

**COMPÉTENCES EXIGIBLES**

- 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 rayonnements radio, infrarouge et ultraviolet.

**INTRODUCTION : De quelle manière nous parviennent les informations pour connaître l'Univers ?**

La Terre reçoit de toutes les directions de l'espace des rayonnements électromagnétiques et le rayonnement cosmique (pluie de particules). Si ce flot ininterrompu n'était pas en grande partie arrêté par l'atmosphère, ses effets destructeurs interdiraient toute vie.

Ces rayonnements et ces particules sont les seuls supports d'informations qui nous parviennent de l'Univers : distances, vitesses, constitution des étoiles ou d'autres objets célestes ...

Les premiers astronomes observaient le ciel à l'œil nu.

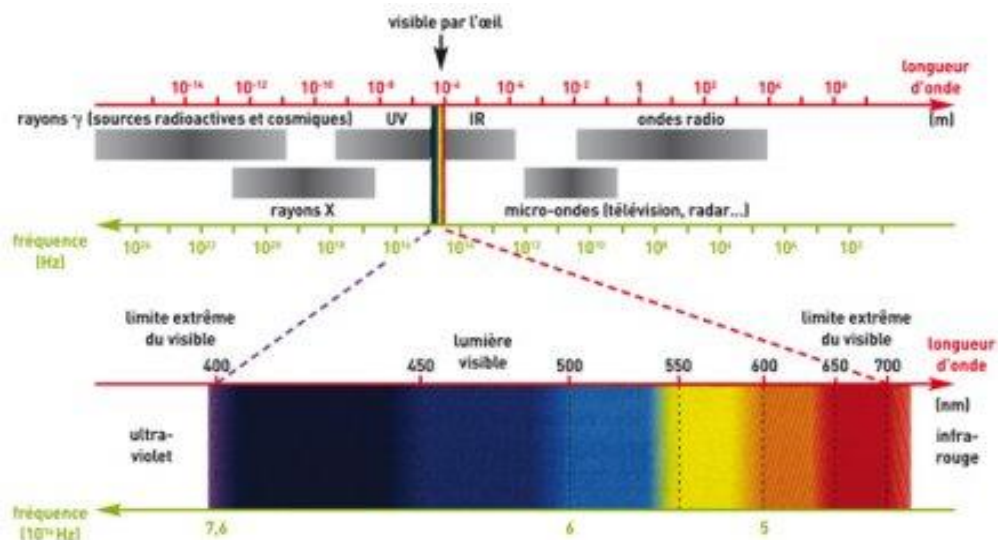
Au XVII<sup>e</sup> siècle, les lunettes astronomiques et les télescopes apparaissent: ces instruments permettaient d'observer que les astres les plus lumineux.

Au XIX<sup>e</sup> siècle, on commence à utiliser la photographie. Pour augmenter la quantité de lumière reçue, il suffit de laisser l'appareil photo dirigé vers les astres à observer pendant plusieurs heures. Ainsi, si le temps de pose est suffisamment long, certains astres peu lumineux peuvent apparaître sur la pellicule.

Au XX<sup>e</sup> siècle, l'électronique fait son apparition : on utilise des photodétecteurs plus sensibles que les pellicules photo.

Mais, tous ces appareils se limitent à une observation du domaine visible des ondes électromagnétique : l'étude d'une importante partie du spectre électromagnétique est ignorée.

Dans la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle, l'invention du radiotélescope, sur le modèle du radar, puis la possibilité d'envoyer des télescopes spatiaux au-delà des couches denses de l'atmosphère, ont permis aux astronomes d'exploiter beaucoup plus largement le domaine des ondes électromagnétiques.



1. Quel est le domaine, en longueurs d'onde, de la lumière visible ?
2. Rappeler la relation entre longueur d'onde  $\lambda$ , fréquence  $\nu$  d'une onde électromagnétique et vitesse de la lumière dans le vide  $c$ .
3. Calculer les limites du domaine en fréquences de la lumière visible ( $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

### ■ Le rayonnement électromagnétique

Le Soleil, comme tous les corps célestes, émet des rayonnements électromagnétiques (appelés aussi ondes électromagnétiques) dans un large domaine de longueurs d'onde. Ces rayonnements se propagent à la vitesse de la lumière, mais diffèrent par leurs fréquences.

