
Thème : Ondes et signaux

Chapitre : Réfraction et réflexion de la lumière

Objectifs :

- Exploiter les lois de Snell-Descartes pour la réflexion et la réfraction.
- Tester les lois de Snell-Descartes à partir d'une série de mesures et déterminer l'indice de réfraction d'un milieu.
- Décrire et expliquer qualitativement le phénomène de dispersion de la lumière par un prisme.

Sommaire

1. Cours	2	2. Activité 1 : L'air, un milieu matériel	5
1.1 La réfraction et la réflexion de la lumière	2	3. Activité 2 : L'expérience des couleurs	7
1.2 La dispersion de la lumière blanche . . .	3	4. Exercices	8

1. Cours

1.1 La réfraction et la réflexion de la lumière

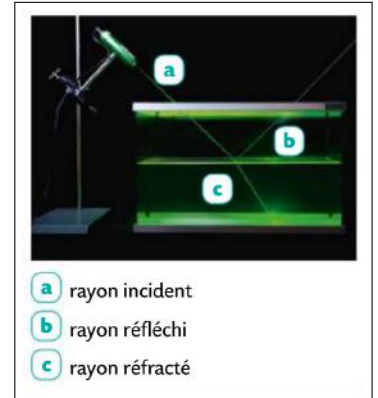
a) Propagation de la lumière

Comment de propage la lumière dans un milieu transparent et homogène ?

.....
.....

Lorsqu'un rayon lumineux (a) arrive à la frontière séparant deux milieux de propagation distincts, il peut :

-
-



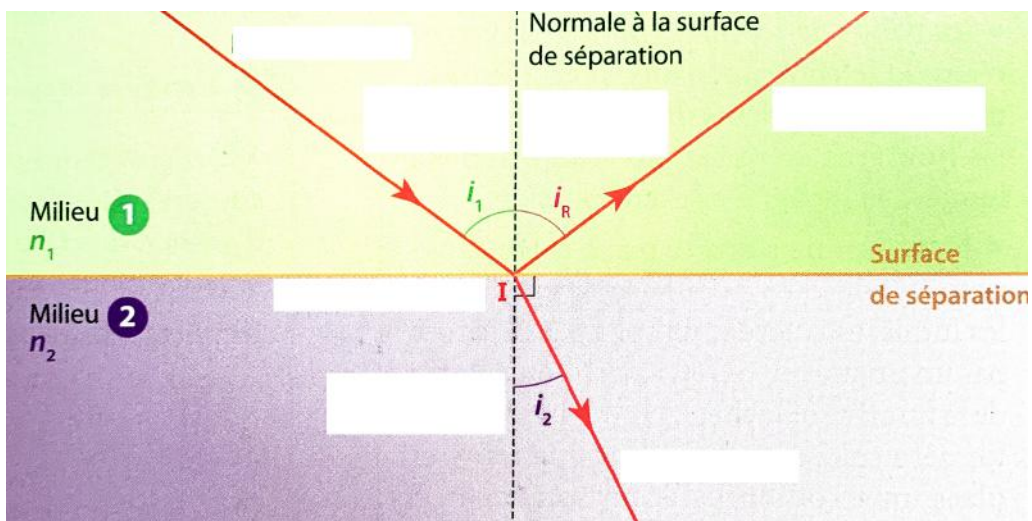
Définir les termes de **réfraction** et de **réflexion** :

Réfraction :

Réflexion :

b) Lois de Snell-Descartes

Compléter le schéma suivant :



Remarque : Chaque angle est défini entre la normale et son rayon (et pas entre son rayon et la surface de séparation).

Énoncer les lois de Snell-Descartes pour la réfraction :

—

.....

—

.....

.....

Remarque : L'indice de réfraction d'un milieu est un nombre sans unité et caractéristique du milieu. Il est toujours supérieur ou égal à 1.

Énoncer les lois de Snell-Descartes pour la réflexion :

—

.....

—

.....

1.2 La dispersion de la lumière blanche

a) Phénomène de dispersion

Avec quels outils peut-on décomposer un faisceau de lumière blanche en un faisceau comportant toutes les radiations du violet au rouge ?

.....

Définir la notion de dispersion d'une lumière :

.....

.....

