

# Epreuve écrite de physique

## **Exercice 1** (5 pts)

On désire enregistrer une source d'une puissance acoustique  $E = 0,2 \text{ mW}$  ayant un facteur de directivité  $Q_s = 2$ .

On appellera signal le son direct provenant de la source.

Le bruit ambiant est égal à 60 dB (en supposant que c'est le bruit du champ acoustique diffus provenant de toutes les directions)

- 1) A quelle distance faut-il se placer pour avoir un rapport signal sur bruit après prise de son supérieur à 20 dB ?
  - a) Si on enregistre avec un microphone omnidirectionnel ( $Q_m$  facteur de directivité égal à 1) (1,5 pts)
  - b) Si on enregistre avec un microphone hyper-cardioïde dont le facteur de directivité  $Q_m$  est égal à 4 ? (1,5 pts)

On rappelle que :

- $L_w = 10 \text{ Log} (E/10^{-12})$  niveau de puissance de la source en dB
- $L_p(r) = L_w - 11 - 20 \text{ Log}(r) + 10 \text{ Log} (Q_s) + 10 \text{ Log} (Q_m)$  niveau de pression acoustique à une distance  $r$  de la source de puissance  $E$  ( $Q_s$  est le facteur de directivité de la source,  $Q_m$  est le facteur de directivité du microphone)
- Rapport signal sur bruit noté  $RS/B$  = niveau de pression à la distance  $r$  – niveau de bruit de fond

- 2) Quelle directivité de microphone vous semble adaptée à ce cas de figure ? Justifiez (2 pts)

**Exercice 2 – Problème Numérique (5 pts)**

1) Quel est la variable qui est égale à 4AH ? (0,5 pts)

A : 01001010<sub>2</sub>

B : 11010010<sub>2</sub>

C : 10010100<sub>2</sub>

D : 10001100<sub>2</sub>

E : 10101100<sub>2</sub>

2) Quel est la variable qui est égale à 75<sub>10</sub> ? (0,5 pts)

A : 4BH

B : 7BH

C : BBH

D : FBH

E : 4AH

3) Sur un réseau local, quelle est l'adresse IP de ma machine ? (0.5 pts)

A : 345.1.10.1

B : 12.0.0.134

C : 256.10.10.10

D : 10.12.264.1

E : 168.192.258.1

4) Un convertisseur numérique analogique 16 bits a une résolution de 15  $\mu$ V. Il convertit des tensions continues. La tension minimale de sortie est égale à 0 V.

Quel est la valeur maximum en sortie de ce convertisseur ? (2 pts)

5) La fonction logique Y est égale à 0 si et seulement si A = B. (1,5 pts)

a) Comment appelle-t-on la fonction logique Y ?

b) Si A = 0, que vaut Y

c) Si A = 1, que vaut Y

### Exercice 3 - Problème de Physique (10 pts)

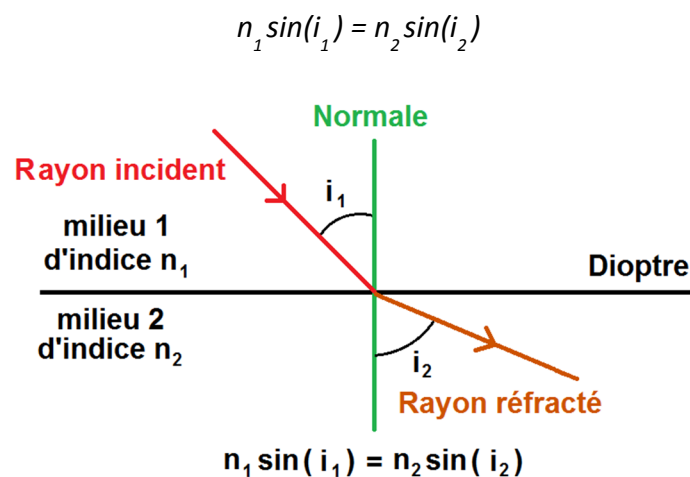
Ce problème envisage l'application des lois de l'optique géométrique à l'étude des phénomènes sismiques.

Les ondes sismiques sont des ondes de déformation élastique qui se propage à l'intérieur du globe terrestre. La propagation de ces ondes dans la Terre peut être décrite au moyen d'une analogie avec l'optique géométrique : l'onde se propage le long de « rayons sismiques » avec une vitesse  $C$ .

Dans un milieu homogène, les rayons sismiques sont des segments de droite. A l'interface entre deux milieux, il y a en général réflexion et réfraction du rayon incident selon les mêmes lois (lois de Descartes) qu'en optique géométrique.

#### I Lois de Descartes

En optique, il est d'usage d'écrire la loi de Snell-Descartes en fonction des indices de réfraction  $n_1$  et  $n_2$  des milieux de propagation.