L'ensemble des rayonnements, qui s'étend des rayons gamma aux ondes radio, constitue le spectre électromagnétique. La lumière visible n'en représente qu'une infime partie (voir **spectre 1**, page suivante).



Cette image du Soleil a été créée à partir d'observations dans l'ultraviolet par le Satellite SOHO en 1998.

### ■ Des rayonnements invisibles

Les objets célestes « chauds » (comme les quasars<sup>1</sup>, les naines blanches<sup>2</sup>, les étoiles dites chaudes) émettent une grande part de leur rayonnement dans le

domaine de l'ultraviolet.

Les objets « froids » (comme les planètes, les étoiles jeunes, les nuages de poussières) émettent principalement dans le domaine de l'infrarouge.

Pendant de nombreuses années, les astronomes ont été dans l'ignorance de ces rayonnements invisibles pour deux raisons :

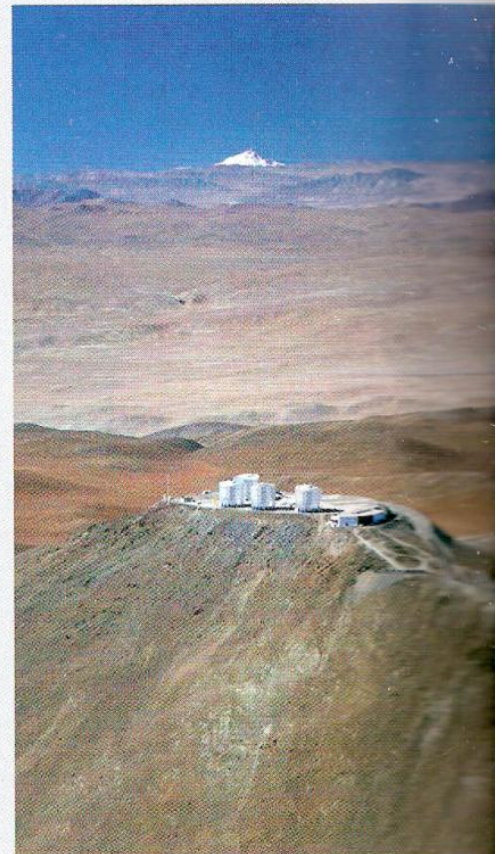
- la technologie ne permettait pas de les détecter ;
- certains d'entre eux ne parviennent pas jusqu'à la surface de la Terre, car ils sont absorbés par l'atmosphère (voir **spectres 2 et 3**, page suivante).

### ■ Une observation difficile

Les rayonnements qui traversent l'atmosphère ont leur intensité qui diminue, car ils sont diffusés, essentiellement par des molécules de gaz.

Les phénomènes d'absorption et de diffusion se cumulent ; leur résultante est appelée « extinction atmosphérique ». Elle est d'autant plus marquée que l'épaisseur de la couche atmosphérique traversée est importante.

De plus, des turbulences atmosphériques limitent la résolution des télescopes situés à la surface de la Terre : au cours de l'observation, les images obtenues paraissent tremblotantes. Pour limiter l'impact de ces deux facteurs, on construit des observatoires en altitude, où la couche atmosphérique traversée est moins épaisse et où l'air est plus stable.