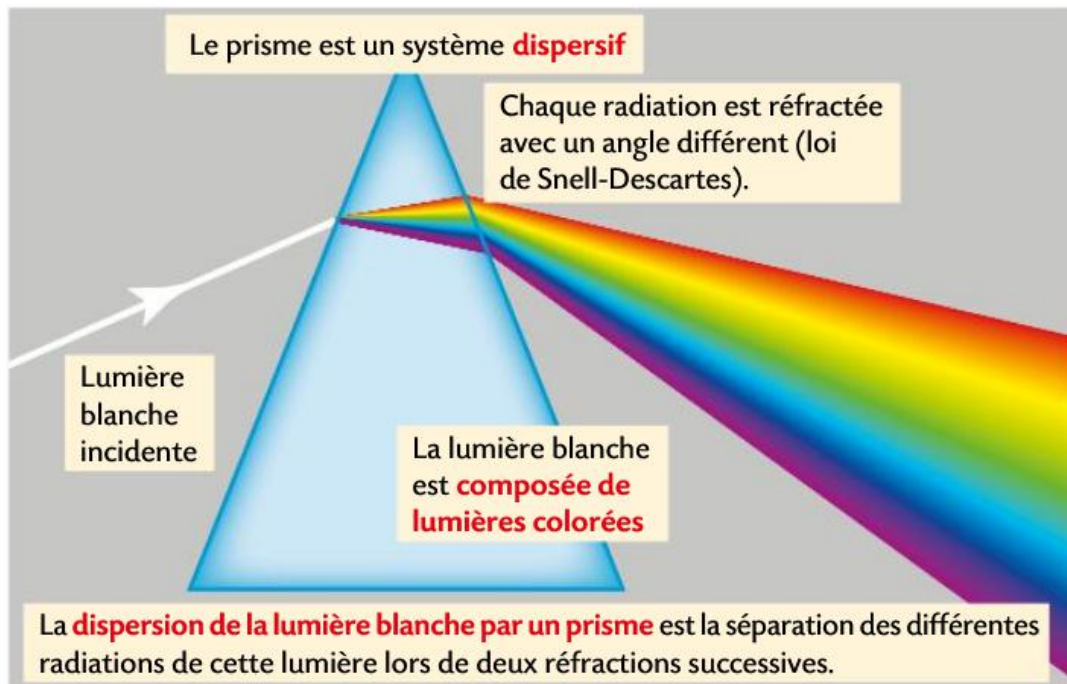
b) Interprétation du phénomène de dispersion par un prisme

De quoi dépend la valeur de l'indice de réfraction d'un milieu dispersif ?

.....

Comment peut-on interpréter le phénomène de dispersion ?

.....



2. Activité 1 : L'air, un milieu matériel

Objectif :

- Exploiter les lois de Snell-Descartes pour la réflexion et la réfraction.
- Tester les lois de Snell-Descartes à partir d'une série de mesures et déterminer l'indice de réfraction d'un milieu.

Laquelle des lois sur la réfraction de la lumière, proposée par les savants Kepler et Descartes/Snell est la bonne ?

- **Johannes Kepler (XVe et XVIe siècle).**

Cet astronome proposa une relation de proportionnalité entre les angles de réfraction et d'incidence :

$$i_1 = k \times i_2 \quad (1)$$

- **Willebord Snell van Royen et René Descartes (XVIIe siècle).**

Snell est un astronome et mathématicien hollandais qui proposa expérimentalement les lois suivantes :

Première loi de Snell- Descartes sur la réfraction : Le rayon réfracté est dans le plan d'incidence.

Deuxième loi de Snell-Descartes sur la réfraction : Angle d'incidence (i_1) et angle de réfraction (i_2) sont liés par la relation

$$\sin(i_1) = k \times \sin(i_2) \quad (2)$$

k étant un nombre caractérisant le milieu dans lequel est réfracté le rayon. Cette loi porte le nom de loi de Snell dans les pays anglo-saxons. Descartes publia peu après une démonstration de la loi des sinus, laquelle, en France, porte souvent le nom de Descartes.

Ces deux scientifiques montrèrent aussi des lois sur la réflexion :

Première loi de Snell-Descartes : Le rayon incident et le rayon réfléchi sont dans un même plan : le plan d'incidence.

