

Rayonnements et recherche spatiale

- **Niveau : 2^{nde}, 1^oL/ES, 1^oSTL, T^oSTL, 1^oSTI2D, T^oSTI2D, 1^oS, T^oS.**

- **Compétences mises en œuvre :**

- ✓ S'approprier :
 - Extraire l'information utile.
- ✓ Analyser :
 - Organiser et exploiter les informations extraites.
- ✓ Communiquer :
 - Rédiger un texte de manière cohérente et compréhensible.

- **Principe de l'activité :**

Dans le cadre d'une étude de documents, on facilite l'extraction d'informations utiles (par le biais d'étiquettes) qui permettront aux élèves de répondre à une problématique.

- **Conditions de mise en œuvre :**

En début de séance, le professeur distribue les documents aux élèves.

Les élèves lisent les documents et surlignent les mots-clés en lien avec la problématique.

Selon les besoins des élèves et les compétences visées par le professeur, celui-ci pourra proposer différents types de scénarii :

- Scénario 1 :

Les étiquettes sont fournies aux élèves.

L'élève doit attribuer chaque étiquette à une partie du texte. Il doit également exclure les étiquettes n'ayant aucun rapport au texte ou celles délivrant une information erronée.

L'élève doit trier les étiquettes selon le tableau joint.

L'élève doit utiliser le tableau pour rédiger la réponse à la problématique.

- Scénario 2 : Scénario 1 sans l'appui du tableau.

- Scénario 3 :

Les élèves doivent fabriquer des étiquettes qui correspondent aux textes en s'aidant du tableau joint.

À la fin de la séance, ils doivent être capables à l'aide des étiquettes de répondre à la problématique.

Suite possible : lors d'une deuxième séance, les élèves donnent leurs étiquettes à un autre groupe, qui doit être capable avec celles-ci de répondre à la problématique.

- Scénario 4 : Scénario 3 sans l'appui du tableau.

- Scénario 5 : Rédiger une synthèse à partir des documents

- Durée :

scénario 1, 2 et 5 : une heure

scénario 3 et 4 : une heure, ou deux heures (de préférence consécutives) si l'on veut rédiger correctement la réponse à la problématique.

- Outils : ordinateur + vidéoprojecteur.

- Documents à disposition :

