

FIL 1 : Ondes et Energies	SEQUENCE 1 : Rayonnement d'ondes et de particules dans l'Univers.
Activité 2	ONDES ET PARTICULES

DOC 1 : LES ONDES LUMINEUSES.

Dans la deuxième partie du XIX^e siècle, le physicien écossais James Clerk Maxwell établit l'une des pièces maîtresses de la physique classique : la théorie unifiée des phénomènes électriques et magnétiques. L'un des résultats les plus importants de cette théorie était la mise en évidence du lien intime entre champs électrique et magnétique.

Imaginez qu'un champ électrique oscille en un point. D'après Maxwell, l'oscillation va donner lieu à un champ magnétique autour de ce point. Le champ magnétique ainsi créé est variable et va à son tour donner naissance à un champ électrique. Celui-ci va créer un nouveau champ magnétique et ainsi de suite.

Les deux champs peuvent ainsi s'entretenir mutuellement. L'oscillation initiale va rapidement se propager dans toutes les directions, un peu comme une vague se propage à la surface de l'eau, et l'on appelle donc le phénomène une onde électromagnétique.

James Clerk Maxwell : Edinburgh, 1831 – Cambridge, 1879

Maxwell calcula dans les années 1860 qu'une onde électromagnétique devait se propager à une vitesse d'environ 300 000 kilomètres par seconde soit la vitesse de la lumière. Maxwell tira la conclusion qui s'imposait et avança que la lumière s'expliquait comme une onde électromagnétique.

Pour décrire une onde, le paramètre le plus important est ce que l'on appelle la longueur d'onde. Dans le cas d'ondes qui se propagent à la surface de l'eau, la longueur d'onde est la distance qui sépare deux vagues successives. Dans le cas des ondes lumineuses, la longueur d'onde est la distance qui sépare deux points où les champs atteignent une intensité maximale.

Pour la lumière visible, cette longueur d'onde est très petite. Elle peut s'exprimer en micromètres et varie entre 0,40 à 0,80 micromètre.

Dans le vide ou dans l'air, si la longueur d'onde est proche de 0,80 la couleur est rouge, et près de 0,40 micromètre elle est violette.

La lumière blanche, celle du Soleil par exemple, est composée d'une multitude de longueurs d'onde différentes, donc de couleurs différentes.

Le spectre des ondes électromagnétiques ne se limite pas à la lumière que nous pouvons voir. Les physiciens ont depuis le XIX^e siècle découvert toute une gamme de rayonnements invisibles à l'œil.

Le rayonnement infrarouge par exemple, utilisé dans les télécommandes ou dans les systèmes de détection de chaleur couvre un domaine de longueurs d'onde supérieures à celles de la lumière visible, entre 0,8 micromètre et 1 millimètre.

Pour des longueurs d'onde encore plus grandes, on entre dans le domaine des ondes radio, mis en évidence par Heinrich Hertz en 1888. Ces ondes sont bien connues puisqu'elles permettent la diffusion des programmes de radio et de télévision, les communications avec les satellites et aussi les fours à micro-ondes.

D'autres types de rayonnement existent à des longueurs d'onde inférieures à celles de la lumière visible.

Pour une longueur d'onde comprise entre 0,01 et 0,4 micromètre, c'est le rayonnement ultraviolet, connu pour provoquer des cancers de la peau. Au-delà, ce sont les rayons X, utilisés pour observer l'intérieur du corps humain, puis les rayons gamma, très dangereux et produits par exemple lors des réactions nucléaires.

Source : <http://www.astronomes.com/lhistoire-de-lastronomie/les-ondes-lumineuses/>

Atmosphère et rayonnement dans l'univers. (Doc 2)