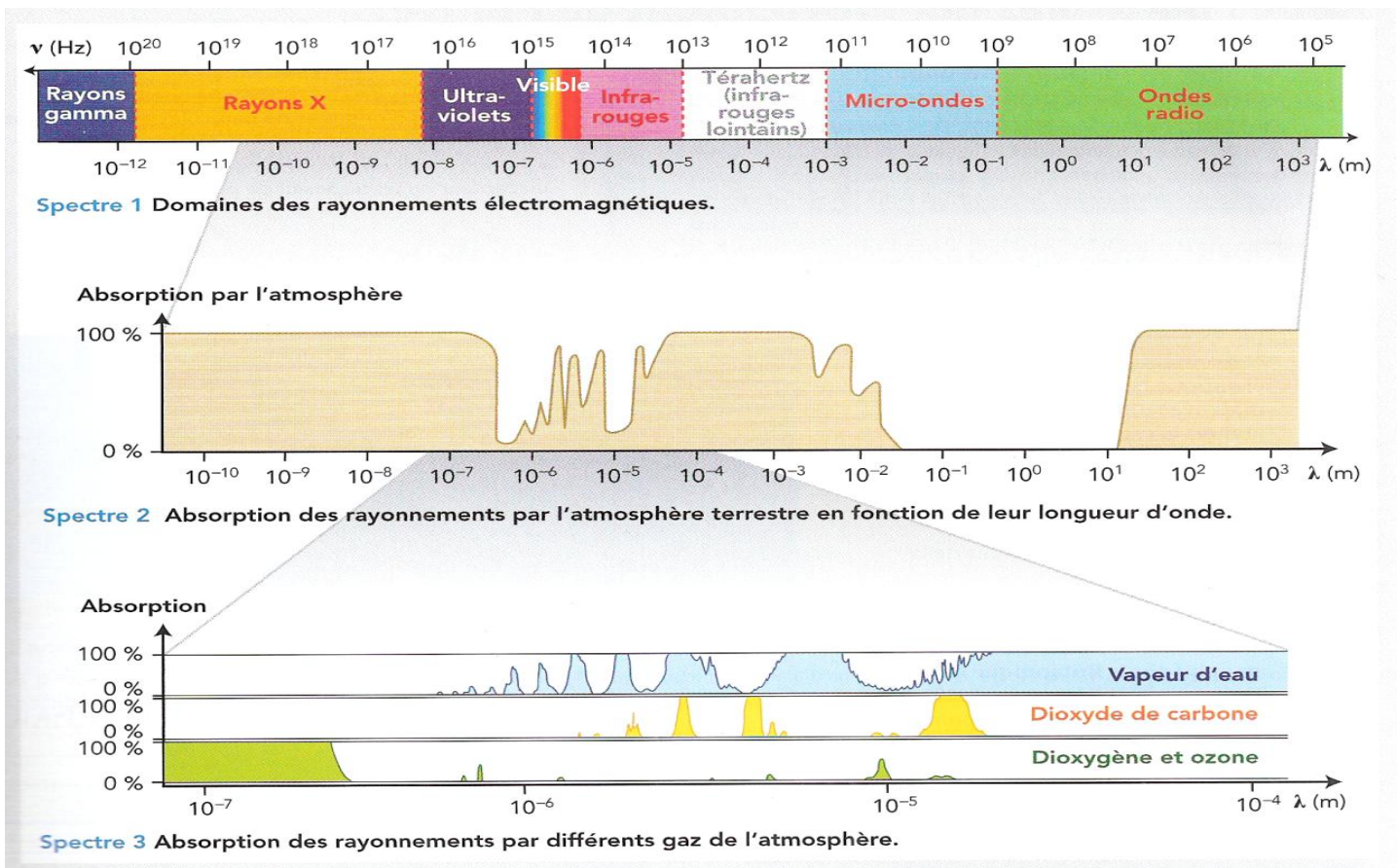


Le VLT (Very Large Telescope), situé sur le Mont Paranal (Chili), à 2 600 m d'altitude, bénéficie de conditions optimales pour l'observation céleste.

On dispose également de télescopes spatiaux – comme Hubble, lancé en 1990 – qui ont l'avantage de pouvoir étudier des objets beaucoup moins lumineux que ceux étudiés au sol. Leur position permet d'observer des rayonnements qui auraient été absorbés par l'atmosphère. Ainsi le télescope Herschel, lancé en 2009, doit permettre de détecter des rayonnements infrarouges.

<sup>1</sup>. QUASAR : objet céleste très lumineux et très éloigné de la Terre, émettant des ondes radio (*quasi stellar radio source*).

