

RAYONNEMENTS DANS L'UNIVERS ET ONDES DANS LA MATIÈRE

COMPÉTENCES EXIGIBLES AU BACCALAURÉAT

Extraire et exploiter des informations sur l'absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre et ses conséquences sur l'observation des sources de rayonnements dans l'Univers.

Connaître des sources de rayonnement radio, infrarouge et ultraviolet.

Extraire et exploiter des informations sur les manifestations des ondes mécaniques dans la matière.

Extraire et exploiter des informations sur :

- des sources d'ondes et de particules et leurs utilisations ;
- un dispositif de détection.

Pratiquer une démarche expérimentale mettant en œuvre un capteur ou un dispositif de détection.

I. OBSERVATION DE NOTRE UNIVERS

Doc. 1. Les instruments d'observation de notre Univers.

Depuis la nuit des temps, l'homme s'est toujours intéressé aux objets célestes. Il y a des dizaines de milliers d'années, l'homme observait le ciel à l'œil nu.

Au XVII^e siècle, la lunette astronomique puis le télescope sont apparus.

Puis au XX^e siècle, on exploita un domaine de longueur d'onde non visible, les ondes radio, par l'utilisation des radiotélescopes.

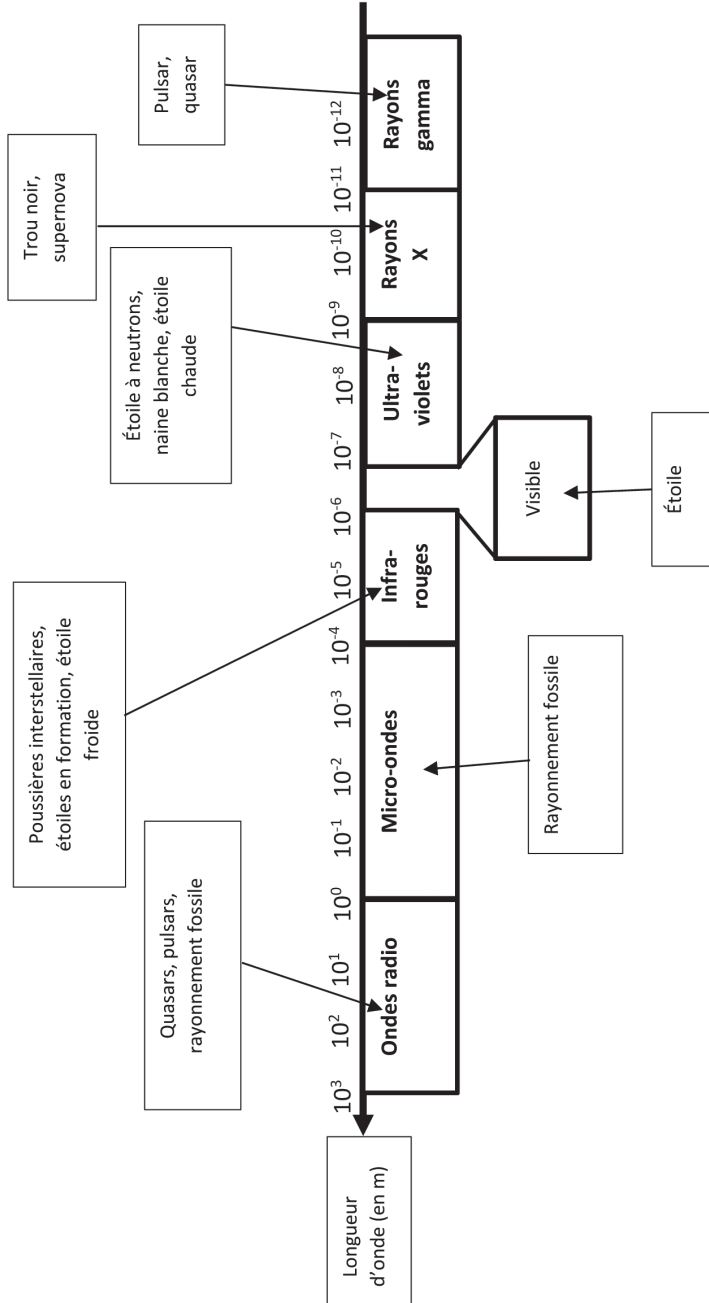
De nos jours, pour s'affranchir des problèmes posés par la présence de l'atmosphère terrestre, le télescope est envoyé dans l'espace, et cela a permis de développer l'observation dans les domaines de l'infrarouge (IR), de l'ultraviolet (UV), des rayonnements X (RX) et des rayonnements gamma (R γ).

