

# L'astronomie au-delà du visible

**Beatriz García, Ricardo Moreno**

*Union Astronomique Internationale*

*ITeDA et Université Technologique Nationale, Argentine*

*Colegio Retamar de Madrid, Espagne*

*Technical University of Catalonia, Spain*



# Objectifs

- ✓ Montrer des phénomènes au-delà de l'observable et au delà du visible, comme l'énergie électromagnétique que les corps celestes emettent et que notre œil ne peut détecter.
- ✓ Effectuer plusieurs expériences simples pour déterminer l'existence de l'émission dans les régions des ondes radio, infrarouge, ultraviolet, micro-ondes et de rayons X.



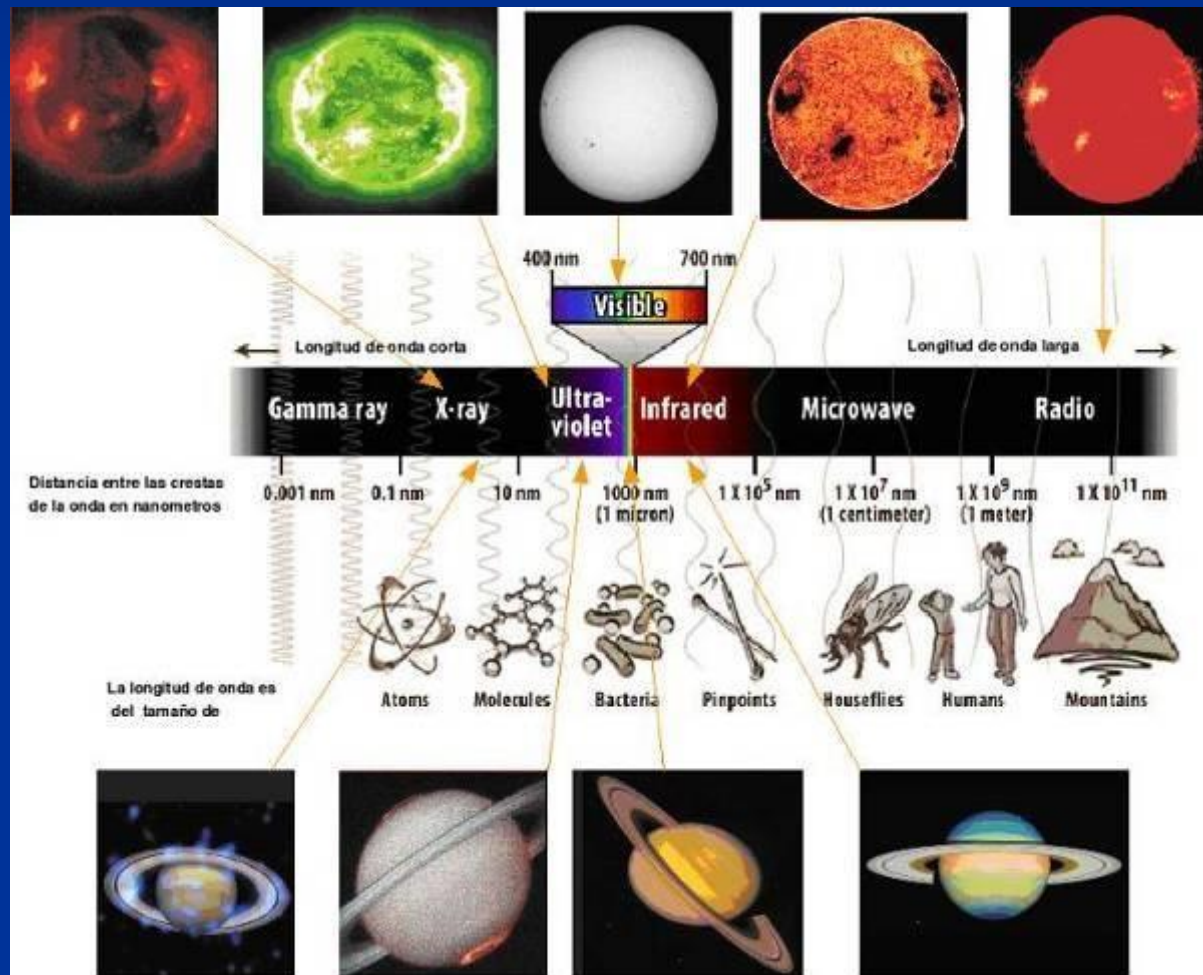
# Présentation

- ✓ Pendant des siècles, l'univers avait été étudié seulement avec la lumière détectée par l'œil humain.
