

Objectifs : Extraire et exploiter des informations sur :
- des sources d'ondes et de particules et leurs utilisations ;
- un dispositif de détection.

1. Rayonnements dans l'univers

1.1. Définition :

**Un rayonnement désigne un flux de particules émises par une source.
Ce flux transporte de l'énergie.**

Il existe deux types de rayonnements dans l'univers :

- Les particules (noyaux ou particules élémentaires : protons, électrons, neutrons, neutrinos...)

Sources	Particules
Éruptions solaires	noyaux d'hélium, protons, électrons
Réactions nucléaires dans le cœur des étoiles	neutrons, positrons
Supernovae	neutrinos

- Rayonnement électromagnétique : ce sont des ondes électromagnétiques, au même titre que la lumière, auxquelles on associe une particule sans masse appelée photon.

Sources	Ondes
Corps chauffés	Infrarouge, Visibles, ultraviolet
Nuages de gaz froids, supernova, galaxies	ondes radio
Pulsars, naines blanches, étoiles à neutrons	Rayons X et γ

1.2. Les capteurs :

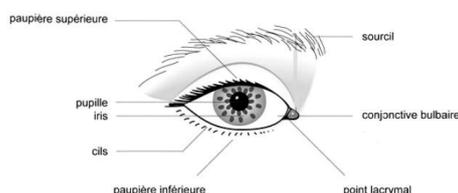
Lorsqu'un capteur détecte une onde ou une particule, cette dernière transmet son énergie à la matière constituant le capteur.

a) Détecteurs d'ondes.

Les détecteurs sont des dispositifs munis de capteurs qui convertissent les rayonnements reçus en une grandeur physique mesurable (généralement une tension électrique).

On utilisera un détecteur adapté aux rayonnements électromagnétiques ou aux particules à détecter, d'autant que chaque type d'onde nécessite son propre capteur.

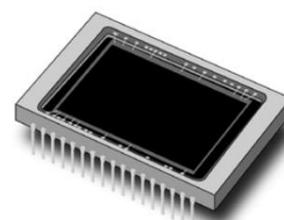
Exemples de détecteurs de rayonnements :



L'œil : capteur de lumière



Antenne : capteur d'ondes hertziennes

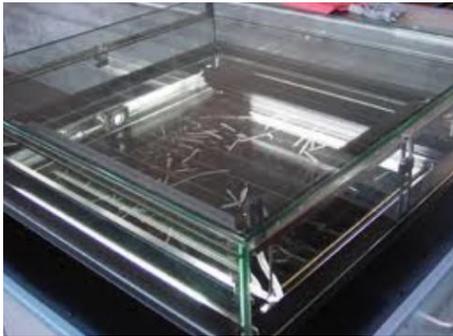


Capteur CCD

Propriété : Chaque capteur est spécialisé pour une plage de fréquences.

b) Détecteurs de particules :

Exemples de détecteurs de particules :



Compteur Geiger-Müller :

capteur de particules ionisantes produites lors de transformations nucléaires



Chambre à brouillard :