Deuxième loi de Snell-Descartes : L'angle de réflexion r est égal à l'angle d'incidence i_1 : $i_1 = r$.

FIGURE 1 – Évolution des idées sur la réfraction de la lumière.

Vérification expérimentale de la réflexion et réfraction

Le principe

Un rayon lumineux issu de la source arrive sur la surface plane d'un demi-cylindre de plexiglas avec un angle d'incidence i_1 . Le rayon subit une déviation et le rayon réfracté ressort du bloc avec l'angle de réfraction i_2 . Les mesures de i_1 et de i_2 se font directement sur le rapporteur fixé au système d'étude.

Légender l'image en utilisant les termes :

- La surface de séparation entre les deux milieux
- La normale orthogonale à la surface de séparation
- Le rayon incident issu de la source
- Le rayon réfracté dans le second milieu
- Le rayon réfléchi

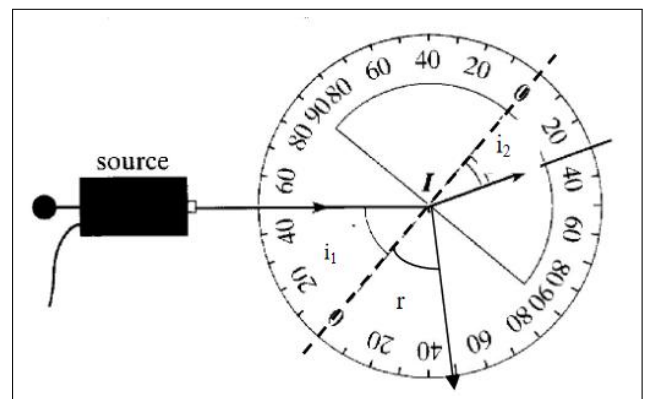


FIGURE 2 – Exemple de mesure avec les éléments nécessaires à la description de la réfraction de la lumière.

Mesures

- 1. Choisir** un angle d'incidence et **vérifier** avec des valeurs la deuxième loi de Snell- Descartes sur la réflexion.
- 2. Compléter** le tableau de mesures ci-dessous : i_1 : angle d'incidence, i_2 : angle de réfraction.

i_2 (°)	...	...	...	...	...	...	...	...	...
i_1 (°)	0	10	20	30	40	50	60	70	80

- 3.** Comment est placé le plan d'incidence par rapport à la surface de séparation des deux milieux ? Les premières loi de Snell-Descartes sur la réflexion et réfraction sont-elles vérifiées ?
- 4.** Lancer Excel, créer les variables expérimentales i_1 et i_2 et saisir les valeurs dans un tableau comme indiqué ci-dessus.
- 5. Calculer** les valeurs de $\sin(i_1)$ et de $\sin(i_2)$ à la calculatrice (vérifier que vous êtes en mode degré) puis **saisir** les valeurs dans un tableau réalisé avec Excel (comme ci-dessous).

$\sin(i_2)$ (°)	...	...	...	...	...	...	...	...	...
$\sin(i_1)$ (°)	...	...	...	...	...	...	...	...	...

- 6. Tracer** successivement les graphiques des variations de i_1 en fonction de i_2 (i_1 en ordonnée et i_2 en abscisse) puis les variations de $\sin(i_1)$ en fonction de $\sin(i_2)$ ($\sin(i_1)$ en ordonnée et $\sin(i_2)$ en abscisse)(**choisir** le modèle adapté).
- 7. Confronter** les représentations graphiques obtenues aux conclusions de Kepler puis de Snell-Descartes sur la réfraction. Quel modèle correspond aux résultats expérimentaux ? **Justifier** la réponse.
- 8.** On appelle indice de réfraction d'un milieu par rapport à l'air, le rapport $n_2 = \sin(i_1)/\sin(i_2)$. **Déterminer** l'indice de réfraction du plexiglas par rapport à l'air (vous pourrez vous servir de la courbe reliant les sinus : cliquer sur les points + clic droit courbe de tendance : type linéaire puis afficher l'équation).

3. Activité 2 : L'expérience des couleurs

Objectif :

- Décrire et expliquer qualitativement le phénomène de dispersion de la lumière par un prisme.