- ✓ Il y'a des informations qui proviennent d'autres longueurs d'onde que nos yeux ne peuvent pas voir.
- ✓ Les astronomes observent aujourd'hui dans l'infrarouge, ultraviolet, radio, micro-ondes, rayons X et rayons gamma en plus du visible.

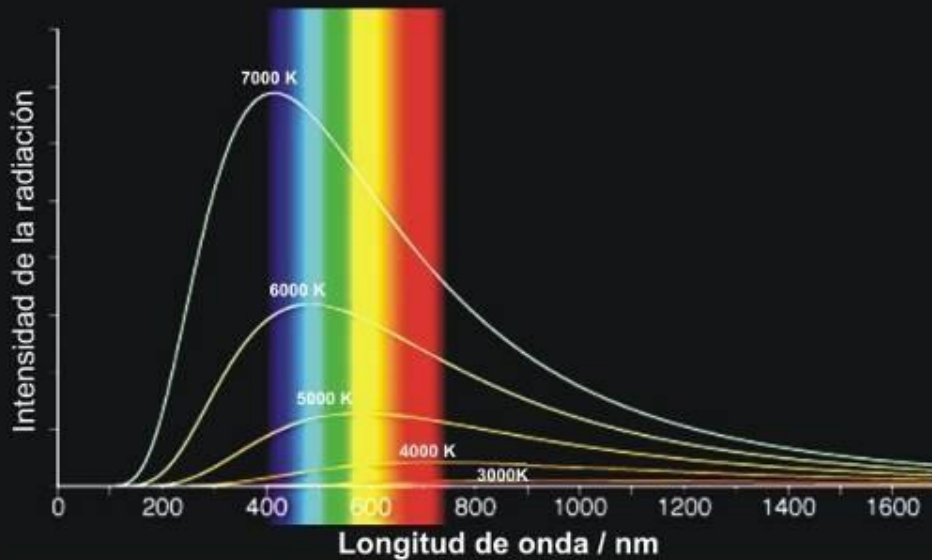


# Spectre Electromagnétique

Toutes les longueurs d'onde du rayonnement électromagnétique.



# Radiation d'un corps noir



Tout "corps noir", lorsqu'il est chauffé, émet de la lumière à de nombreuses longueurs d'onde.

Il y a un  $\lambda_{\text{máx}}$  là où l'intensité de rayonnement est maximale. Ce  $\lambda_{\text{máx}}$  dépend de la température  $T$  :

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{T} \quad (\text{m})$$

En étudiant le rayonnement d'un objet éloigné, nous pouvons savoir quelle est sa température sans avoir à nous y rendre.

