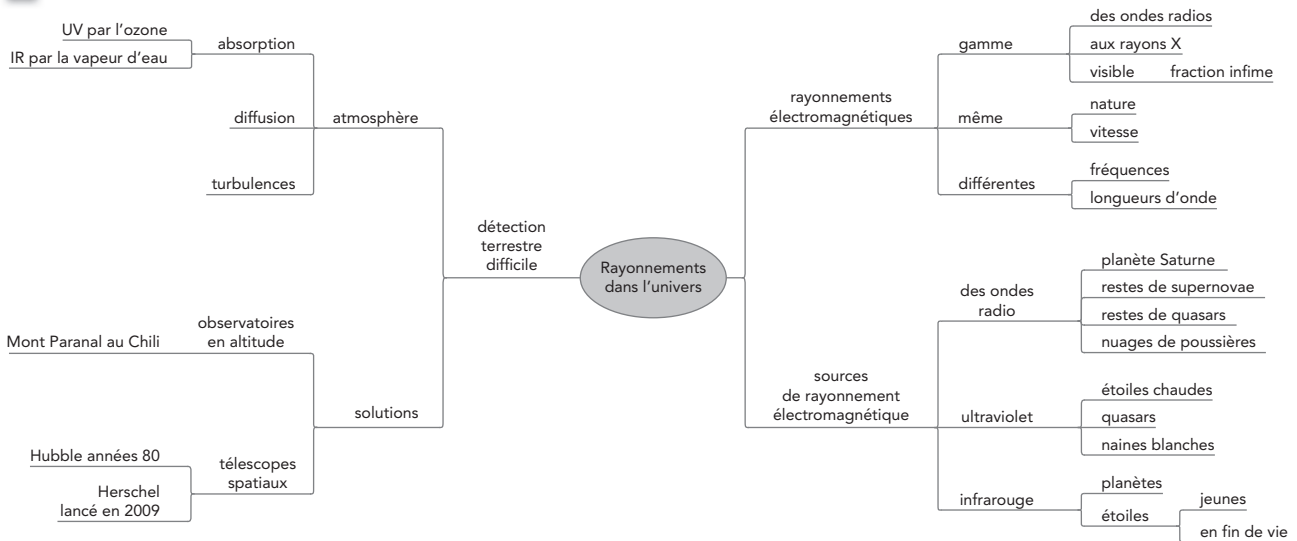


Ondes et particules

Activités

1 Ces rayonnements dans l'Univers (p. 20-21)

1 Exemple de carte mentale :



Il n'y a pas de carte type ni de carte universelle, chacun peut construire la sienne.

2 Le résumé peut être construit en lisant la carte. Par exemple :

« Les rayonnements électromagnétiques s'étendent des ondes radio aux rayons X, la lumière visible n'en est qu'une infime fraction. Ces rayonnements, qui sont de même nature et qui se propagent à la même vitesse, diffèrent par leur fréquence et leur longueur d'onde.

Ils sont émis par les corps célestes qui, selon leur température, émettent dans une gamme de fréquence déterminée.

Les rayonnements invisibles issus du cosmos ont été difficiles à détecter sur Terre à cause de l'atmosphère qui les absorbe ou les diffuse. Pour contourner ces difficultés, on a construit des observatoires en altitude et même disposé des télescopes au-delà de l'atmosphère. »

3 Les rayonnements difficilement observables depuis la surface de la Terre sont ceux absorbés par l'atmosphère. Il s'agit notamment des rayons X, des ultraviolets, des infrarouges lointains (rayons T), d'une partie des micro-ondes et des ondes radio.

4 a. La vapeur d'eau absorbe surtout les infrarouges. b. Le dioxygène et l'ozone absorbent surtout les ultraviolets.

5 Un radiotélescope capte les ondes radio, c'est-à-dire des ondes dont les longueurs d'onde sont supérieures à 10^{-1} m. Les ondes radio n'étant pas absorbées par l'atmosphère terrestre, on peut installer des radiotélescopes au niveau de la mer.

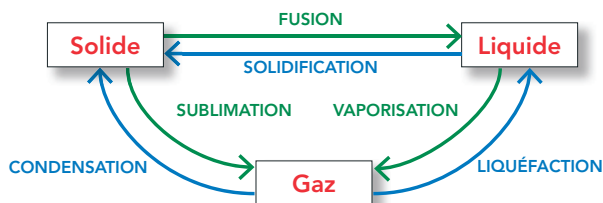
6 Un télescope spatial est un télescope placé au-delà de l'atmosphère. Le télescope spatial présente l'avantage, par rapport à son homologue terrestre, de ne pas être perturbé par l'atmosphère terrestre.