On observe dans un arc-en-ciel toutes les couleurs qui composent la lumière blanche : c'est le phénomène de dispersion.

Isaac Newton (1642-1727) a étudié puis interprété ce phénomène au XVII^e siècle.

Pour quel type de lumière peut-on observer le phénomène de dispersion ?

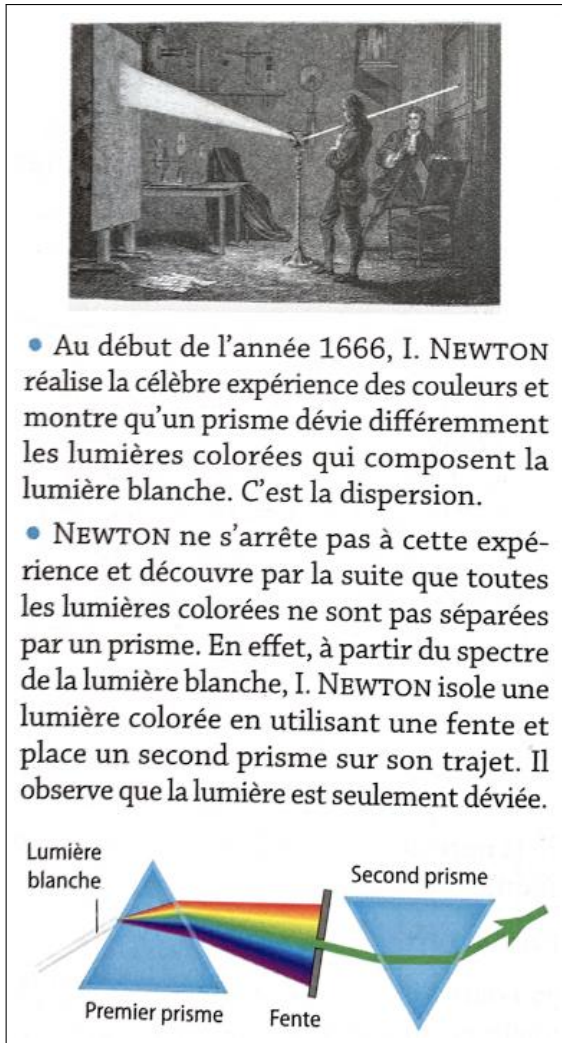


FIGURE 1 – L'expérience de Newton.

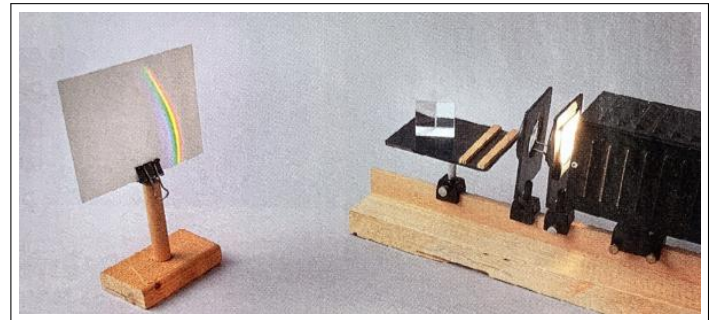


FIGURE 2 – Dispositif expérimental.

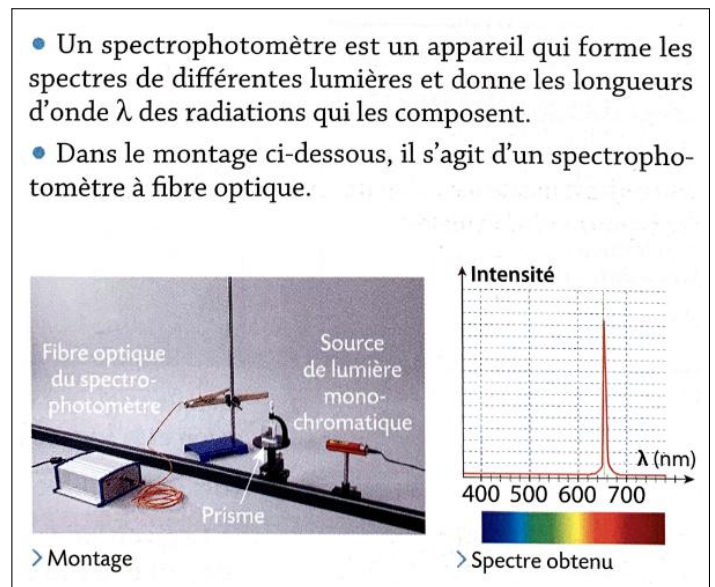


FIGURE 3 – L'analyse de spectres.