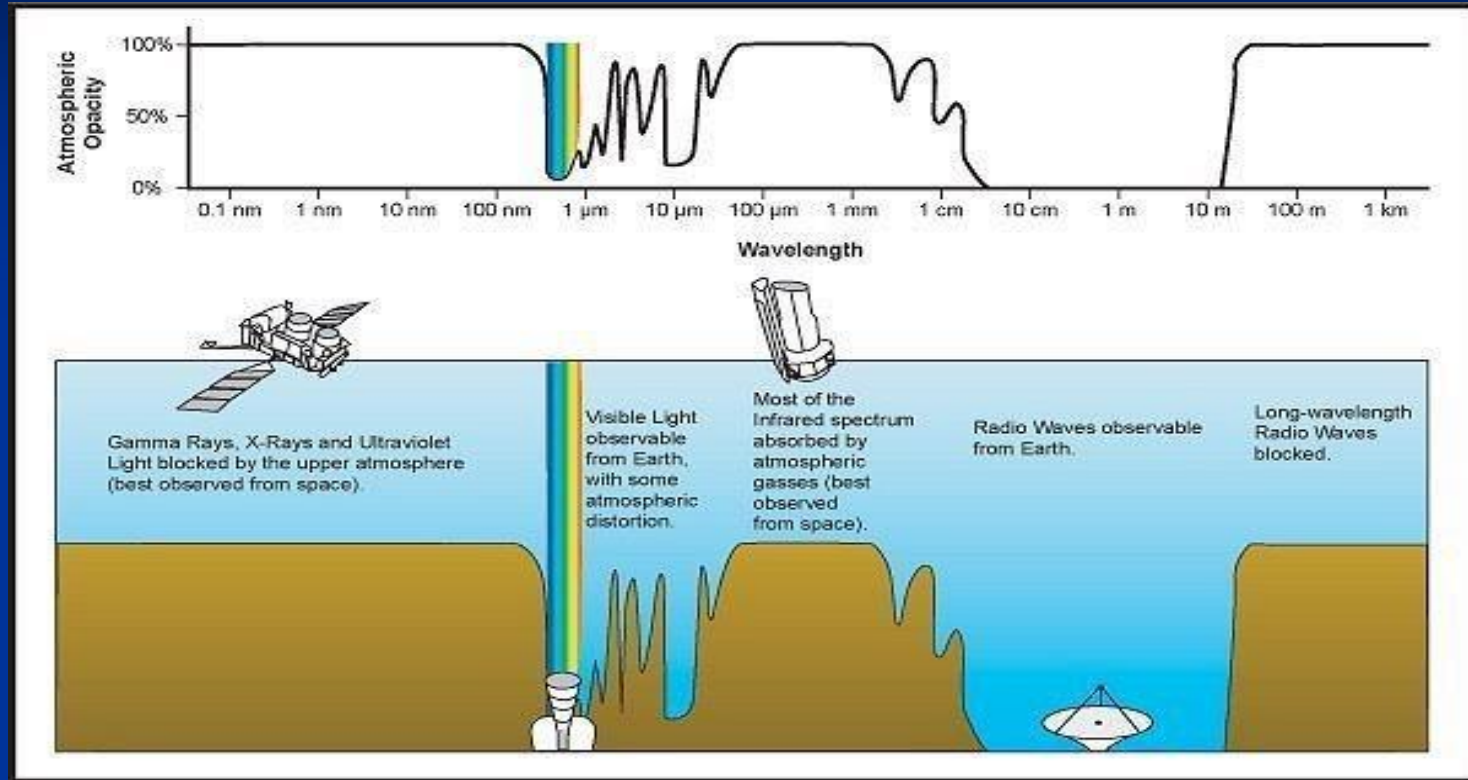
Cela s'applique aux étoiles, qui sont presque des corps noirs.

