

# Travaux dirigés d'Optique n°1

## Applications directes

### Exercice 1 Laser

Une diode laser émet un rayonnement de longueur d'onde dans le vide  $\lambda = 650 \text{ nm}$ .

1. Quelle est la couleur de ce rayonnement ?
2. Déterminer l'énergie du photon associé à ce rayonnement en Joules puis en eV (électronvolt)

**Données :** Constante de Planck :  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$       Électronvolt :  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

La puissance du laser est  $P = 1 \text{ mW}$ .

3. Déterminer l'énergie fournie par le laser en 1s.
4. En déduire le nombre de photons émis en 1s.

Le faisceau laser traverse un cube de verre d'indice  $n = 1,5$ .

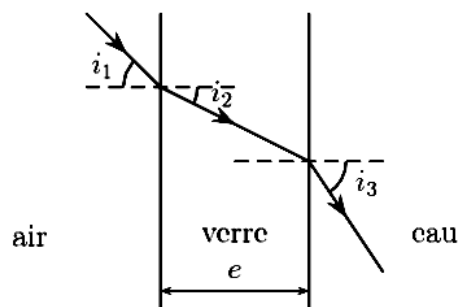
5. Déterminer la longueur d'onde du laser dans le verre. Quelle est la couleur du faisceau dans le verre ?

### Exercice 2 : Aquarium

La paroi d'un aquarium est constituée d'une lame de verre à faces parallèles, d'épaisseur  $e=5\text{mm}$ .

L'indice optique de l'air est  $n_1=1,00$  ; celui du verre est  $n_2=1,50$  et celui de l'eau  $n_3=1,33$ .

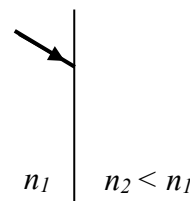
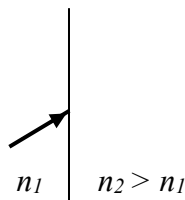
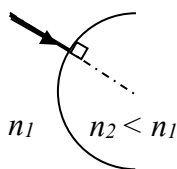
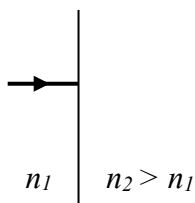
- a) Sachant que  $i_1=46^\circ$ , calculer  $i_2$  et  $i_3$ .
- b) Que peut-on dire de  $i_3$  si l'aquarium ne contient pas d'eau ?



### Exercices sans calcul

### Exercice 3 : Tracé de rayons lumineux

Tracez **qualitativement** la trajectoire des rayons lumineux réfractés lors de la traversée des dioptrés ci-dessous (on ne s'intéressera pas aux rayons réfléchis).



### Exercice 4 : Équerre optique

Soient deux miroirs plans faisant un angle de  $90^\circ$ . On considère un rayon incident subissant une réflexion sur chacun des miroirs. Déterminer graphiquement la déviation, c'est à dire l'angle entre le rayon incident et le rayon émergent.

Quel est l'intérêt d'un tel système ?

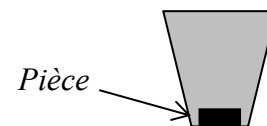


### Exercice 5 : Magie ?

Vidad Poperfeldic grand magicien à petit budget propose le tour suivant lors de sa grande tournée des Maternelles Supérieures :



Dans un gobelet en plastique opaque, il introduit une pièce de monnaie. Elle n'est pas visible par le public. Sans changer la position du gobelet, le magicien introduit de l'eau dans le verre et là ..... le public voit la pièce et acclame notre artiste.

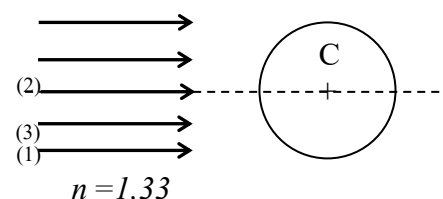


Proposer en quelques lignes une explication physique à ce tour de magie. **Aucun calcul n'est demandé !**

*Applications des lois de la réfraction*

### Exercice 6 : Bulle d'air

Un faisceau de lumière parallèle se propageant dans l'eau d'indice  $n=1,33$ , arrive sur une bulle d'air sphérique de rayon  $R$ .