Doc. 2. L'absorption des rayonnements électromagnétiques par l'atmosphère.

L'atmosphère terrestre absorbe une grande partie du rayonnement électromagnétique provenant de l'univers et seules certaines bandes de longueurs d'onde parviennent au sol. Par exemple, la vapeur d'eau absorbe une grande partie des infrarouges ; le dioxyde de carbone et l'ozone absorbent les ultraviolets. L'atmosphère terrestre est transparente dans deux fenêtres : le visible et une partie des ondes radio.

Doc. 3. Les sources de rayonnement radio, IR et UV dans notre Univers.

Sur le diagramme qui suit, sont cités quelques exemples d'objets célestes et le domaine du spectre électromagnétique dans lequel ils émettent.



II. TREMBLEMENT DE TERRE ET ONDES SISMQUES

Doc. 1. L'origine des tremblements de Terre.

Les plaques tectoniques reposent sur le manteau terrestre. Le manteau terrestre est constitué de roches en fusion et, du fait de la différence de température entre le haut et le bas du manteau, il y a un mouvement de convection. Ce mouvement entraîne le déplacement des plaques tectoniques : elles peuvent se rapprocher ou s'éloigner. Ainsi, des contraintes s'exercent en permanence le long d'une faille. À un moment, les roches cassent brutalement et libèrent une grande quantité d'énergie. C'est le *foyer* du séisme, d'où naissent les ondes sismiques. Ces ondes se propagent dans toutes les directions et sont responsables des tremblements de terre.

Doc. 2. Types d'ondes sismiques.

Il existe deux types d'ondes sismiques :

- les ondes P (Primaires) : la perturbation se propage par une succession de compressions et de dilatations du milieu, parallèlement à la direction de propagation de l'onde. Elle se déplace dans les milieux liquides et solides.
- les ondes S (Secondaires) : la perturbation se propage en cisillant les roches latéralement, perpendiculairement à sa direction de propagation. Elle ne se propage que dans les milieux solides.

Les ondes P se propagent plus rapidement à travers la roche de la croûte terrestre que les ondes S.

À la surface, les ondes S et P se transforment en deux nouvelles ondes : l'onde de Love L (découverte par Edward Hough Love) et l'onde de Rayleigh R.

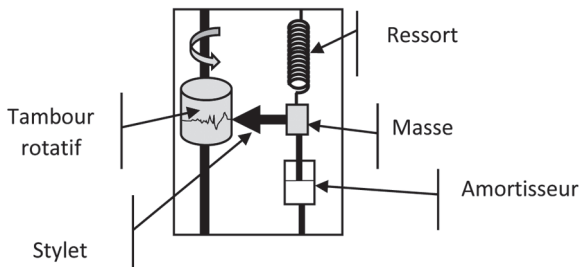
Doc. 3. Les détecteurs sismiques.

Un **sismographe** est un appareil qui permet d'enregistrer les composantes des ondes sismiques.

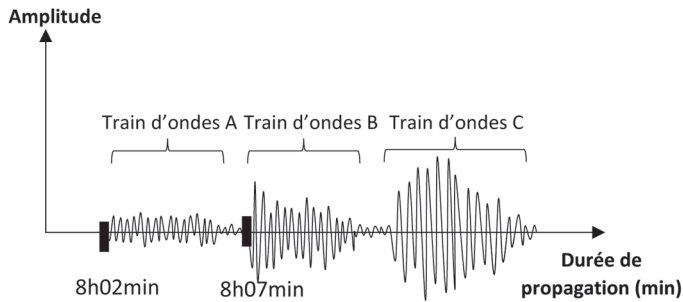
Trois sismographes sont nécessaires : un pour la composante verticale et deux autres pour les composantes horizontales.

On peut modéliser un sismographe par une masse oscillant au bout d'un ressort et amortie par un amortisseur fluide (schéma ci-dessous).