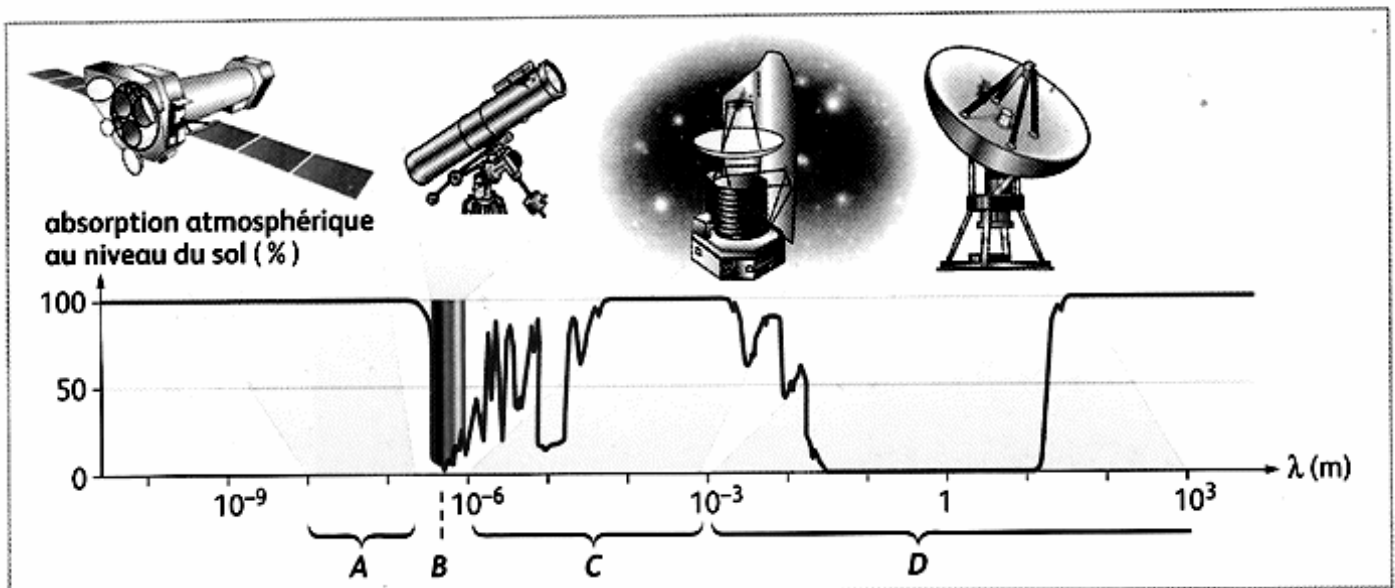
La Terre reçoit de toutes les directions de l'espace des rayonnements électromagnétiques ainsi qu'une pluie de particules qui constitue le rayonnement cosmique. Si ce flot ininterrompu n'était pas en grande partie arrêté par l'atmosphère, ses effets destructeurs interdiraient toute vie.

Ces rayonnements et ces particules sont les seuls supports des informations qui nous parviennent de

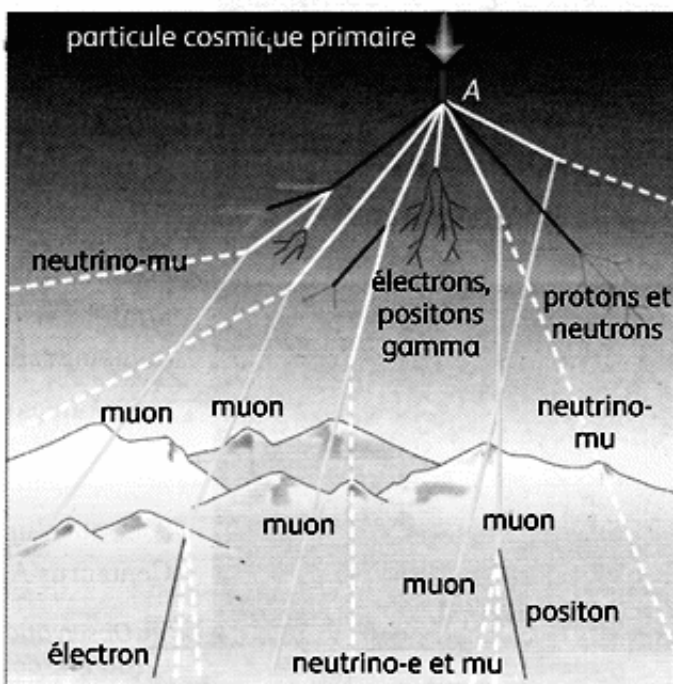
l'Univers (distances, vitesses, constitution des étoiles ou des autres objets célestes).

Dans la deuxième moitié du xx^e siècle, l'invention du radiotélescope, sur le modèle du radar, puis la possibilité d'envoyer des télescopes spatiaux au-delà des couches denses de l'atmosphère, ont permis aux astronomes d'exploiter beaucoup plus largement le domaine des ondes électromagnétiques.

1 Atmosphère et observation astronomique.



2 Absorption des rayonnements électromagnétiques par l'atmosphère.



5 Gerbes de particules issues du rayonnement cosmique.

Les particules dans l'univers. (Doc

3

La Terre reçoit en permanence un rayonnement ionisant provenant de l'espace.

Ce rayonnement cosmique est constitué d'ondes électromagnétiques et de particules chargées de grande énergie (protons, noyaux d'hélium...) en provenance du soleil ou d'astres lointains.