2 Des particules qui proviennent de l'Univers (p. 22-23)

1 Les muons observés à la surface de la Terre proviennent des collisions entre les particules cosmiques et les particules de la haute atmosphère.

2 La vapeur dans l'aquarium est formée de propan-2-ol.

3 a. Un corps pur peut exister sous trois états physiques : solide (compact et ordonné), liquide (compact et désordonné) et gazeux (dispersé et très désordonné).



b. Le propan-2-ol devrait se trouver à l'état liquide, car la température de la carboglace est autour de -80 °C alors que la température de fusion du propan-2-ol est de -88 °C et que sa température d'ébullition est de 83 °C .

4 a. Les traces blanches observées sont des gouttelettes de propan-2-ol liquide dans le gaz instable.

La vapeur d'alcool est dans un état instable en dessous de sa température d'ébullition, prête à se condenser sous l'action d'ions formés lorsqu'une particule chargée traverse la couche. Ainsi les traces que nous voyons sont des gouttelettes d'alcool formées le long des chemins des particules ionisées qui passent à travers la chambre à brouillard.

b. Les muons sont détectés par la formation de gouttelettes de « brouillard » de propan-2-ol.

5 Ce dispositif permet de visualiser le passage des muons et d'en faire un comptage.

Complément

Liens utiles :

<http://teachers.web.cern.ch/teachers/archiv/HST2003/publish/cloud%20chamber/Cloud%20chambers%20in%20the%20classroom.doc>

<http://www.masc.ulg.ac.be/fiches/FR/construirechbrouillard.pdf>

Vidéo MIT :

<http://techtv.mit.edu/videos/3141-cloud-chamber>

Pour se procurer de la carboglace :

<http://www.cryo-ice.fr/>

3 Des ondes sismiques (p. 24-25)

A Détection des ondes sismiques

1 a. Les ondes sismiques sont des ondes mécaniques progressives. Elles se propagent dans le globe terrestre et provoquent des vibrations temporaires. On distingue différents types d'ondes, notamment des ondes P et des ondes S.

b. L'épicentre d'un séisme est le lieu de la surface de la Terre situé à la verticale du foyer.

2 Le sismographe du document 5 capte les vibrations ; il délivre un signal mécanique dont l'amplitude est tracée sur le papier. Le sismographe du document 6 capte également les vibrations qu'il transforme en signal électrique.

3 a. Pour établir la relation entre la tension mesurée U_{CB} , la distance d et le champ électrostatique E , on mesure U_{CB} pour diverses valeurs de d .

b. Les mesures montrent que U_{CB} est proportionnelle à d , donc la relation est de la forme $U_{CB} = k \cdot d$.

De plus, quand $d = L$, alors $U_{CB} = U_{AB} = E$, donc $U_{AB} = k \cdot L$. On en déduit $k = \frac{U_{AB}}{L} = E$.

Finalement $U_{CB} = E \cdot d$.

4 Le montage réalisé est un capteur de mouvement, car il convertit le mouvement d'un mobile au cours du temps en tension au cours du temps.

B Exploitation d'enregistrements d'ondes sismiques

Complément

Dans cette partie de l'activité, on ne s'intéresse qu'aux ondes P pour exposer, de façon simplifiée, la méthode de détermination de la position de l'épicentre.

Pour cela, on utilise la date T_0 à laquelle s'est produit le séisme et une valeur moyenne de la vitesse V_p .

Lors d'un séisme, la démarche suivie par les spécialistes est plus complexe. En effet, la date T_0 n'est pas connue par chacune des stations qui détecte les ondes. De plus, la vitesse des ondes dépend de la nature du sol, de la profondeur à laquelle ces ondes se déplacent et de la distance séparant la station de l'épicentre. Les ondes P ne sont pas utilisées seules, la détermination de la distance séparant la station de l'épicentre utilise l'arrivée de nombreuses ondes, dont les ondes P et les ondes S. Cette détermination nécessite également de prendre en compte les particularités locales liées à la nature du sol.

Exemple : http://www.edusismo.org/docs/Acti_peda/071118_224109-1/epicentre.pdf

5 Sur la courbe, on observe de légères vibrations avant l'arrivée des ondes P (bruit de fond), puis des vibrations de grande amplitude correspondant à l'arrivée des ondes, d'abord les ondes P les plus rapides, puis les autres ondes (dont les ondes S).