Diaporama des consignes scénario 1

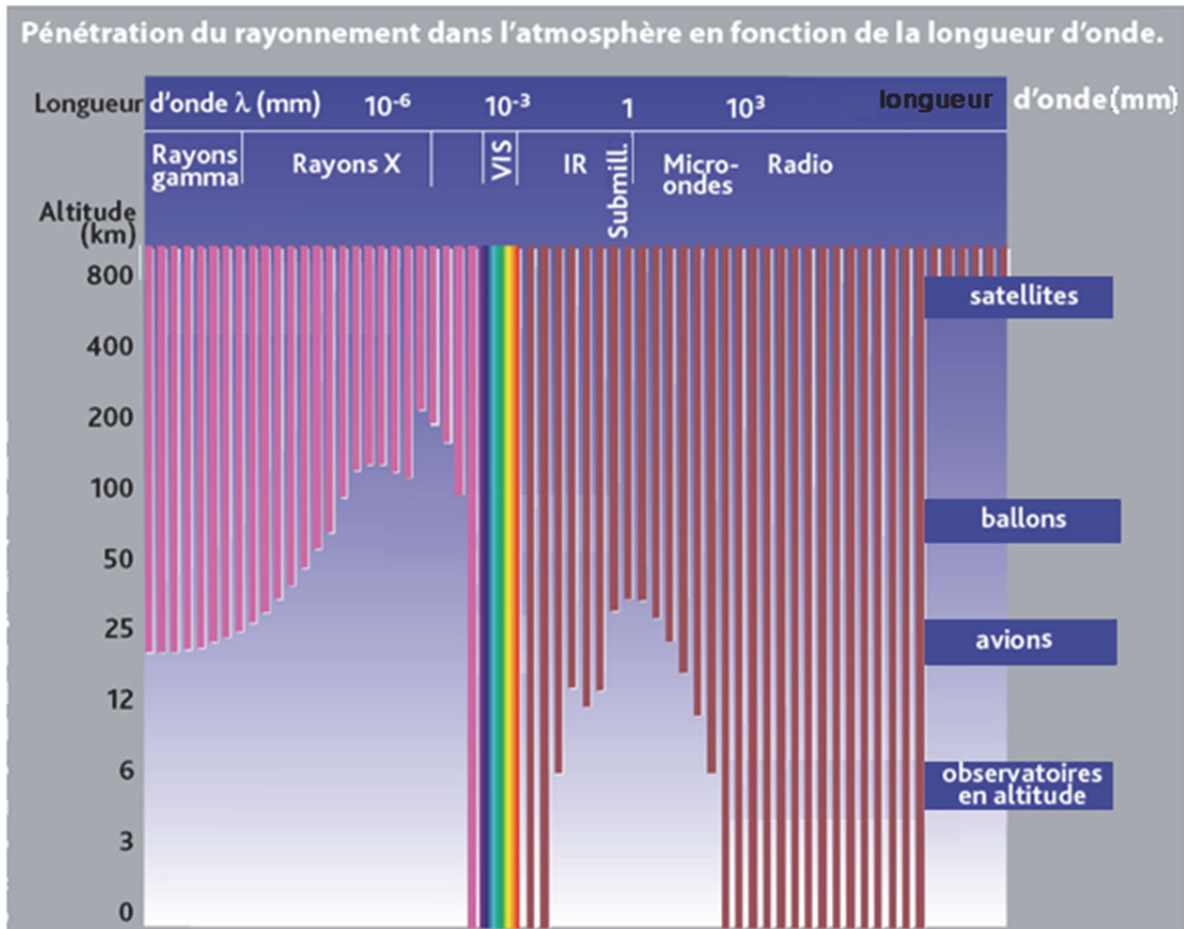
Documents 1 (consignes scénario 2) à 4,

Liste des étiquettes.

- Contexte dans lequel s'inscrit l'activité : méthodologie, remédiation.

- **Sources :**

Documents issus des fiches pédagogiques pour les enseignants du SYNCHROTRON SOLEIL
(<http://www.synchrotron-soleil.fr>)



Document à vidéoprojeter

Exemples de consignes à communiquer aux élèves :

1. Lire les documents.
2. Surligner les mots-clés en lien avec la problématique.
3. Affecter chaque étiquette au document délivrant l'information correspondante.
4. Sélectionner et trier les étiquettes utiles en les plaçant dans le tableau.
5. À partir du tableau, rédiger la réponse à la problématique.

Les explosions sont étudiées par les rayons X (Doc 4)	Les particules de lumière sont les électrons
Les IR permettent de détecter et d'identifier les molécules (Doc 1)	Les rayons X sont observables d'un observatoire en altitude
L'atmosphère terrestre émet des rayonnements IR (Doc 3)	L'espace est vide
Le rayonnement IR terrestre perturbe les mesures du satellite (Doc 3)	Le satellite Planck explore l'univers grâce aux IR
L'espace est constitué d'un milieu très peu dense (Doc 2)	Les IR proches ne sont pas détectables au sol
Les rayonnements IR lointains sont absorbés par l'atmosphère (Doc 5)	
Un corps même à 10K émet des rayonnements IR (Doc 2)	
Le satellite Newton explore l'univers grâce aux rayons X (Doc 4)	
Tous les rayonnements sont détectables par satellite (Doc 5)	
Les capteurs IR doivent être protégés de toute source de chaleur (Doc 3)	Les rayons X sont absorbés par l'atmosphère (Doc 5)
Les rayonnements infrarouges sont observables à partir du satellite Herschel. (Doc1)	Le rayonnement visible a une longueur d'onde d'environ 10^{-3} mm (Doc 5)

Etiquettes vraies

Etiquettes erronées

Rayonnements	Appareil d'étude du rayonnement	Pour quelles raisons cette solution ?	Dans quel but ?
IR	Les rayonnements infrarouges sont observables à partir du satellite Herschel.	Un corps même à 10 K émet des rayonnements IR. Les rayonnements IR lointains sont absorbés par l'atmosphère. L'atmosphère terrestre émet des rayonnements IR.	Les IR permettent de détecter et d'identifier les molécules.
Rayon X	Le satellite Newton explore l'univers grâce aux rayons X.	Les rayons X sont absorbés par l'atmosphère.	Les explosions sont étudiées par les rayons X.

