

Thème : OBSERVER – Ondes et matière
(Sous-thème : Rayonnements dans l'Univers)

Type de ressources :

Activité illustrant les notions du programme. Prolongements et approfondissements des notions au programme. Références bibliographiques et sitographie.

Notions et contenus :

Absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre.

Compétence travaillée ou évaluée :

Extraire et exploiter des informations.

Nature de l'activité :

Activité documentaire de découverte.

Résumé :

L'idée directrice est de faire découvrir que l'observation astronomique ne s'intéresse pas qu'au domaine visible. Un premier document indique la position sur la Terre et les caractéristiques de quelques observatoires importants ou récents. Les autres documents permettent de répondre aux questions posées en développant un raisonnement et de comprendre que l'atmosphère est opaque pour certains domaines d'onde électromagnétique.

Mots clefs : onde électromagnétique, longueur d'onde, absorption, spectre.

Académie où a été produite la ressource : Académie d'Orléans-Tours.

<http://physique.ac-orleans-tours.fr/>

Observer l'Univers depuis la Terre

Conditions de mise en œuvre : activité de découverte en classe d'une durée de 30 minutes environ.

Extrait du BO :

Notions et contenu	Compétences exigibles
Rayonnements dans l'Univers Absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre.	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.

Compétences travaillées :

- Compétences du préambule du cycle terminal : pratiquer une démarche scientifique (rechercher, extraire et organiser l'information utile, mobiliser ses connaissances, mettre en œuvre un raisonnement, communiquer à l'écrit).
- Compétences « extraire et exploiter » : extraire et organiser des informations utiles, choisir de manière argumentée ce qui est à retenir dans des ensembles, exploiter qualitativement des informations.

Prérequis : onde EM, longueur d'onde.

Observer l'Univers depuis la Terre

Au cours du XXème siècle, le champ d'investigation de l'astronomie s'est étendu de la lumière visible à l'ensemble du spectre électromagnétique, des ondes radio jusqu'aux rayonnements les plus énergétiques : les rayons gamma γ . Mais l'ensemble des ondes électromagnétiques est-il observable depuis le sol terrestre et pourquoi ?

Lire et Comprendre

Lisez les documents fournis et sélectionnez ceux qui contiennent les informations qui vous permettront d'apporter les réponses argumentées aux questions suivantes :

Questions :

1. Pour quels types de rayonnement du spectre électromagnétique, l'observation au sol est-elle possible ?
2. En astronomie, le domaine le plus favorable à la détection d'exoplanètes est l'infrarouge moyen (autour de $10 \mu\text{m}$). L'observation au sol dans l'infrarouge nécessite des conditions particulières. Lesquelles ? Pour quelle raison ?
3. Dans le domaine des UV et des rayons X, le photon incident est très énergétique. Il peut donc générer soit des réactions de photodissociation de molécule (rupture d'une liaison) qui libèrent de la chaleur après une recombinaison des atomes provoquant une augmentation de température du milieu, soit des réactions de photoionisation qui produisent des ions.
 - 3.A. Dans quelle(s) couche(s) de l'atmosphère ont lieu ces réactions ?
 - 3.B. L'observation des rayons X et UV est-elle donc possible au sol ?
4. Les photons gamma, mille milliards de fois plus énergétiques que la lumière visible, proviennent des objets les plus « violents » de l'Univers.
 - 4.A. Pourquoi dit-on que le télescope HESS détecte indirectement les rayons gamma ?
 - 4.B. Quel modèle permet de comprendre que des particules secondaires (« gerbe atmosphérique ») sont créées à partir de l'énergie d'un photon gamma ?
5. Où placer les télescopes pour pouvoir accéder à l'ensemble du spectre électromagnétique ?

Questions supplémentaires :

6. Le télescope spatial Hubble a été lancé en 1990 par la navette spatiale. Il permet notamment d'observer le domaine du visible en échappant de par sa position à d'autres perturbations causées par l'atmosphère. Lesquelles ?
7. Pourquoi est-ce que les scientifiques continuent de construire des observatoires terrestres ?