6 a. La durée $\Delta t = T_P - T_0$ représente approximativement la durée de propagation des ondes P entre l'épicentre et la station qui capte ces ondes P.

b. Le pointage n'est pas très précis on peut évaluer la précision à 1 s.

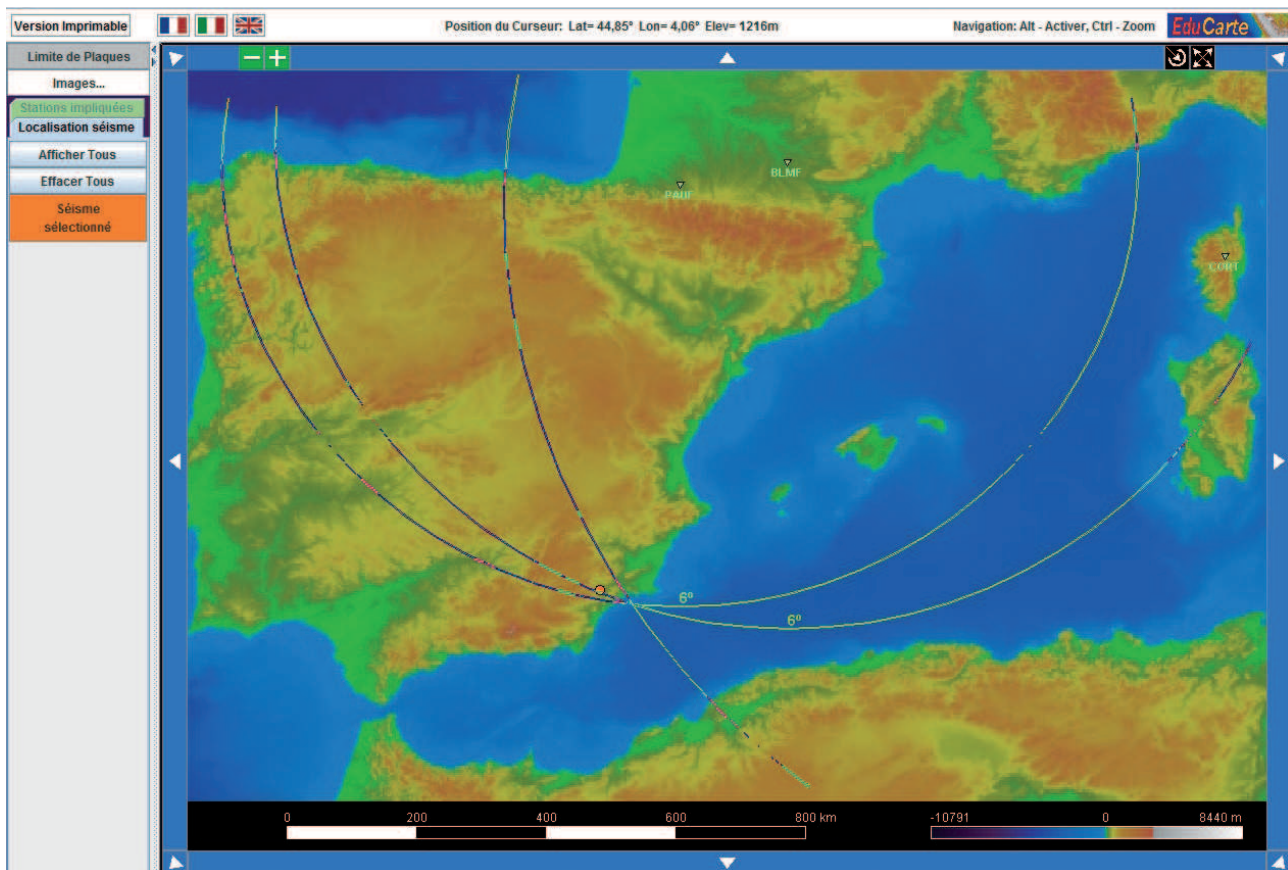
7 $T_P - T_0 = \frac{D}{V_P}$ d'où $D = (T_P - T_0) \times V_P$

On trace pour chacune des stations, un cercle de centre, la station et de rayon, D .

L'épicentre est à l'intersection des trois cercles. La position réelle de l'épicentre est à quelques dizaines de kilomètres de l'intersection des trois cercles.

Exemple de résultats

Station	$\Delta t = T_P - T_0$	Distance D
PAUF	85,5 s	686 km
BLMF	96 s	768 km
CORT	137 s	1027 km



8 a. La distance entre la position réelle et la position déterminée géométriquement est de 63 km.

La détermination de la position de l'épicentre n'est pas très précise.

