

Chap.1. Activité documentaire 2. ONDES ET PARTICULES

Compétences : Extraire et exploiter des informations

Les particules dans l'Univers

❖ La Terre reçoit un flot incessant de particules de grande énergie. D'où provient-il ?

Le rayonnement cosmique.

En 1912, on découvre que la Terre reçoit en permanence un rayonnement ionisant provenant de l'espace.

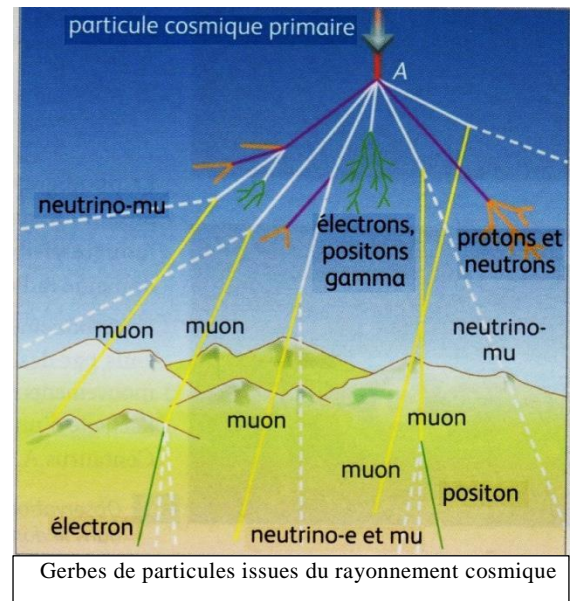
Ce *rayonnement cosmique* est constitué de particules chargées de grande énergie en provenance du Soleil ou d'astres lointains (particules galactiques ou extragalactiques). Dans le « vide » spatial, ce rayonnement est surtout constitué de protons et de noyaux d'hélium.

Au voisinage de la Terre, ces particules sont déviées par la *magnétosphère*. Si leur énergie est insuffisante, elles ne peuvent pas atteindre l'atmosphère, sauf dans les régions polaires où les lignes de champ s'incurvent vers la surface terrestre. C'est le cas pour les particules solaires, tandis que les particules galactiques, plus énergiques, ne sont pas arrêtées par le champ magnétique terrestre.

Lorsqu'une particule du rayonnement cosmique atteint les couches supérieures de l'atmosphère, elle interagit avec les atomes voisins en perturbant leur nuage électronique, en arrachant des électrons ou en provoquant des *réactions nucléaires*. 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 (**figure**).

Les particules d'origine solaire sont issues de réactions nucléaires produites au sein de notre étoile. Elles sont donc des témoins du fonctionnement interne du Soleil. Les autres, dont l'origine est encore mal connue, sont probablement les conséquences de phénomènes déployant des énergies considérables dans l'Univers lointain, l'action d'un trou noir ou l'explosion d'une supernova par exemple.

Les rayons cosmiques ont constitué une source de diverses particules très utile aux physiciens s'intéressant à la structure intime de la matière. Ils l'exploitent encore dans leurs recherches mais ils disposent maintenant des accélérateurs de particules. Dans ces appareils, des particules accélérées par des champs électriques et guidées par des champs magnétiques sont violemment projetées les unes contre les autres. Ces chocs donnent naissance à des gerbes de particules et c'est en examinant les résultats que l'on peut comprendre le fonctionnement de la matière.



1. Analyser le document

- À l'aide d'une recherche, expliquer les expressions en gras italiques du texte.
- Quelle information du texte est illustrée par la figure ? Que se passe-t-il au point noté A ?
- Trouver des avantages aux accélérateurs de particules par rapport aux rayons cosmiques pour réaliser des expériences avec des particules.

2. Conclure

Quelles informations scientifiques les chercheurs peuvent-ils attendre de l'étude des particules cosmiques? Même question pour les particules produites dans les accélérateurs.

CORRECTION :

Commentaires :

La Terre est arrosée constamment par une pluie de particules, nommée rayonnement cosmique. Ce phénomène est le résultat de l'arrivée de particules énergétiques (provenant du Soleil, de la galaxie et plus globalement de tout l'Univers) dans la haute atmosphère terrestre. Ces particules, principalement des protons (87 %) entrent en collision avec les noyaux des molécules de l'atmosphère. Les produits de ces collisions primaires heurtent à leur tour d'autres noyaux produisant ainsi une gerbe de particules secondaires. Certaines parviennent jusqu'au sol, d'autres sont absorbées par l'atmosphère, et d'autres encore induisent de nouvelles réactions qui donneront naissance à des particules tertiaires, etc...

Une seule particule cosmique très énergétique peut générer une gerbe contenant plusieurs milliards de particules (voir figure). Plusieurs types de particules atteignent le sol. Parmi ces particules on trouve les muons.

1. Analyser le document

a. **Rayonnement cosmique** : particules de hautes énergies se déplaçant dans l'espace.

Dans l'Univers, de nombreux objets sont sources de particules. Les sources de rayonnements de particules sont diverses. On pense que rayonnements ont pour origine : les supernovæ, les explosions d'étoiles très massives en fin de vie, les noyaux actifs de galaxie, ... c'est le rayonnement cosmique. Ce rayonnement cosmique est constitué de particules élémentaires (protons, neutrons, électrons, neutrinos, ...) ou de particules plus lourdes (particules alpha, ion deutérium, ...), éjectées à grande vitesse.

Magnétosphère : champ magnétique environnant la Terre (ou un autre objet céleste).

Réactions nucléaires : transformations affectant le noyau des atomes.

- La figure illustre la formation d'une gerbe de particules. En A, une particule provenant de l'espace interagit avec un atome de l'atmosphère terrestre déclenchant l'émission de plusieurs autres particules.
- La nature et l'énergie des particules présentes dans les rayons cosmiques ne sont pas prévisibles alors qu'un accélérateur permet de maîtriser les conditions des expériences.

2. Conclure

Les rayons cosmiques apportent des renseignements sur le fonctionnement interne du Soleil (particules solaires) ou sur des événements se produisant dans l'Univers lointain (particules galactiques et extragalactiques).

On peut exploiter ces particules pour étudier leurs interactions avec la matière mais ce type d'étude se fait actuellement presque exclusivement avec les accélérateurs de particules.

Les résultats des chocs de particules de grandes énergies dans les accélérateurs permettent aux chercheurs d'étudier la structure intime de la matière, c'est à dire son fonctionnement au niveau subatomique.