DOC. 1 : Situations de quelques observatoires (.) avec, pour certains, les domaines d'ondes observées



Le télescope Sophia à bord de son Boeing 747 est spécialisé dans l'observation infrarouge. Il est emporté dans la stratosphère à une altitude de 11 km.

La **Station de Nançay** est spécialisée dans le domaine de la radioastronomie. Elle comporte :



- un radiotélescope spécialisé pour les longueurs d'onde de l'ordre du **cm**.



- le Réseau Décamétrique fonctionnant entre **3 et 30 mètres** de longueur d'onde.



L'Observatoire du Cerro Paranal européen situé dans le désert d'Atacama, au Chili, à une altitude de 2 635 mètres est doté du :

- **Very Large Telescope array (VLT).** L'ensemble de ces instruments observe depuis l'ultraviolet (300 nm) jusqu'à l'infrarouge moyen (environ 24 μm).
- **télescope VISTA** (*Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy*), qui observe dans l'infrarouge proche.
- **VLT Survey Telescope** qui étudiera le rayonnement visible du ciel.



Le télescope HESS installé en Namibie détecte indirectement les rayons gamma. Il possède 4 miroirs très sensibles dotés de caméras ultra-rapides.



Le **Southern African Large Telescope** est installé dans le désert du Kalahari. Il travaillera dans un domaine allant de l'ultraviolet proche (340 nm) à l'infrarouge proche (2,5 μm).



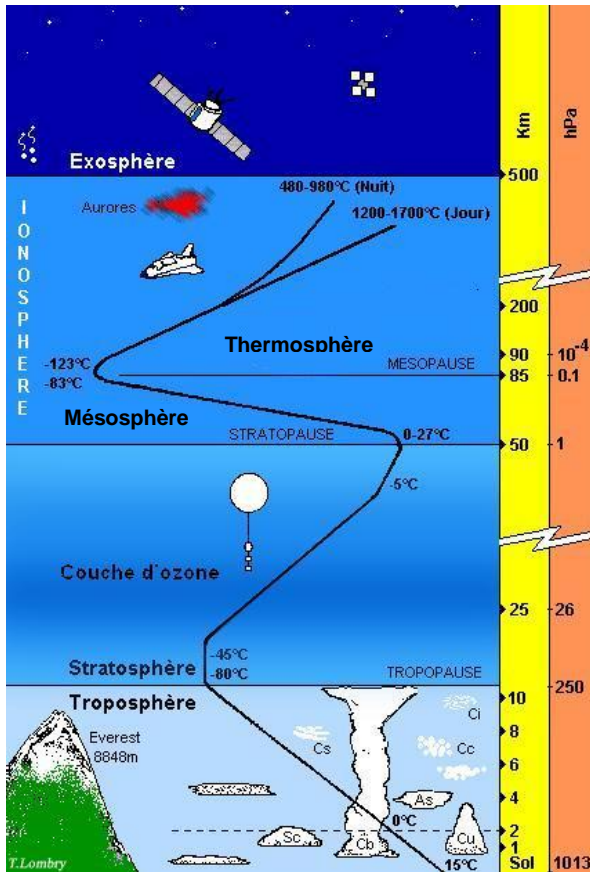
L'**Observatoire d'Hawaii** culmine à 4 200 m. Ce site est l'un des meilleurs du monde (atmosphère très sèche et stable).

Des télescopes observent dans le domaine visible et d'autres dans l'infrarouge (1 à 25 μm).

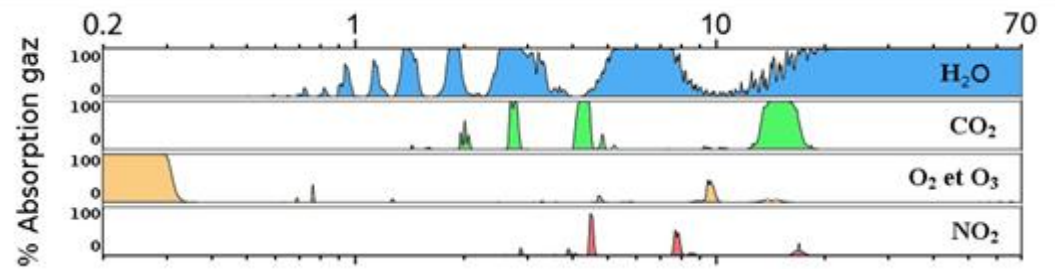


Australia Telescope Compact Array est constitué de 6 antennes de 22 m de diamètre chacune. Il est capable d'observer des émissions dont la longueur d'onde varie entre 3 et 90 cm et celles mesurant 12 mm et 3 cm.