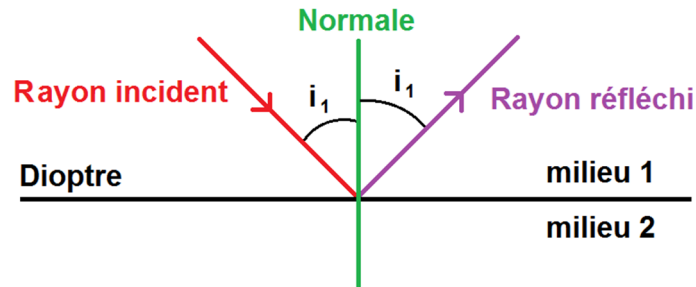


L'indice de réfraction  $n_i$  du milieu  $i$  est défini en fonction de la célérité de la lumière dans le vide notée  $c_0$  et la célérité de la lumière dans le milieu d'indice  $i$  notée  $c_i$ .

$$n_i = \frac{c_0}{c_i}$$

1. Exprimer la loi de Descartes en fonction de  $c_1$  et  $c_2$  (1 pt)  
On dit d'un milieu qu'il est plus réfringent qu'un autre milieu lorsque son indice de réfraction est plus élevé que celui de l'autre milieu.
2. Quelle condition faut-il y avoir entre  $c_1$  et  $c_2$  pour que le milieu soit plus réfringent ? (1 pt)
3. Dans ce cas de figure le rayon réfracté s'approche-t-il ou s'éloigne-t-il de la normale au plan d'incidence ? Justifier (1 pt)

Lorsque le rayon réfracté s'éloigne de la normale au plan d'incidence il existe un angle d'incidence limite au-delà duquel il n'y a plus de réfraction. On a alors affaire à une réflexion totale.



Cet angle d'incidence limite vaut

$$i_{lim} = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

## II Application à la sismique

On assimile la Terre à une boule de centre  $O$  et de rayon  $R_T$

Nous modéliserons la terre par un noyau liquide de rayon  $R_N$  inférieur à  $R_T$  où la vitesse des ondes sismiques vaut  $c_2 = 9,0 \text{ km/s}$ , entouré du manteau solide d'épaisseur  $(R_T - R_N)$  à l'intérieur duquel la vitesse de propagation vaut  $c_1 = 11,0 \text{ km/s}$ .

Un tremblement de terre localisé au point  $S$  (à la surface de la terre) émet des ondes sismiques dans toutes les directions. Des détecteurs sont placés en différents points  $M$  de la surface terrestre, situés dans le même plan méridien et repérés par l'angle  $\theta = (\overrightarrow{OS}, \overrightarrow{OM})$  (figure 1)

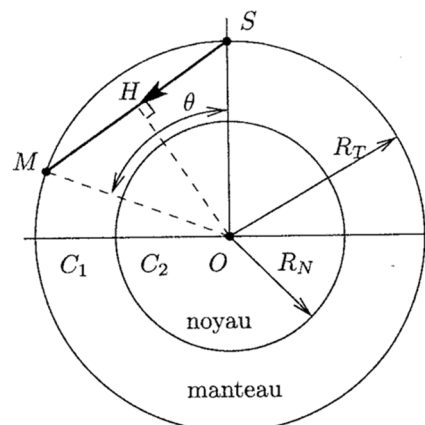


FIG. 1 – Noyau et manteau terrestre

4. Considérons les ondes issues de  $S$  qui arrivent en  $M$  en empruntant le trajet rectiligne  $SM$ . Ces ondes ne se propagent que dans le manteau. Justifier que le triangle  $OSM$  est isocèle, puis calculer leur temps de propagation  $\tau$  en fonction de  $R_T$ ,  $\theta/2$  et  $c_1$  (2 pts)
5. En s'appuyant sur une figure, montrer que ces ondes (empruntant une trajectoire rectiligne) ne peuvent pas atteindre le point  $M$  lorsque  $\theta$  est supérieur à une valeur  $\theta_{min}$ . Déterminer l'expression de  $\theta_{min}$  en fonction de  $R_T$  et  $R_N$ . (2 pts)
6. Des mesures ont donné  $\theta_{min} = 106^\circ$ . En déduire la valeur numérique de  $R_N$  sachant que  $R_T = 6,4 \cdot 10^3$  km. (1 pt)

Considérons maintenant les ondes issues de  $S$  qui subissent une réfraction en  $N$  et pénètrent à l'intérieur du noyau. Ces ondes subissent une seconde réfraction en  $N'$  et atteignent un point  $M$  sur la surface terrestre, repéré par l'angle  $\theta$  (figure 2)

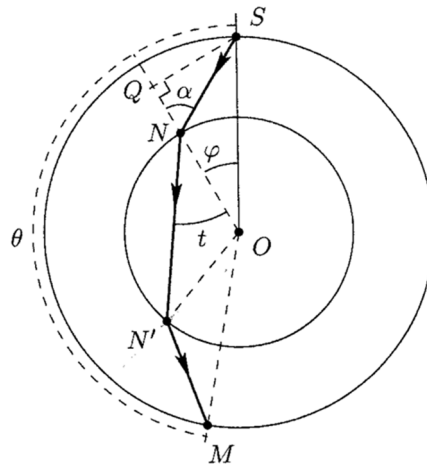


FIG. 2 – Trajet du rayon réfracté

Posons  $\varphi = (\overrightarrow{OS}, \overrightarrow{ON})$  et appelons  $Q$  le projeté orthogonal de  $S$  sur  $ON$ . L'angle d'incidence du rayon sismique en  $N$  est noté  $\alpha$  ( $\alpha > 0$ ). L'angle de réfraction est appelé  $t$ .

7. Peut-il y avoir réflexion totale en  $N$  ? Justifier (0,5pt)
8. Peut-il y avoir réflexion totale en  $N'$  ? Justifier (0,5 pt)
9. Montrer que ce type de rayon ne peut exister que si  $\varphi$  est inférieur à un angle  $\varphi_{max}$  dont on donnera l'expression en fonction de  $R_N$  et  $R_T$ . Calculer numériquement  $\varphi_{max}$  connaissant  $R_N = 3,9 \cdot 10^3$  km et  $R_T = 6,4 \cdot 10^3$  km. (1 pts)