Loi de Wien



# Rayonnement solaire

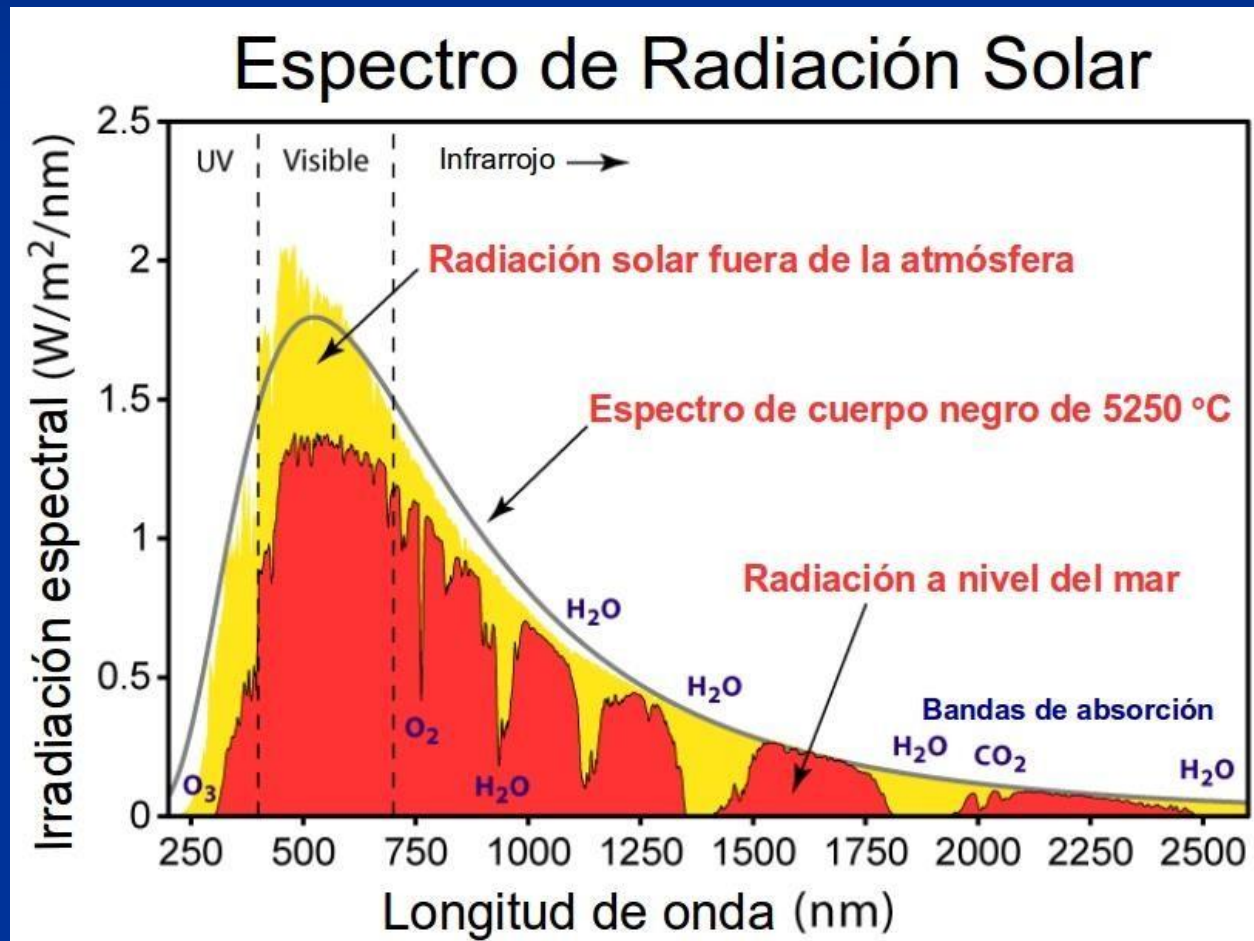
## Les fenêtres dans les différentes régions énergétiques



L'atmosphère terrestre est opaque à la plupart des longueurs d'onde du rayonnement. Nous pouvons détecter des énergies élevées depuis l'espace et les énergies faibles nécessitent des détecteurs spéciaux.



Lorsque l'énergie électromagnétique solaire traverse l'atmosphère, le rayonnement du "corps noir" change, mais celui pour  $\lambda$  le quel l'irradiation est maximale reste inchangé



Nous savons que  $\lambda_{\text{máx}}$  l'irradiation ou l'émission est maximale en fonction de la température  $T$ , mais il n'est pas nécessaire qu'elle soit dans une région visible du spectre