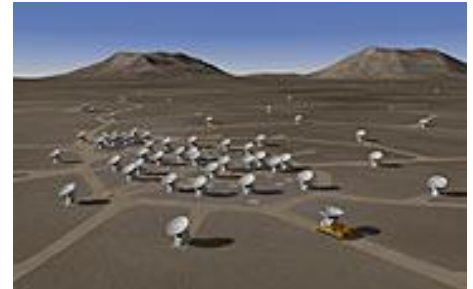
<sup>2</sup>. NAINE BLANCHE : objet céleste très dense et très lumineux correspondant à l'un des stades de la fin de vie de certaines étoiles.



**DOCUMENT 2 : D'après le site eso.org**

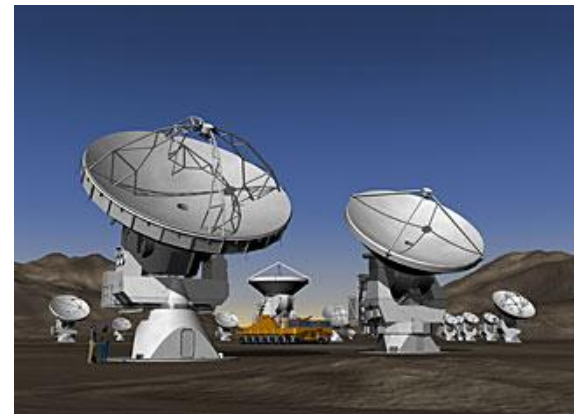
**ALMA**

L'ESO construit ALMA, avec ses partenaires internationaux, sur le haut plateau de Chajnantor, dans les Andes chilienne. ALMA est un télescope de pointe dédié à l'étude du rayonnement provenant des objets les plus froids de l'Univers. Ce rayonnement appelé millimétrique et submillimétrique, car possédant une longueur d'onde de l'ordre du millimètre, se situe entre le rayonnement infrarouge et les ondes radios. C'est le plus grand projet existant pour l'astronomie au sol.



**Qu'est-ce que l'astronomie submillimétrique ?**

À ces longueurs d'onde, le rayonnement émane de gigantesques nuages froids intersidéraux ayant des températures de quelques dizaines de degrés au-dessus du zéro absolu, mais aussi des toutes premières galaxies. Les astronomes utilisent ce rayonnement pour étudier les conditions chimiques et physiques régnant dans les nuages moléculaires, des régions denses de gaz et de poussières où les étoiles naissent. Ces régions sont obscures et opaques à la lumière visible, mais transparentes dans la partie millimétrique et submillimétrique du spectre électromagnétique.



**Comprendre les informations scientifiques contenues dans les textes, les schémas et les graphes pour répondre en argumentant si nécessaire aux questions suivantes :**

4. *Qu'appelle-t-on le spectre électromagnétique d'un objet céleste ?*
5. *Citer des sources de rayonnements UV, IR et radio.*
6. *Rappeler l'expression de l'énergie  $E$  transportée par un photon d'une onde électromagnétique de fréquence  $\nu$  et de longueur d'onde  $\lambda$ . Quels sont les rayonnements les plus énergétiques parmi les trois domaines cités ci-dessus ?*
7. *Pourquoi est-il utile de capter des ondes de plusieurs domaines du spectre électromagnétique ?*
8. *Quels sont les domaines de rayonnement difficilement observables depuis la Terre ?*
9. *D'après le spectre 3, quels sont les domaines de rayonnement absorbés :*
  - *par la vapeur d'eau ?*
  - *par le dioxygène et l'ozone ?*
10. *Quelles sont les longueurs d'onde des radiations observées par un radiotélescope ? Pourquoi doit-on installer des radiotélescopes dans une zone isolée de l'activité humaine et protégée naturellement comme dans le cas de l'ALMA ?*
11. *Pourquoi certaines observations ont-elles été améliorées par l'utilisation de télescopes spatiaux ? Citer le nom du télescope spatial en orbite à environ 600 km d'altitude autour de la Terre.*