- Représenter le parcours du rayon lumineux dirigé vers le centre de la bulle (rayon (1)).
- Même question pour le rayon qui est rasant sur le pourtour de la bulle (rayon (2)).
- Représenter qualitativement le parcours du rayon lumineux (3) lorsqu'il se réfracte dans la bulle d'air.
- Tous les rayons se réfractent-ils à travers l'interface eau-air ? Si non, que se passe-t-il ? Représenter la situation.

### Exercice 7 : La grenouille \*

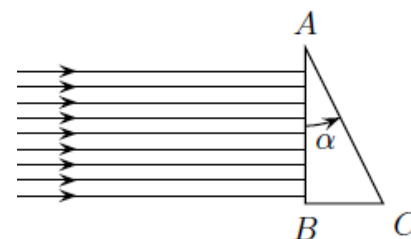
Une grenouille est cachée dans l'eau ( $n_{\text{eau}}=1,3$ ) sous le centre d'un nénuphar géant d'Amazonie de rayon  $r = 50$  cm.

- Faire un schéma de la situation en plaçant la grenouille et le nénuphar.
- Représenter le parcours d'un rayon quelconque issu de la grenouille.
- Tous les rayons émis par la grenouille peuvent-ils être transmis dans l'air ?
- En déduire à quelle profondeur maximale  $h$  doit se trouver la grenouille pour qu'on ne puisse jamais la voir depuis l'air ( $n_{\text{air}}=1$ ) ?

On exprimera le résultat analytiquement puis numériquement.

### Exercice 8 : Déviation d'un faisceau de lumière parallèle \*

Un faisceau parallèle tombe sous incidence normale sur toute la face d'entrée (à gauche) d'un prisme de petit angle au sommet  $\alpha$  et d'indice  $n$ . Données numériques :  $\alpha = 2,90 \cdot 10^{-3}$  rad ;  $n = 1,500$ .



- Représenter le faisceau émergent du prisme en admettant qu'il y a bien réfraction.
- Montrer que si l'angle  $\alpha$  est très faible devant 1 rad, le faisceau est dévié d'un angle  $D \approx (n-1)A$ .
- Calculer l'angle de déviation  $D$ .

**Exercice 9 : Introduction à la résolution de problème \*\***

Cet exercice, volontairement peu guidé, doit vous conduire à l'acquisition d'autonomie dans l'étude complète d'un phénomène.

**Il est nécessaire d'être très soigneux dans la rédaction, d'expliquer un maximum votre démarche et vos choix. L'essentiel de l'évaluation portera sur la rédaction.**