Plusieurs sources d'erreurs peuvent être envisagées :

- la détermination de T_0 (fourni par le site Internet);
- la détermination de T_P lors du pointage;
- la vitesse des ondes P qui n'est pas constante.

b. L'erreur relative est obtenue en comparant la distance mesurée entre la station et l'épicentre avec la distance calculée précédemment, ici 63 km.

Station	Erreur relative
PAUF	$\frac{63}{686} \times 100 = 9,2 \%$
BLMF	$\frac{63}{768} \times 100 = 8,2 \%$
CORT	$\frac{63}{1027} \times 100 = 6,1 \%$

Exercices (p. 29-35)

1 La mer sous haute surveillance

1. La houle cyclonique se situe dans la périphérie du cyclone. Elle correspond à la formation de vagues de grande hauteur qui transportent beaucoup d'énergie. Cette houle peut inonder les côtes et provoquer des dégâts.

2. Les bouées comme Antilles 1 et 2 mesurent diverses grandeurs qui permettent d'analyser les conditions météorologiques et de faire des prévisions.

3.

Grandeur	Unité	Unité SI	Capteur
Pression de l'air	Pa	Pa	Pressiomètre (baromètre)
Température	°C	K	Thermomètre
Vitesse du vent	m·s ⁻¹	m·s ⁻¹	Anémomètre
Hauteur de la houle	m	m	
Direction de la houle	°	°	Boussole
Salinité	g·L ⁻¹	kg·m ⁻³	
Vitesse du courant	m·s ⁻¹	m·s ⁻¹	

4. Le graphique donne, pour la date du 24 janvier 2011, la hauteur et la direction de la houle dans l'Atlantique Nord.

Au point de coordonnées (20° W; 40° N), la hauteur de la houle était d'environ 3,5 m avec une direction est-sud-est.

2 Les séismes

1. L'échelle de Richter n'est pas limitée, ni d'un côté ni de l'autre, d'où l'expression d'échelle ouverte.

2. Le texte du document 1 indique qu'une augmentation d'une unité de magnitude correspond à la multiplication par 30 de l'énergie.

Sur le graphique du document 4, on observe qu'entre le séisme de Haïti (énergie proche de 8×10^{15} J) et le séisme de Sumatra (énergie proche de 7×10^{18} J) il y a un facteur proche de $900 \left(\frac{7 \times 10^{18}}{8 \times 10^{15}} = 875 \right)$.

Or, entre ces deux séismes la magnitude augmente de deux unités, l'énergie est donc multipliée par $30^2 = 900$. On retrouve l'ordre de grandeur du facteur obtenu à partir du graphique.

Une augmentation d'une unité de magnitude correspond donc bien à la multiplication par 30 de l'énergie libérée au niveau du foyer.

3. Le document 3 indique à tort qu'une augmentation d'une unité de la magnitude correspond à une multiplication par 10 de l'énergie. En fait, il s'agit d'une multiplication par 30.

4. L'échelle logarithmique est graduée en puissance de 10. Le passage d'une graduation à la suivante correspond à une multiplication par 10.

Sur le document 4, l'échelle choisie montre une multiplication par 10^2 .

5. Ce séisme a entraîné un tsunami ravageant une partie des côtes japonaises.

6. L'intensité d'un séisme mesure les effets et les dégâts de ce séisme. Elle dépend de l'énergie libérée, de la topologie des lieux et de l'éloignement par rapport à l'épicentre du séisme.

3 Ondes de choc et vitres brisées

1. a. Le son dans l'air est une propagation de compression et de dépression des molécules constituant l'air.

b. Contrairement à la schématisation, dans l'air, le son ne se propage pas dans une seule direction. De plus, les échelles ne sont pas respectées.

2. Le son se propage plus rapidement dans les milieux condensés (solides et liquides) que dans les gaz, car les vibrations se propagent mieux dans les milieux où il existe des liaisons entre les entités microscopiques.

3. Une onde de choc correspond à une « vague » de très haute pression.

Une onde de choc peut être produite lorsqu'un avion est en vol supersonique ou lors d'une détonation où le front d'onde dépasse la vitesse du son.

4. Une onde de choc peut briser une vitre.

Si les molécules qui constituent la vitre vibrent avec une amplitude très grande, la vitre peut se briser.

4 Les balises Criirad surveillent

1. a. Une particule alpha est un noyau d'hélium.

Une particule bêta moins est un électron; une particule bêta plus est un positron.

Le rayonnement gamma correspond à l'émission de photons.

b. La grandeur mesurée en becquerel (Bq) est l'activité radioactive.