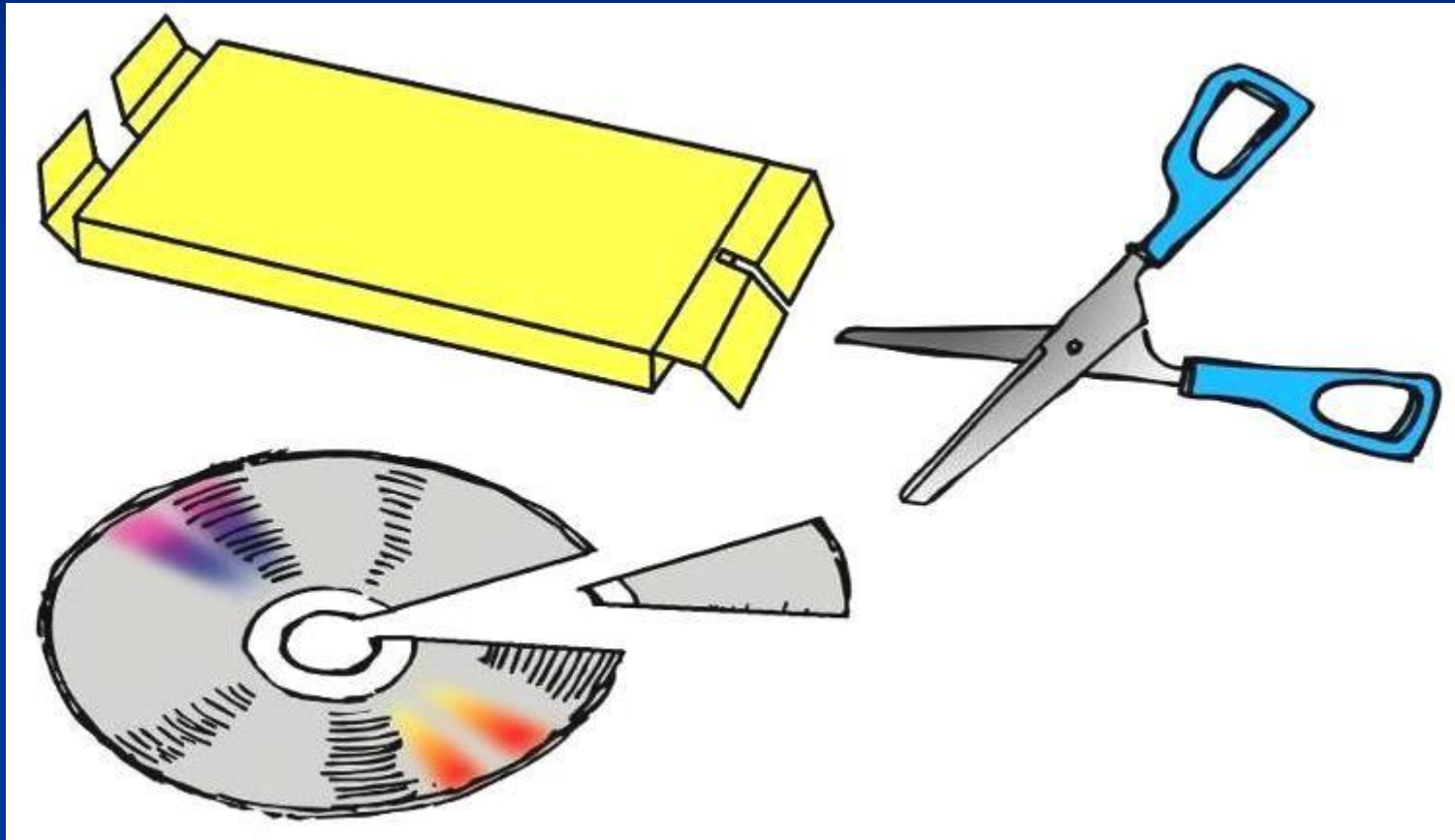
Par exemple, le corps humain a une température de  $T = 273 + 37 = 310$  K. Il émet ensuite le maximum en  $\lambda_{\text{máx}} = 9300$  nm.

Les appareils de vision nocturne utilisent ce  $\lambda_{\text{máx}}$ .