Mots clés et plan :

IR :

- observation à l'aide d'un satellite
- rayonnements absorbés par l'atmosphère et pollution due aux rayonnements électromagnétiques

Rayons X :

- observation à l'aide d'un satellite,
- rayonnements absorbés par l'atmosphère,

Réponse à la problématique : "Expliquer comment, pour quelles raisons et dans quel but, les rayonnements sont mesurés dans l'exploration du milieu interstellaire. "

Les rayonnements difficilement observables depuis la surface de la Terre sont ceux absorbés par l'atmosphère terrestre. Il s'agit notamment des rayons X et des infrarouges lointains. Un satellite situé hors de l'atmosphère permet d'observer l'ensemble du rayonnement infrarouge (une partie aurait été absorbée) tout en s'affranchissant du rayonnement émis par l'atmosphère elle-même. Ainsi le satellite Herschel, en observant les rayonnements infrarouges émis par tout corps même à 10 K, permet de détecter et d'identifier des molécules. Quant au satellite Newton, il explore les explosions de supernovæ grâce aux rayons X.

Proposition de grille d'(auto)évaluation :

Compétences	Critères de réussite permettant d'attribuer le niveau de maîtrise « A »	Niveaux de maîtrise			
		A	B	C	D
S'approprier	Rechercher et extraire les informations sur les deux rayonnements Extraire les informations d'un graphique				
Analyser	Exploiter et organiser les informations utiles.				
Communiquer	Rédiger un paragraphe argumenté qui répond à la question posée. La qualité de la rédaction (orthographe, syntaxe, vocabulaire adapté, présentation) est à prendre en compte.				

Rayonnements et recherche spatiale

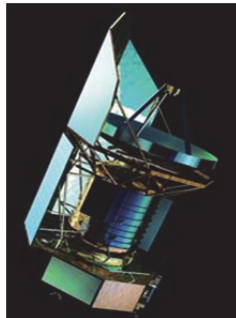
Expliquer comment, pour quelles raisons et dans quel but, les rayonnements sont mesurés dans l'exploration du milieu interstellaire.

Document 1 :

Le satellite Herschel, lancé en 2008, a fait un inventaire des molécules du milieu interstellaire en enregistrant leur spectre dans le domaine infrarouge. Mais l'identification des molécules ne sera pas immédiate car les spectres obtenus dépendent des conditions de température et de pression qui règnent dans l'espace. Il faut donc préparer la mission en constituant une bibliothèque spectrale de référence. Dans ce but, les scientifiques synthétisent en laboratoire les molécules qu'ils pensent trouver et enregistrent leurs spectres infrarouges, en faisant varier la température et la pression en condition « spatiale » c'est-à-dire en milieu très dilué. Pour obtenir des spectres exploitables avec des raies d'absorption repérables, le faisceau infrarouge doit faire de multiples allers et retours dans la cellule d'analyse. C'est le rayonnement synchrotron qui permet de réaliser ces longs chemins optiques sans trop diverger.

Le photon :

Particule élémentaire, de masse et de charge nulle, le photon est l'aspect corpusculaire de la lumière. La vitesse de la lumière, dans le vide, quel que soit le référentiel d'étude, notée c , est environ égale à $300\,000\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$.



Document 2 :

On a longtemps cru que l'espace interstellaire était vide. On sait maintenant qu'il est composé de gaz et de poussières qui, dans notre galaxie, représentent environ 10% de sa masse, le reste étant accumulé dans les étoiles et leurs planètes.

Plus de 100 molécules différentes y ont déjà été identifiées, parmi lesquelles beaucoup de molécules pré-biotiques. Elles sont concentrées dans des nuages diffus (de 1 à 10^3 particules/cm³). Éclairées (et chauffées) par la lumière des étoiles, leur température est comprise entre 10 et 20 K. De fait ces corps froids ré-émettent dans le domaine infrarouge lointain et submillimétrique.

Document 3 :

Herschel sera lancé en 2008 par une fusée Ariane 5, conjointement au satellite Planck. Il fera un inventaire aussi complet que possible des molécules du milieu interstellaire et scrutera, à une échelle plus lointaine, les populations de galaxies. Avec un diamètre de 3,5 m, le miroir de son télescope est le plus grand jamais envoyé dans l'espace. Réalisé par la NASA, il est dédié à l'observation du rayonnement infrarouge lointain et submillimétrique couvrant la bande de longueur d'onde allant de 57 à $670\ \mu\text{m}$ - soit 175 cm^{-1} à 14 cm^{-1} pour les nombres d'onde*. Il s'agit d'un domaine quasi inexploré du spectre puisque les missions spatiales précédentes n'ont pas dépassé la longueur d'onde de $240\ \mu\text{m}$. Des spectrophotomètres mis au point par l'ESA, dont l'un est de très haute résolution dans la bande 60 cm^{-1} à 15 cm^{-1} pourront enregistrer des spectres d'absorption et des spectres d'émission.

