

Le satellite Planck a été mis en orbite, en 2009, par le lanceur Ariane 5. Il est équipé de différents instruments permettant de détecter le rayonnement fossile. Par un balayage de l'intégralité du ciel, il a pour mission de recueillir des informations sur l'origine de l'Univers et la formation des galaxies. Comment les mesures effectuées par ce satellite ont-elles permis de cartographier l'Univers ?

Le rayonnement fossile détecté par le satellite est un rayonnement électromagnétique émis par l'Univers, se comportant comme un corps noir, 300000 ans après le Big-Bang quand l'Univers est devenu transparent. Ce rayonnement provient de toutes les directions du ciel avec une intensité constante dans le temps.

À cause de la dilatation de l'Univers, ce rayonnement correspond aujourd'hui au rayonnement d'un corps noir à la température de 3K (document 1).

D'après la loi de Wien (document 3) :

$$\lambda_{\max} = \frac{A}{T} \quad \Leftrightarrow \quad \lambda_{\max} = \frac{2,9}{3} = 1\text{mm} .$$

Ce rayonnement a **donc** une longueur d'onde dans le vide de l'ordre de 1 mm. Il s'agit **donc** d'un rayonnement à la frontière entre infrarouge et micro-ondes (document 4).

Les rayonnements de cette longueur d'onde sont presque totalement absorbés par l'atmosphère terrestre (document 2). Cela **explique** l'intérêt de placer les capteurs hors de l'atmosphère pour réaliser la cartographie de l'Univers.

Le rayonnement fossile a été émis par l'Univers primitif lorsqu'il est devenu transparent. L'intensité de ce rayonnement, capté par le satellite Planck, dépend de la densité de l'univers primitif dans la direction pointée : plus le rayonnement est intense, plus la densité de matière est importante dans la direction considérée (document 3). Les mesures ont ainsi permis de mesurer des inhomogénéités de densité de matière de l'Univers quelques centaines de milliers d'années après le Big-Bang, et d'en dresser une véritable carte. Ces premiers grumeaux seront à l'origine de nos galaxies.

BARÈME :

Présentation du satellite (année et lieu de lancement par exemple)	0,25 point
De sa mission : recueillir des informations sur l'origine de l'Univers	0,25 point
Source : l'Univers primitif devenu transparent, se comportant comme un corps noir.	0,25 point
Nature : rayonnement électromagnétique.	0,25 point
Intensité et direction : intensité constante au cours du temps, provient de toutes les directions du ciel.	0, 5 point
Longueur d'onde dans le vide : Corps noir à 3K => Valeur de la longueur d'onde $\lambda_{\max} = 1 \text{ mm}$ (loi de Wien).	1 point
Rayonnement à la frontière entre IR et onde radio.	1 point
L'atmosphère est totalement opaque à la longueur d'onde $\lambda = 1 \text{ mm}$ → Nécessité de capter ce rayonnement hors atmosphère	0, 5 point
Conclusion : Capter le rayonnement fossile dans toutes les directions donne des informations sur sa source, l'univers fossile, donc d'en dresser une carte présentant les inhomogénéités (ou « grumeaux ») selon la direction d'observation.	0, 75 point
Soin apporté à la rédaction	0, 25 point