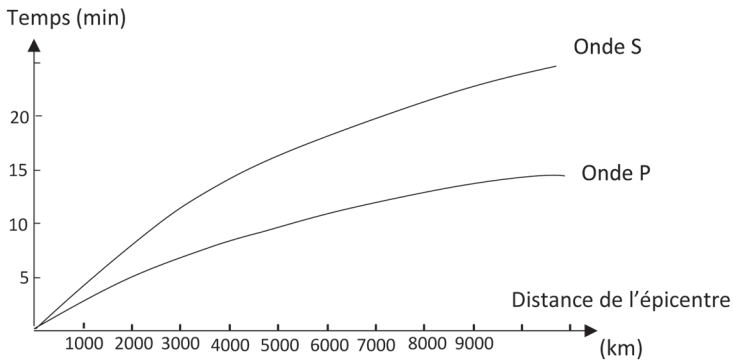
Lorsque le sol tremble, cela va provoquer un mouvement de la masse qui va entraîner un stylet et permettre l'enregistrement des vibrations sur un rouleau en rotation.



Doc. 4. Enregistrement d'un séisme par un sismographe.



Doc. 5. Courbe donnant le temps de parcours de l'onde S ou P suivant la distance à l'épicentre.



Doc. 6. Énergie libérée par un séisme.

On mesure l'énergie libérée par le séisme grâce à la magnitude sur l'échelle de Richter, qui s'étale de 1 (microséisme) à 10 (dévastateur).

Le lien entre la magnitude M et l'énergie dégagée E lors du séisme est donné par la relation : $\log E = 4,32 + 1,5 M$.

EXERCICE 2

a. L'onde S est-elle longitudinale ou transversale ? Justifier.

.....

.....

b. Même question pour l'onde P.

.....

.....

c. Sur l'enregistrement d'un séisme, à quel type d'onde correspondent les trains d'ondes A, B et C? Justifier.

.....

.....

.....

.....

.....

d. Exploitation de l'enregistrement du sismographe.

- Indiquer à quelle distance de l'épicentre se situe le sismographe.

.....

.....

.....

.....

.....

- En supposant que les ondes P se déplacent à une vitesse moyenne de $5,0 \text{ km.s}^{-1}$, en déduire la célérité des ondes S.

.....

.....

.....

.....

.....

e. Pourquoi les sismologues ont besoin de placer au minimum 3 sismographes à des endroits différents pour localiser l'épicentre d'un séisme ?

CONSEIL

Le raisonnement doit être complété par des schémas clairs et simples.

.....

.....

.....

.....

.....

f. Comparer l'énergie d'un séisme de magnitude 7 avec l'énergie dégagée par le bombardement d'Hiroshima, qui est de l'ordre de 10^{13} J. Conclure.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

CARACTÉRISTIQUES DES ONDES. ONDES SONORES

COMPÉTENCES EXIGIBLES AU BACCALAURÉAT

Définir une onde progressive à une dimension.

Connaître et exploiter la relation entre retard, distance et vitesse de propagation (célérité).

Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier qualitativement et quantitativement un phénomène de propagation d'une onde.

Définir, pour une onde progressive sinusoïdale, la période, la fréquence et la longueur d'onde.

Connaître et exploiter la relation entre la période ou la fréquence, la longueur d'onde et la célérité.

Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la période, la fréquence, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive sinusoïdale.

Réaliser l'analyse spectrale d'un son musical et l'exploiter pour en caractériser la hauteur et le timbre.

I. PROPAGATION DES ONDES PROGRESSIVES

1. ONDE MÉCANIQUE PROGRESSIVE

EXERCICE 1

Compléter les phrases suivantes :

Une onde mécanique progressive est le phénomène de propagation d'une dans un milieu sans transport de mais avec transport

On qualifie une onde de *progressive* car la propagation de la perturbation se fait de

REMARQUE

Une onde *électromagnétique* (onde lumineuse ou onde radio par exemple) peut se propager même dans le vide, contrairement à une onde *mécanique* qui a besoin d'un milieu matériel pour se propager (air, eau, acier...).

EXERCICE 2

Citer deux exemples d'ondes mécaniques progressives.

- Exemple 1 :
- Exemple 2 :