Comme toutes les missions spatiales d'astronomie infrarouge, Herschel devra s'affranchir des rayonnements infrarouges parasites venant de l'atmosphère terrestre et... de ses propres composants. Il sera placé à l'ombre du Soleil et ses instruments seront refroidis à l'hélium liquide, à une température proche du zéro absolu (la réserve d'hélium est l'un des paramètres déterminants dans la durée de sa mission, soit 3 ans).

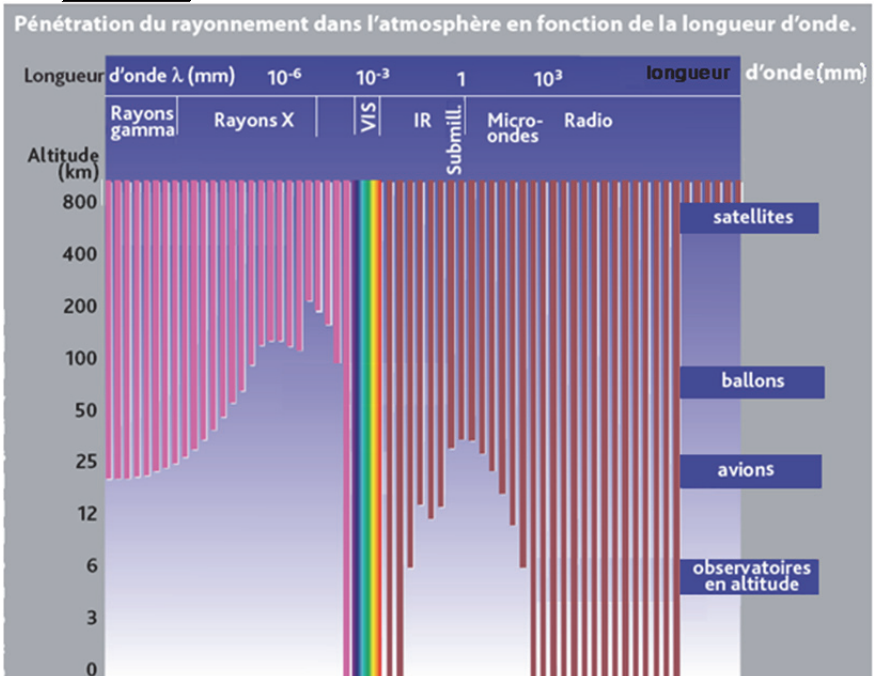
* le nombre d'onde étant l'inverse de la longueur d'onde

Document 4 :

Lancé en 1999, le satellite XMM-Newton étudie l'univers en rayons X. Les rayons X nous renseignent sur les événements « violents » qui jalonnent l'évolution des galaxies et des objets stellaires, comme les explosions de supernovae. XMM-Newton est équipé de miroirs qui focalisent les rayons X sur des caméras CCD. Les CCD mesurent, pixel par pixel, le nombre de photons X reçus. Les informations sont transmises sur Terre, où elles sont traduites sous forme d'images en niveau de gris (plus le gris est clair, plus il y a de photons reçus). On associe ensuite à chaque ton de gris une couleur particulière choisie arbitrairement. Les images obtenues sont donc en couleurs fictives ; elles n'ont rien à voir avec des couleurs réelles, mais elles permettent d'accentuer les contrastes et de mieux discerner les détails.

Remarque : la limite entre l'atmosphère et l'espace se situe à 100 km d'altitude.

Document 5 :



Les étiquettes du texte :

Les explosions sont étudiées par les rayons X	L'atmosphère terrestre émet des rayonnements IR
Les IR permettent de détecter et d'identifier les molécules	Les rayons X sont observables d'un observatoire en altitude
Les particules de lumière sont les électrons	Tous les rayonnements sont détectables par satellite
Le rayonnement IR terrestre perturbe les mesures du satellite	Le satellite Planck explore l'univers grâce aux IR
L'espace est constitué d'un milieu très peu dense	Un corps même à 10 K émet des rayonnements IR
Les rayonnements IR lointains sont absorbés par l'atmosphère	Les capteurs IR doivent être protégés de toute source de chaleur
Les IR proches ne sont pas détectables au sol	Les rayonnements infrarouges sont observables à partir du satellite Herschel
Le satellite Newton explore l'univers grâce aux rayons X	Les rayons X sont absorbés par l'atmosphère
L'espace est vide	Le rayonnement visible a une longueur d'onde d'environ 10^{-3} mm

Rayonnements	Appareil d'étude du rayonnement	Pour quelles raisons cette solution ?	Dans quel but ?