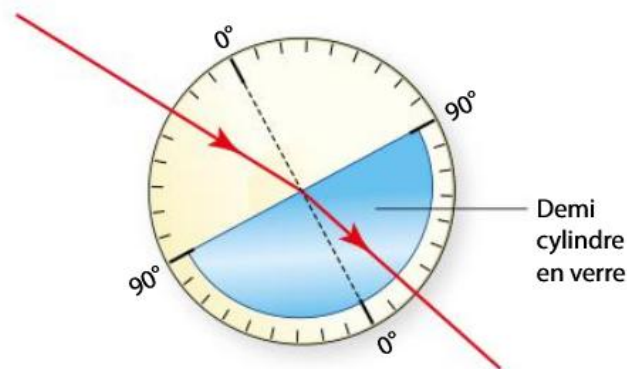
1. Après avoir réalisé le montage expérimental, **décrire** le spectre de la lumière blanche observé sur l'écran.
2. **Renouveler** l'expérience en utilisant une source de lumière monochromatique.
3. À l'aide d'un spectrophotomètre, **mesurer** la longueur d'onde de la lumière de la source monochromatique avant et après le prisme.
4. Ces mesures confirment-elles les observations de Isaac Newton ?
5. La lumière solaire est-elle une lumière monochromatique ?

Bilan : Pour quel type de lumière peut-on observer le phénomène de dispersion ?

4. Exercices

Exercice 1

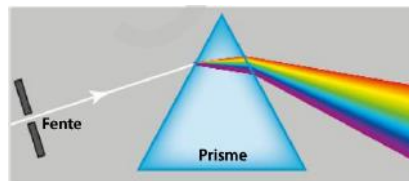
On souhaite déterminer l'indice de réfraction d'un verre de type Crown.



1. À l'aide du schéma, **déterminer** les angles d'incidence et de réfraction.
2. En utilisant la loi de Snell-Descartes, **calculer** l'indice de réfraction du verre de type Crown sachant que le premier milieu est l'air dont l'indice vaut $n_{air} = 1,00$.
3. Le rayon réfléchi n'a pas été représenté. Quel est l'angle entre la normale et ce rayon ?

Exercice 2

On réalise l'expérience schématisée ci-dessous en dirigeant un faisceau de lumière blanche provenant du Soleil, vers un prisme de verre.



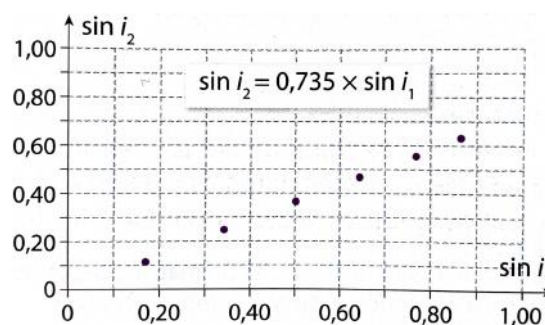
1. Quelle propriété du prisme est à l'origine de la décomposition d'une lumière ?
- 2.a) **Justifier** que la lumière du Soleil n'est pas une lumière monochromatique.
- b) Quelles sont les radiations les plus déviées par le prisme ?
3. On remplace le faisceau de la lumière solaire par un faisceau monochromatique rouge. Qu'observe-t-on ?

Exercice 3

Lors d'une séance de travaux pratiques, un élève réalise l'étude de la réfraction d'un rayon lumineux passant de l'air dans une cuve remplie d'éthanol.

L'élève obtient la représentation graphique du sinus de l'angle de réfraction (i_2) en fonction du sinus de l'angle d'incidence (i_1) ci-dessous.

Le logiciel affiche également l'équation de la relation entre $\sin(i_1)$ et $\sin(i_2)$. On prendra $n_{air} = 1,00$.



