

Chapitre 4 : Ondes et particules

Connaissances et compétences :

- 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 des sources d'ondes et de particules et leurs utilisations.
- Extraire et exploiter des informations sur un dispositif de détection.
- Pratiquer une démarche expérimentale mettant en œuvre un capteur ou un dispositif de détection.

I. Les sources de rayonnement

⇒ Activités 1 p20 + 2 p22

1. Définition du rayonnement

En physique, un **rayonnement** désigne la *propagation d'énergie émise par une source*.

Dans l'univers, on distingue, le **rayonnement électromagnétique**, lorsque l'énergie se déplace seule et le **rayonnement de particules**, lorsque le déplacement d'énergie s'accompagne d'un déplacement de matière.

2. Sources de rayonnement électromagnétique

Le **spectre électromagnétique** regroupe en fonction de l'**énergie** transportée, les *différentes catégories* de rayonnements. L'énergie est proportionnelle à la fréquence.

Les rayonnements provenant de l'Univers sont dus à des *phénomènes physiques* faisant intervenir des *énergies élevées*.

La **composition** chimique des étoiles est connue via l'analyse du spectre du rayonnement émis (visible, ultraviolet et infrarouge). Leur **température** aussi.

3. Sources de rayonnement de particules

Différents types de particules sont présentes dans l'univers (astroparticules constituant le rayonnement cosmique):

- des particules élémentaires (électrons, quarks...) dont aucune structure interne n'est connue,
- des particules ayant une structure, comme les protons et neutrons (composés de quark) mais aussi les atomes, les ions, les molécules.
- une autre particule élémentaire au statut particulier: le **photon**, particule sans masse de pure énergie, pouvant modéliser les rayonnements elm.

C'est la **dualité onde-corpuscule**, une des zones d'ombre de la physique.

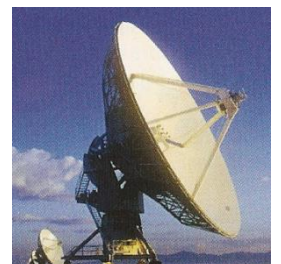
Sources	Particules
éruption solaire	proton
éruption solaire (faible quantité)	électron
réactions nucléaires type β^+	positron
tout émetteur de rayonnement	photon
explosion de supernovae	neutrino
réactions nucléaires	neutron
éruption solaire	α (noyau d'hélium)

II. Détecter un rayonnement

⇒ AE : « Casque sans fil » + Activité 2 p22

Les dispositifs d'étude des rayonnements comportent une **surface réceptrice** qui intercepte les rayonnements pour les concentrer et les diriger vers un **détecteur** spécifique.

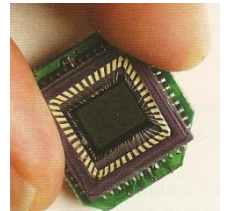
Le détecteur transforme les rayonnements reçus en une **grandeur physique mesurable** telle un courant électrique. Son acquisition et son traitement électronique permettent aux scientifiques d'enregistrer et d'exploiter les informations récoltées.



A chaque type de détecteur de rayonnement est associée une **sensibilité spectrale**, qui identifie le **domaine du spectre** électromagnétique sur lequel il sera particulièrement **adapté** (la rétine de l'œil

est un détecteur naturel, capable de transformer les rayonnements qu'il capte en signaux électriques transmis au cerveau).

Les détecteurs artificiels exploitent l'*effet photoélectrique*, c'est-à-dire la libération d'électrons par certains matériaux exposés à un rayonnement. Les électrons libérés produisent alors un courant électrique mesurable.



La *détection de particules* peut s'effectuer en étudiant les effets de leurs *interactions avec l'atmosphère terrestre*. Ces interactions produisent des gerbes de *particules élémentaires secondaires*, susceptibles d'être détectées au sol par un réseau de détecteurs.

III. Contrainte d'observation des rayonnements

⇒ *Activité 1 p20 : « Ces rayonnements dans l'Univers »*

Pour pouvoir les observer, il est indispensable que les rayonnements atteignent le détecteur : ils ne doivent être ni déviés, ni absorbés.

1. Interaction entre rayonnement et matière

Si toute l'énergie transportée par le rayonnement est absorbée, la matière rencontrée est dite **opaque**. A l'inverse, la matière est plus ou moins **transparente** (une valise est opaque pour les rayonnements visibles, mais transparente pour les rayons X, ce qui est utile dans les aéroports) si elle n'absorbe pas la totalité de l'énergie transportée par le rayonnement.

2. Les fenêtres atmosphériques

Les diverses **substances chimiques** qui composent l'atmosphère **absorbent certains rayonnements** :

- les rayons X et UV vont être absorbés par les substances à base d'azote et d'oxygène majoritaires dans l'atmosphère ;
- les ondes radio de très grandes longueurs d'onde, plus d'un mètre, sont absorbées par les espèces chimiques ionisées de la haute atmosphère.

Ainsi, l'atmosphère permet le passage des rayonnements visibles et radio mais arrête les rayonnements qui seraient nocifs pour les humains.

Ondes électro-magnétiques	Absorption par l'atmosphère
rayons gamma	forte
rayons X	très forte
ultraviolets	plus leur longueur d'onde augmente, plus leur absorption diminue
visible	faible
infrarouges	faible
micro-ondes	faible
ondes radio	de faible (ondes courtes et moyennes) à forte (très grandes ondes)

3. L'astronomie spatiale

Afin d'observer l'Univers dans sa globalité, il est donc nécessaire d'observer au-delà des couches absorbantes de l'atmosphère (le télescope Hubble, lancé par la NASA en 1990, est en orbite autour de la Terre à environ 500km d'altitude. Il nous livre depuis des images de l'Univers d'une qualité exceptionnelle).