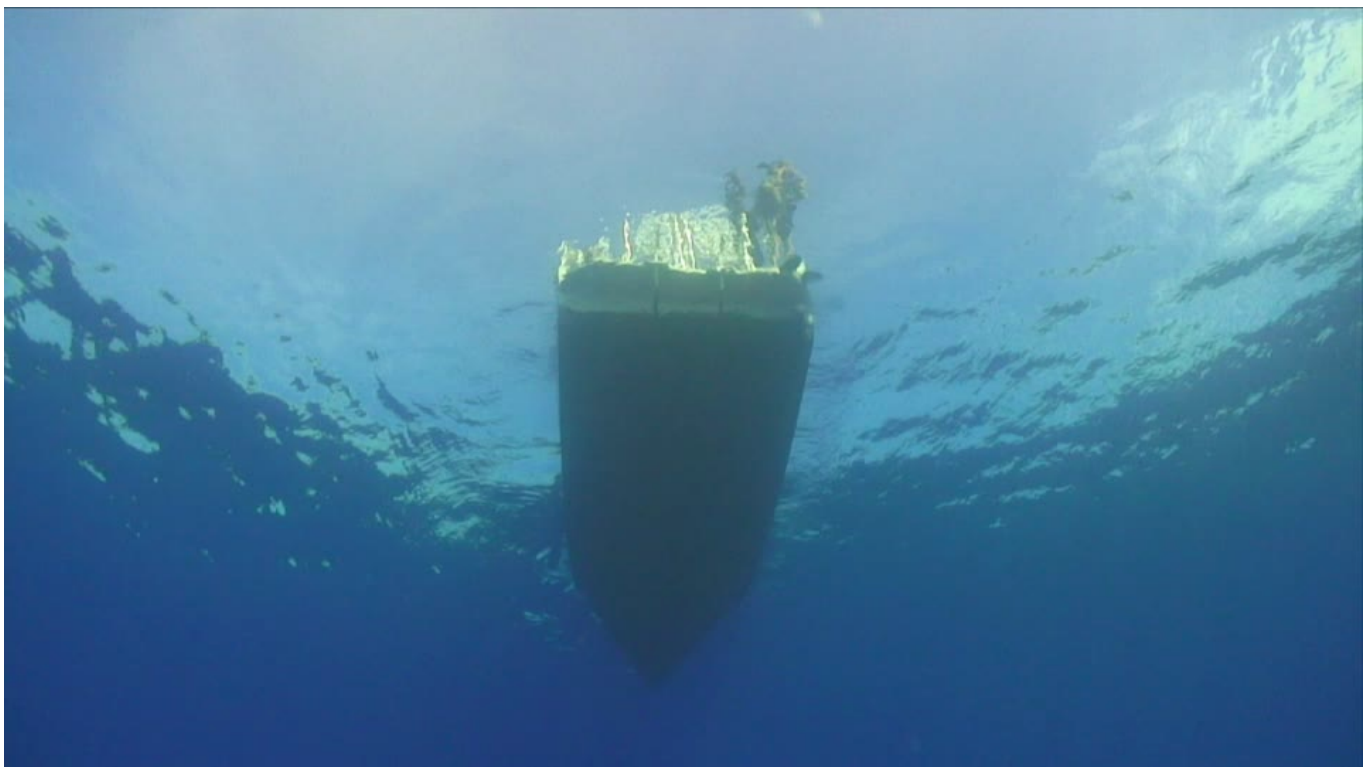
On attend de votre part :

- De s'appropriier le problème (Faire un schéma, identifier les grandeurs physiques pertinentes, leur attribuer un symbole)
- De modéliser la situation, de faire éventuellement des hypothèses simples,
- De relier le problème à une situation connue, identifier la partie du cours en relation, se référer à un exercice déjà étudié ...
- Les valeurs numériques ne sont pas forcément fournies. Il faudra soit les extraire des documents fournis soit les fixer, en expliquant vos choix et en gardant des valeurs cohérentes.

**Problème à étudier :**

Lors d'une séance de plongée sous marine, un amateur a pris le cliché ci-dessous.

- Expliquer en quelques lignes pourquoi le plongeur peut observer un disque lumineux à la surface de l'eau.
- Déterminer la profondeur à laquelle se situe le plongeur.



**Capacités exigibles:**

- Connaître et utiliser l'expression reliant l'énergie d'un photon à la fréquence.
- Caractériser une source lumineuse par son spectre. Relier la longueur d'onde dans le vide et la couleur.
- Établir la relation entre la longueur d'onde dans le vide et la longueur d'onde dans le milieu.
- Définir le modèle de l'optique géométrique et indiquer ses limites
- Connaître et utiliser les lois de Snell-Descartes pour déterminer des rayons réfléchis ou réfractés à partir d'un rayon incident
- Établir la condition de réflexion totale.
- Définir une convention d'orientation des angles dans un plan et lire des angles orientés.
- Fibre optique : Établir les expressions du cône d'acceptance et de la dispersion intermodale d'une fibre à saut d'indice.

**Capacités mathématiques :**

- Calculer des angles et des distances avec des formules géométriques et de trigonométrie.
- Définir une convention d'orientation des angles dans un plan et lire des angles orientés

**QCM d'entraînement :**