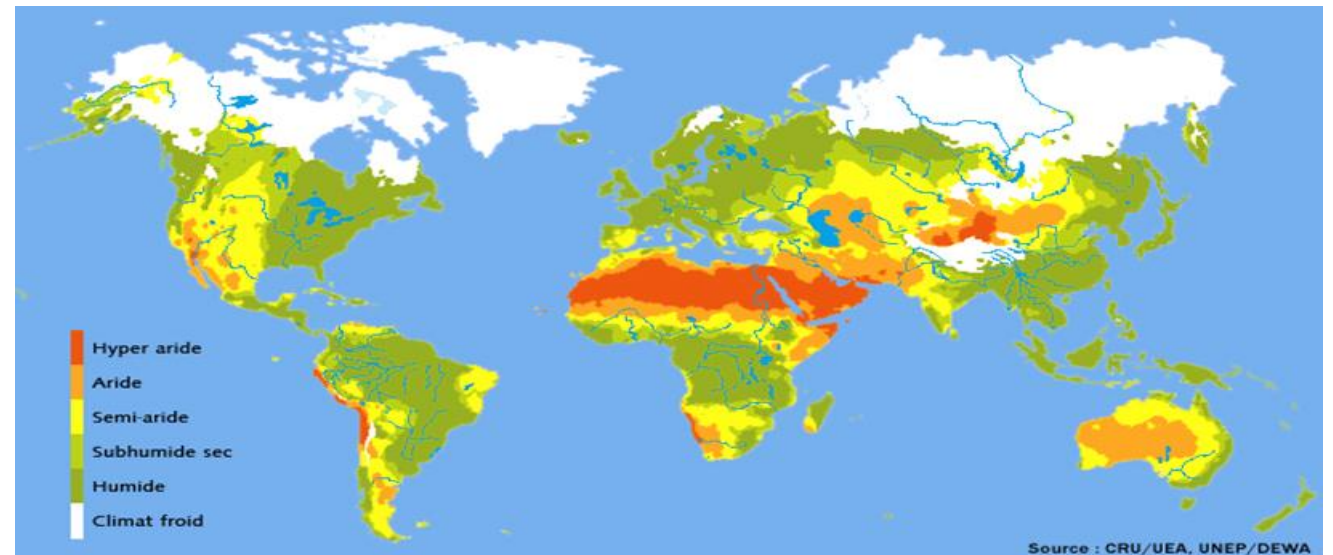
DOC. 2 : Les couches de notre atmosphère



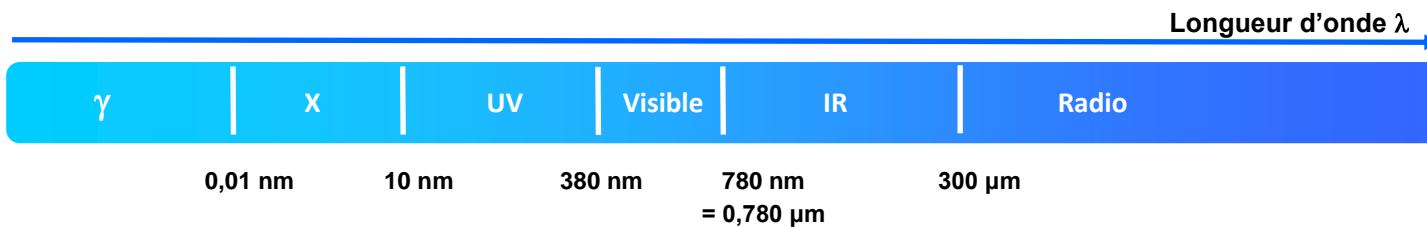
DOC. 3 : Longueurs d'ondes absorbées par certains gaz



