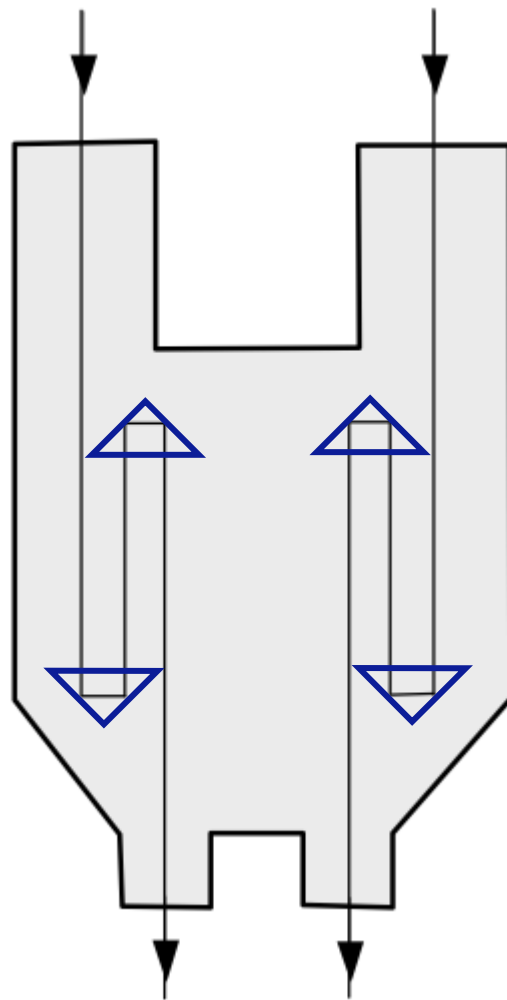
Par ailleurs, pour un indice donné n, l'angle de réfraction limite est donné par:  $r'_{lim} = \text{Arcsin}(1/n)$

**Si n > 1,414** alors  $r'_{lim} < 45^\circ$ , donc pour  $r' = 45^\circ$  (dans la configuration de l'expérience) on a  $r' > r'_{lim}$  et **nous sommes dans des conditions de réflexion totale.**

Tous les milieux vérifiant cette condition conviendront...



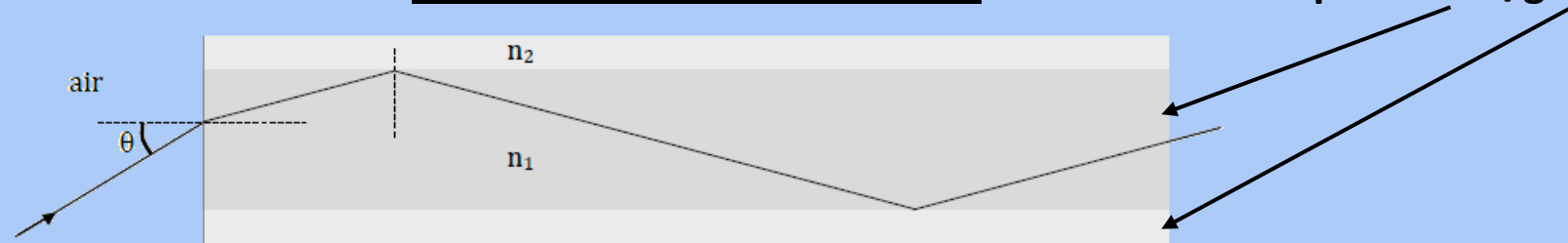
Ce type de prisme peut être utilisé comme miroir dans les jumelles (entre autre) pour raccourcir la taille des jumelles tout en conservant des lentilles de grandes focales pour le grossissement.



# III. Fibre optique

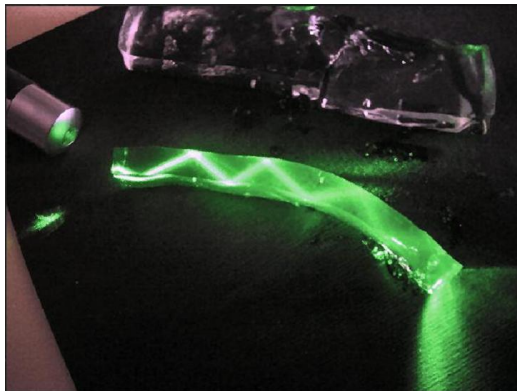
Une fibre optique se compose de trois parties : le **cœur**, la **gaine** et la **protection plastique**. L'indice de réfraction du cœur est supérieur à celui de la gaine.

Le principe de ce guide optique est d'être dans les conditions de réflexion totale au niveau du dioptré cœur/gaine.



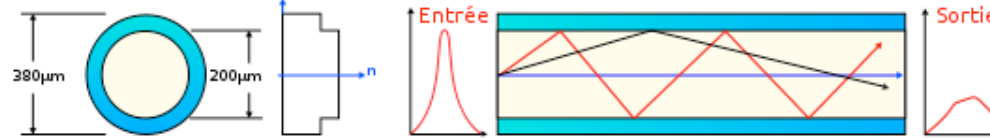
On distingue :

- **Les fibres multimodales** : le rayon lumineux subit plusieurs réflexions sur son parcours. Le signal en sortie est donc dégradé car il s'étale dans le temps. On les utilise pour les courtes distances.
- **Les fibres monomodales** : le rayon lumineux subit peu de réflexions. Elles sont utilisées pour les longues distances.

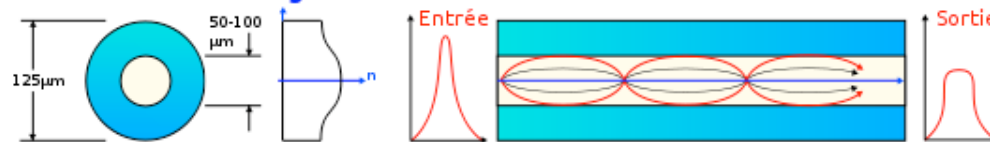


Fibre en gélatine alimentaire

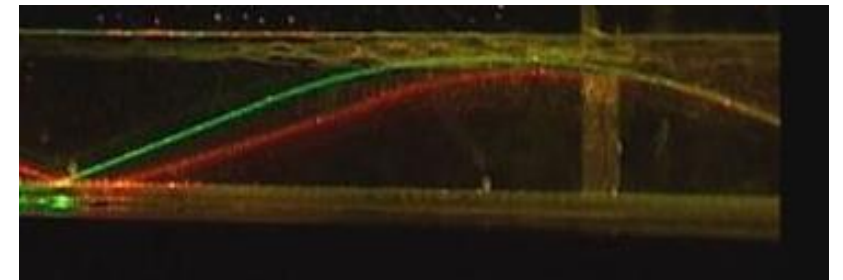
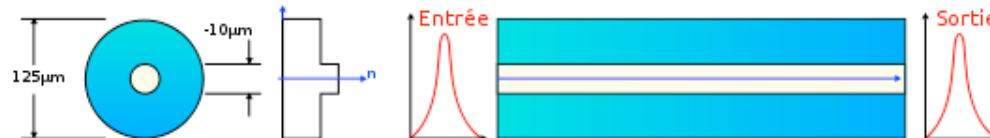
Fibre multimode à saut d'indice :



Fibre multimode à gradient d'indice :



Fibre monomode :



Propagation dans de l'eau sucrée à gradient d'indice