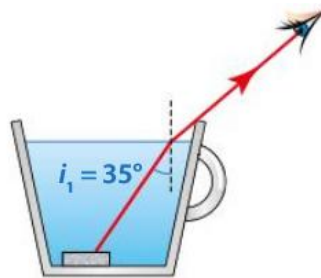
1. **Écrire** la loi de Snell-Descartes relative aux angles de réfraction.
2. **En déduire** l'expression de $\sin(i_2)/\sin(i_1)$ en fonction de l'indice de réfraction n_1 de l'air et de l'indice de réfraction n_2 de l'éthanol.
3. À l'aide de l'équation, **déterminer** la valeur de n_1/n_2 .
4. **Calculer** l'indice de réfraction n_2 de l'éthanol.

Exercice 4

En plaçant une pièce de monnaie dans une tasse vide de manière à ne pas la voir, il est possible de la faire réapparaître, sans bouger, en remplissant simplement la tasse d'eau.



La situation est schématisée ci-dessous :



1. Quel phénomène se produit-il ?
2. **Reproduire** le schéma et **montrer** que, sans eau au fond de la tasse, le rayon lumineux provenant de la pièce de monnaie ne parvient pas à l'observateur.
3. Sous quel angle de réfraction, le rayon lumineux provenant de la pièce parvient-il à l'observateur ?

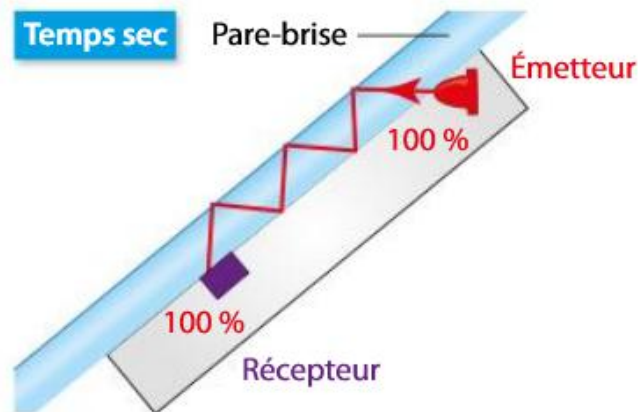
Données : $n_{air} = 1,00$; $n_{eau} = 1,33$.

Exercice 5

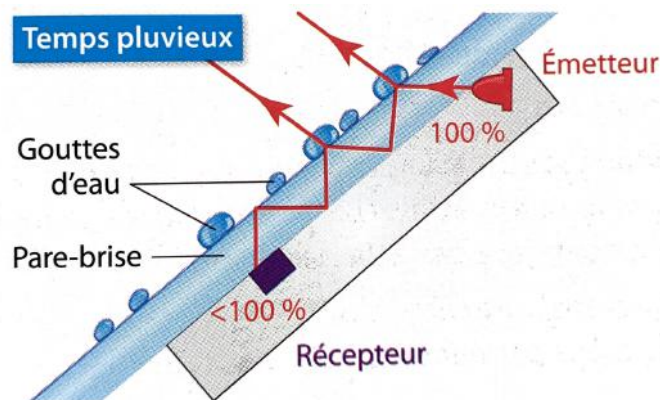
Un essuie-glace automatique se met en marche lorsqu'il y a des gouttes de pluie sur le pare-brise. Les deux schémas suivants illustrent le principe de la détection par temps sec puis sous la pluie.

Un faisceau infrarouge, donc invisible, est envoyé dans le pare-brise et se propage vers un récepteur comme le montrent les schémas suivants :

- Par temps sec, toute la lumière infrarouge émise reste à l'intérieur du pare-brise et 100% de la lumière émise atteint le récepteur. Dans ce cas, le récepteur ne commande pas au mécanisme de mettre les essuie-glaces en fonctionnement.



- Par temps humide, une partie de la lumière traverse les gouttes d'eau qui sont sur le pare-brise. Toute la lumière infrarouge émise n'atteint pas le récepteur. Le récepteur commande au mécanisme de mettre les essuie-glaces en fonctionnement.



1. Identifier le phénomène qui explique la propagation des radiations de l'émetteur vers le récepteur.
2. Identifier le phénomène supplémentaire pouvant se produire par temps humide.
3. Expliquer pourquoi l'essuie-glace se met en route par temps de pluie.