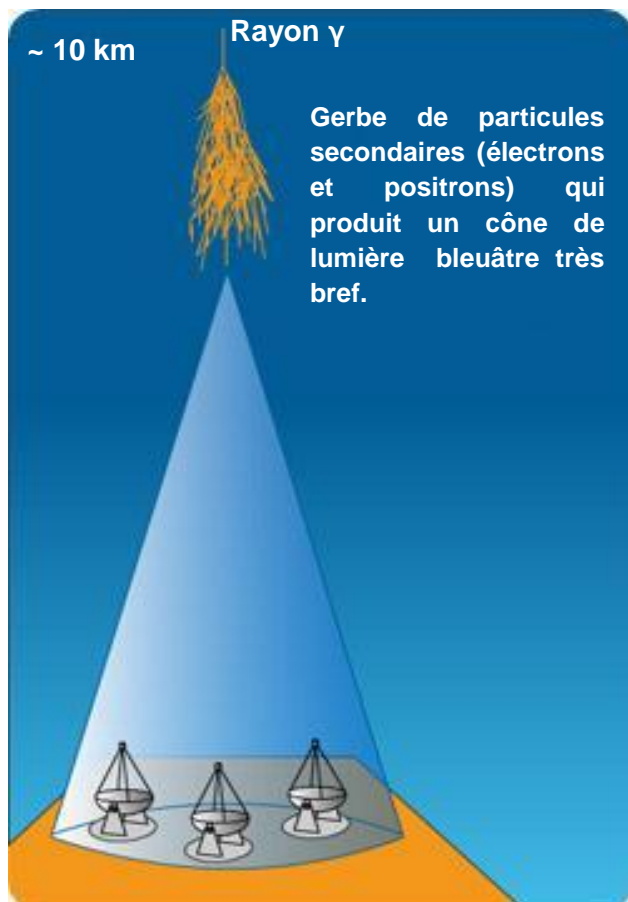
DOC. 4 : Carte mondiale des zones arides



DOC. 5 : spectre électromagnétique

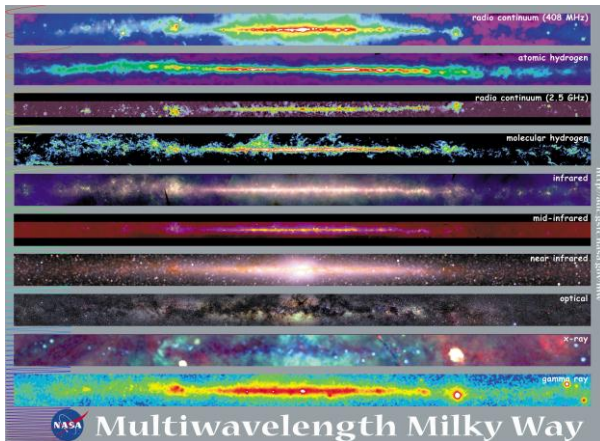


DOC. 6 : Gerbe de particules dans l'atmosphère



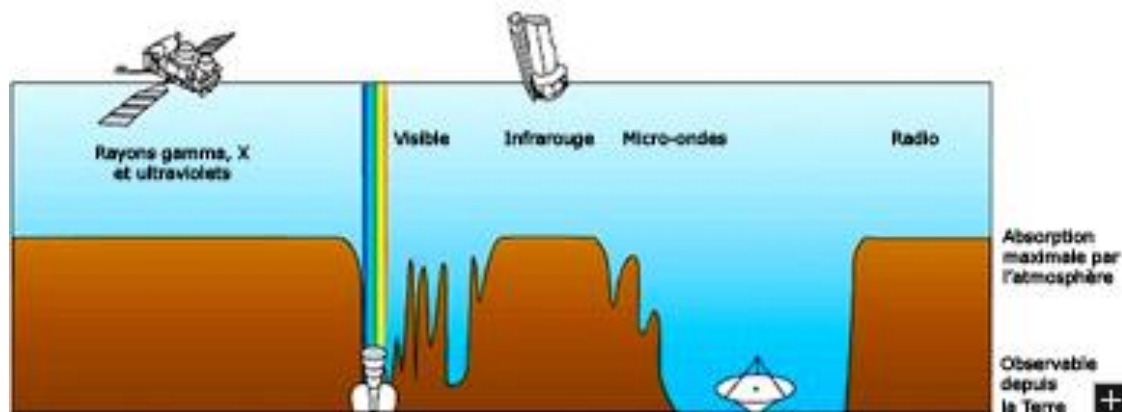
(Crédit photo: ASPERA / A.Marsollier)