Lorsqu'une particule du rayonnement cosmique atteint les couches supérieures de l'atmosphère, elle interagit avec les atomes voisins, les aurores polaires proviennent de la désexcitation des atomes ou des molécules de l'air excités ou ionisés par les particules solaires. Si l'énergie apportée par la particule est suffisante, les produits de ces transformations interagissent à leur tour avec le milieu et il se produit finalement une « gerbe » de particules secondaires qui finissent par atteindre le sol.

Les rayons cosmiques ont constitué une source de diverses particules très utiles aux physiciens s'intéressant à la structure intime de la matière.

Questions

- 1- Quelles sont les deux types de rayonnements qui nous arrivent de l'espace ?
- 2- Définir une onde électromagnétique. Exprimer sa vitesse en m.s^{-1}
- 3- En parlant du milieu de propagation, donner la différence entre une onde électromagnétique et une onde mécanique comme une vague à la surface de l'eau.
- 4- Par quel symbole est représentée la longueur d'onde ? Donner son unité dans le système international.
- 5- Exprimer en nm et en m, les valeurs des longueurs d'ondes limites du spectre visible dans le vide ou dans l'air.
- 6- Sur le schéma du doc 2, nommer les domaines représentés par les lettres A, B, C et D. Citer une source pour chacun de ces domaines.
- 7- Quels domaines se trouvent avant A ?
- 8- Quel lien peut-on établir entre la dangerosité d'une onde et sa longueur d'onde ?
- 9- Que représente la grandeur portée en ordonnée sur le schéma du doc 2 ? Préciser notamment la signification de 0% et 100%.
- 10- Pourquoi ne peut-on pas observer tout le rayonnement cosmique ? Citer les domaines des ondes que l'on peut observer directement depuis la Terre ? Quel « appareil » utilise-t-on pour observer les rayonnements ultraviolets ?
- 11- D'où proviennent les particules que l'on reçoit sur Terre ? Citer les noms d'au moins deux particules.
- 12- Qu'appelle-t-on un rayonnement ionisant ?
- 13- Que nous apporte l'analyse du rayonnement cosmique ?

CORRECTION

Réponses attendues

- 1- Les rayonnements qui nous arrivent de l'espace sont les ondes électromagnétiques et les rayonnements particuliers.
 - 2- Une onde électromagnétique est la propagation d'un champ électrique et d'un champ magnétique. Sa vitesse est celle de la lumière soit 300 000 km/s soit $3 \cdot 10^8$ m/s.
 - 3- Une onde électromagnétique n'a pas besoin de support matériel pour se propager. Elle peut se propager dans le vide contrairement aux ondes mécaniques.
 - 4- La longueur d'onde est représentée par la lettre grecque λ son unité dans le S.I est le mètre m.
 - 5- La longueur d'onde du rouge est de $0,80 \mu\text{m} = 800 \text{ nm} = 0,80 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
La longueur d'onde du violet est de $0,40 \mu\text{m} = 400 \text{ nm} = 0,40 \cdot 10^{-6} \text{ m}$.
 - 6- A : Ultraviolet Lampes à bronzer, Soleil.
B : Visible Soleil.
C : Infrarouge Télécommandes
D : Onde radio Fours à micro-ondes
 - 7- Avant A se trouve les rayons X et enfin les rayons gamma γ .
 - 8- Plus la longueur d'onde est petite, plus les ondes sont dangereuses. Les rayons Gamma sont très dangereux.
 - 9- La grandeur portée sur l'axe des ordonnées L'absorption des ondes par l'atmosphère terrestre. A 0% l'onde n'est pas absorbée, à 100% elle est totalement absorbée et n'arrive pas sur Terre.
 - 10- On ne peut pas observer tout le rayonnement cosmique car une partie est absorbée par l'atmosphère. Depuis la Terre, on peut observer le visible, le proche infrarouge et une grande partie des ondes radio. Pour observer les ultraviolets, on utilise des satellites placés hors atmosphère.
 - 11- Les particules que l'on reçoit sur Terre proviennent de l'interaction certaines particules du rayonnement cosmique avec les particules de l'atmosphère. Nous recevons notamment des muons et des neutrinos.
 - 12- Un rayonnement ionisant est un rayonnement qui transforme un atome ou une molécule de l'atmosphère en ion.
 - 13- L'analyse du rayonnement cosmique nous permet d'obtenir des informations sur l'univers (distances, vitesses, constitutions des étoiles et autres objets célestes).
De plus les particules qui nous parviennent nous permettent d'augmenter nos connaissances sur la structure intime de la matière.
- Remarque : Ces particules sont maintenant créées lors de chocs dans les accélérateurs de particules.