$1 \text{ Bq} = 1$ désintégration par seconde.

2. Une balise atmosphérique détecte la radioactivité alpha ou bêta.

Une balise aquatique détecte la radioactivité gamma.

3. Les balises sont placées particulièrement dans la vallée du Rhône, car cette région comporte de nombreuses installations de l'industrie nucléaire.

4. La balise aquatique est située en aval des installations de la vallée du Rhône, elle pourra donc détecter la radioactivité provenant de l'une ou l'autre des installations positionnées le long du fleuve.

5. Le seuil de détection des balises atmosphériques est de $1,0 \text{ Bq par m}^3$ d'air.

Durant la période considérée, les mesures de la balise étaient inférieures au seuil de détection.

6. a. L'activité de l'iode 131 est mesurée, car cet isotope est très présent dans les installations nucléaires.

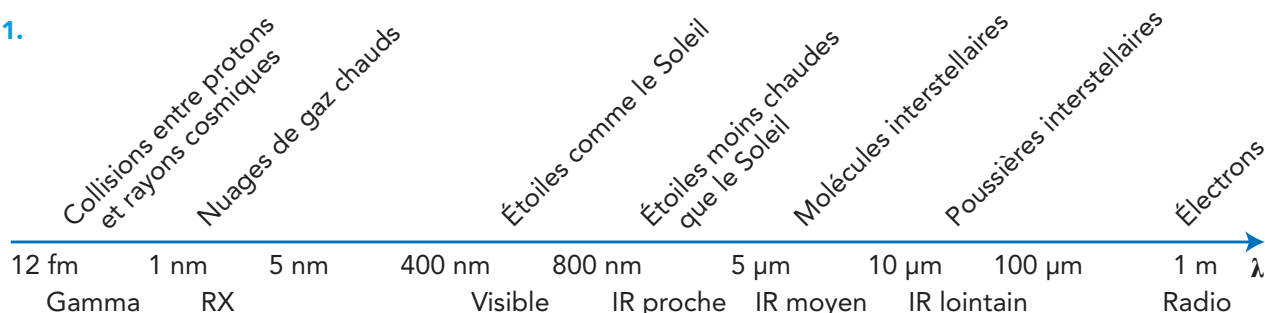
b. Le terme « particulaire » fait référence à des composés solides en suspension dans l'air.

7. La forte activité mesurée entre la fin mars 2011 et le début avril peut être due à l'accident de Fukushima. Le décalage de temps est lié au déplacement des gaz sur une très grande distance (distance de l'ordre de 15 000 km).

Retour sur l'ouverture du chapitre

5 Observations de la Voie lactée dans différents domaines

1.



2. a. $\lambda = \frac{c}{\nu}$ avec λ en m, c en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ et ν en Hz.

b. Le rayonnement de plus grande fréquence est celui de plus petite longueur d'onde. Parmi les rayonnements cités, celui de plus grande fréquence est le rayonnement gamma.

3. a. $\mathcal{E} = h \cdot \nu$ avec \mathcal{E} en J, h en $\text{J} \cdot \text{s}$ et ν en Hz.

b. Le rayonnement de plus grande énergie est celui dont la fréquence est maximale, c'est donc celui dont

la longueur d'onde est minimale. Parmi les rayonnements cités, le plus énergétique est le rayonnement gamma.

4. Les divers « objets » de l'Univers n'émettent pas dans les mêmes domaines de longueur d'onde. Les diverses observations sont donc complémentaires. Par exemple, l'observation dans les RX permet de détecter les nuages de gaz chauds.

Comprendre un énoncé

6 La radiographie

1. a. Les électrons produits par la cathode sont à l'origine de la production des RX lors de leur interaction avec la matière présente à l'anode.

b.

Particule	Charge	Masse
Proton	$+e = +1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$	De l'ordre de 10^{-27} kg
Neutron	Charge nulle	De l'ordre de 10^{-27} kg
Électron	$-e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$	De l'ordre de 10^{-30} kg

2. a. Les zones absorbant beaucoup les rayons X, comme les os, paraissent blanches, celles absorbant peu les rayons X, comme la chair, paraissent plus sombres.

b. Les numéros atomiques des éléments chimiques constituant les os sont plus grands que ceux constituant la chair.

c. L'épaisseur traversée par les RX est plus importante quand l'os est plus gros.

3. Le radiologue peut jouer sur deux paramètres : la tension accélératrice des électrons et la durée d'exposition du patient.

4. Les étoiles froides qui émettent dans l'infrarouge et les nuages de poussière qui émettent dans le domaine des ondes radio.