Illustrations possibles

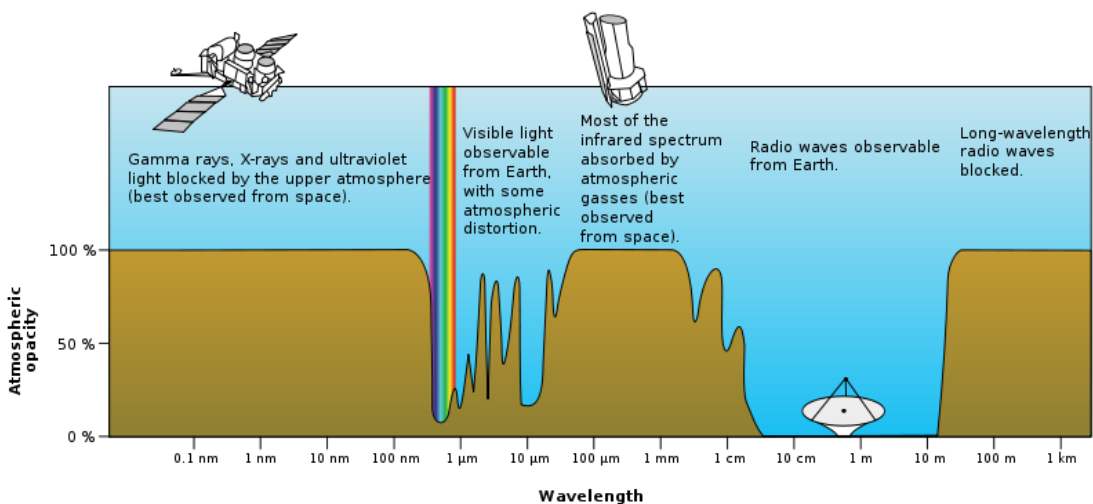


Voie lactée observée dans les différentes bandes de fréquence. Vu en lumière visible, le centre de notre galaxie est caché par des nuages de gaz. Par contre, le rayonnement infrarouge et les rayons gamma traversent ces nuages et fournissent une image de ce centre. Les observations infrarouges ont ainsi révélé la présence d'un trou noir supermassif au cœur de la galaxie, d'une masse équivalente à celle d'un million de soleils.

(Crédit photo: NASA)



Crédit : adapté d'une illustration par NASA/JPL



Crédit : [wikipedia](https://fr.wikipedia.org/wiki/Transparence_atmosphérique)

Sources et sitographie :

- L'observation en astrophysique

Par Pierre Léna et Daniel Rouan

- Physique générale: Ondes, optique et physique moderne

Par Douglas C. Giancoli

- Astronomie et astrophysique: cinq grandes idées pour explorer et comprendre l'Univers

Par Marc Séguin, Benoît Villeneuve

- Liens sur les satellites :

Satellite XMM-Newton destiné à observer les émissions de rayonnement X :

http://irfu.cea.fr/Sap/Phocea/Vie_des_labos/Ast/ast_visu.php?id_ast=1397

Satellite Herschel destiné à observer les émissions de rayonnement du spectre lointain infra-rouge :

<http://smc.cnes.fr/HERSCHEL/Fr/>

vidéo : http://www.herschel.fr/fr/herschel/pourquoi_le_spatial.php

Télescope spatial - wikipédia : http://fr.wikipedia.org/wiki/T%C3%A9lescope_spatial

Télescope spatial GLAST : http://www.in2p3.fr/presse/dossiers/2008_glast/glast.pdf