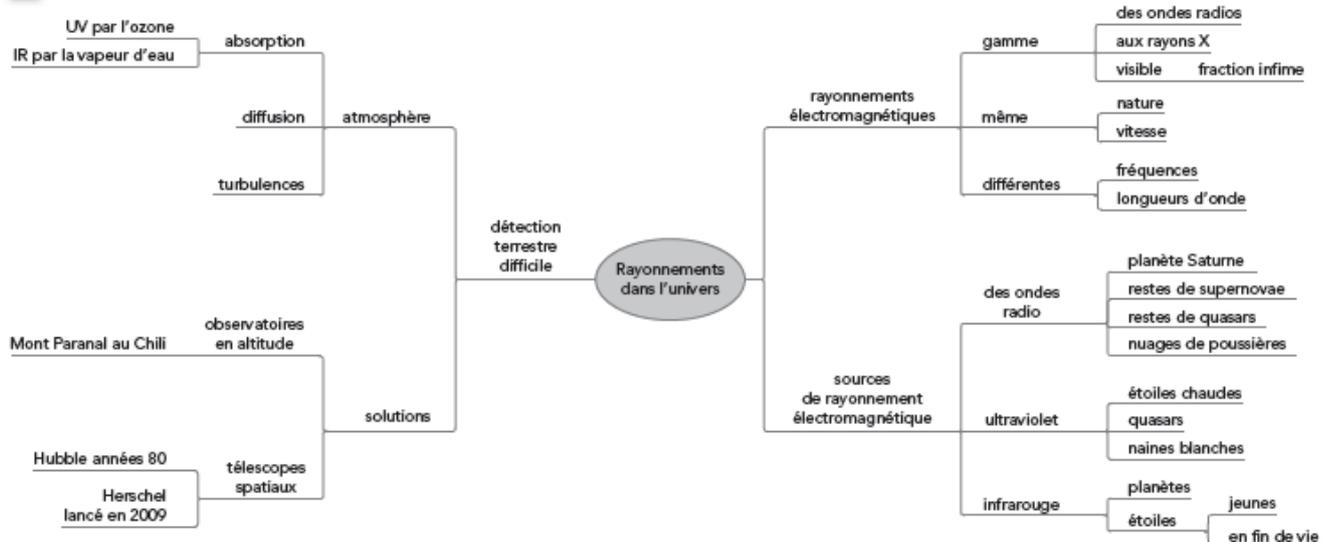
capteur de particules chargées <http://irfu.cea.fr/Phocea/Video/index.php?id=103>

1.3. Contraintes d'observation.

Activité pages 20-21 à faire pour lundi

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. Activité : Boson de Higgs

Lire d'abord l'article photocopié : La Recherche Juillet Août 2012 pages 42-43

Mercredi 4 juillet, des scientifiques du LHC (Large Hadron Collider) au CERN (Conseil européen pour la recherche nucléaire) ont annoncé qu'ils avaient détecté une nouvelle particule dont les caractéristiques sont fortement compatibles avec celles prédites pour le boson de Higgs.

(La conférence de presse est visible ici <http://cdsweb.cern.ch/record/1459565>)

Découvrir une nouvelle particule se produit environ tous les 10 ans. La découverte du boson de Higgs est d'autant plus attendue qu'elle constitue en quelque sorte la clef de voûte de la physique des particules actuelle. *Dans le cadre du modèle standard, l'origine de la masse des particules n'est pas expliquée. Le boson de Higgs est une particule théorique, proposée dans les années 60 par Peter Higgs.*

Figure montrant un excès de particules au-delà de 120 GeV significatif d'une particule inconnue (c) CERN 2012

(Canal deux photons $\gamma\gamma$)

Le 4 juillet, les scientifiques travaillant sur CMS et ATLAS, les deux détecteurs du LHC dédiés à la recherche du boson de Higgs, ont annoncé qu'ils avaient confirmé la détection d'une nouvelle particule de masse $125,3 \pm 0,6$ Giga électron volt (GeV), le GeV étant l'unité utilisée par les physiciens pour décrire les énergies élevées et les masses. En considérant l'intervalle d'erreur de ces résultats, les masses annoncées par CMS et ATLAS, ce dernier estimant la masse de la particule à environ 126 GeV, sont compatibles. L'accord entre les mesures des deux détecteurs et le niveau de confiance (4,9 et 5 sigma respectivement) sont suffisamment élevés pour permettre aux scientifiques de faire cette annonce officielle :

« Nous pouvons vous annoncer que nous avons détecté une nouvelle particule. Nous savons que c'est un boson et nous connaissons assez précisément sa masse. »

Questions :

1. Est-t-on sûr d'avoir détecté Le boson de Higgs ou seulement une nouvelle particule ?
2. Où a-t-elle été découverte ?
3. Que signifie LHC ?
4. Comment sont produites ces particules ?
5. Comment les détecte-t-on ?
6. Comment se nomment les détecteurs qui ont repérés cette nouvelle particule ?
7. Quelle est la masse de la nouvelle particule ?
8. Quelle est l'incertitude absolue sur la masse ?
9. Calculer l'incertitude relative.