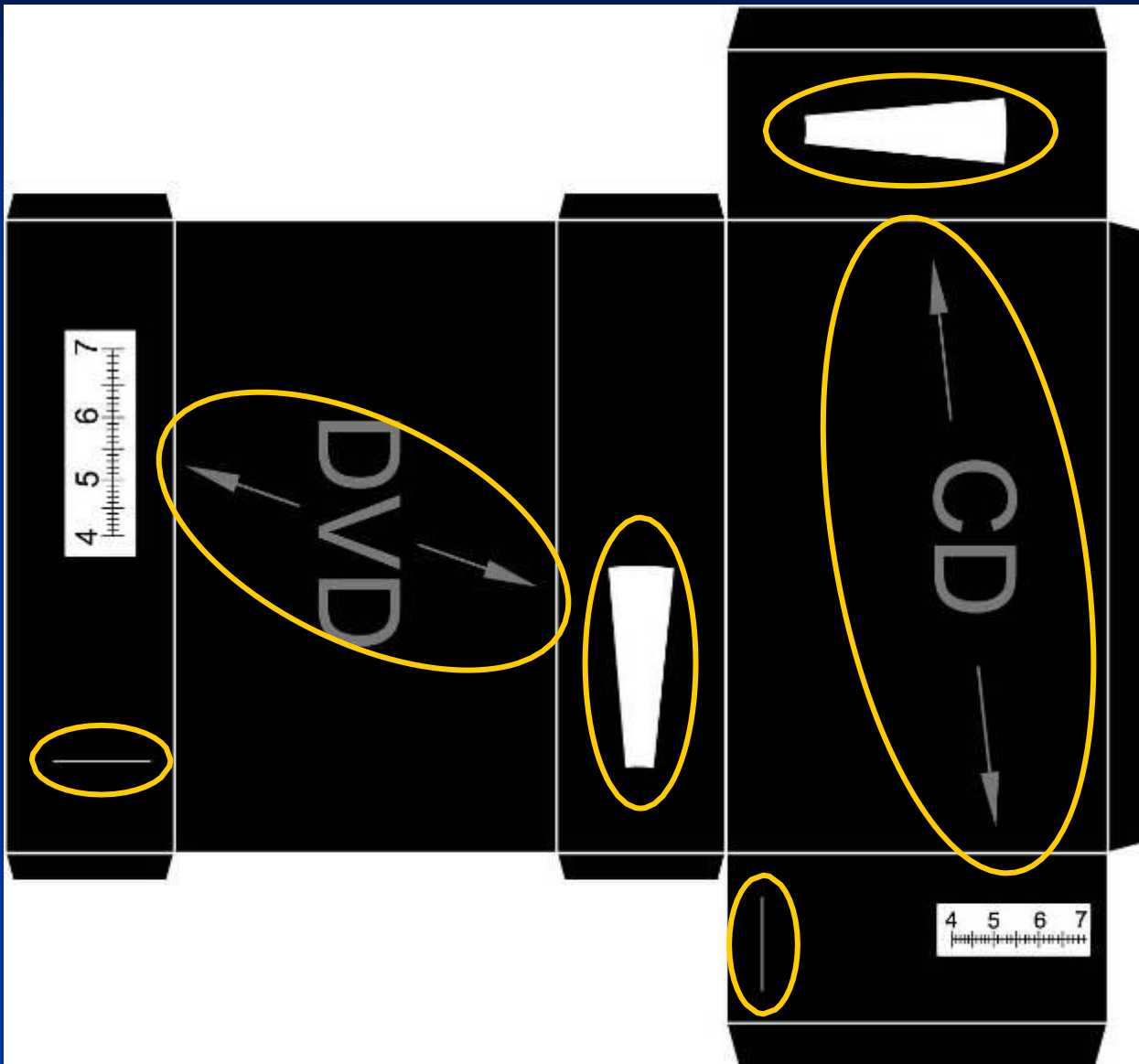




# Activité 1: Réaliser un spectromètre



# Activité 1: Réaliser un spectromètre



Selon ce que vous utilisez DVD ou CD, vous devez couper une ou l'autre partie du modèle



# Activité 1: Réaliser un spectromètre



Sur les CD, la partie argentée du disque se décolle en la grattant et en collant un ruban adhésif et en tirant fort. (Ne pas utiliser les CD blancs)



# Activité 1: Réaliser un spectromètre



La partie noire  
doit-être à  
l'intérieur

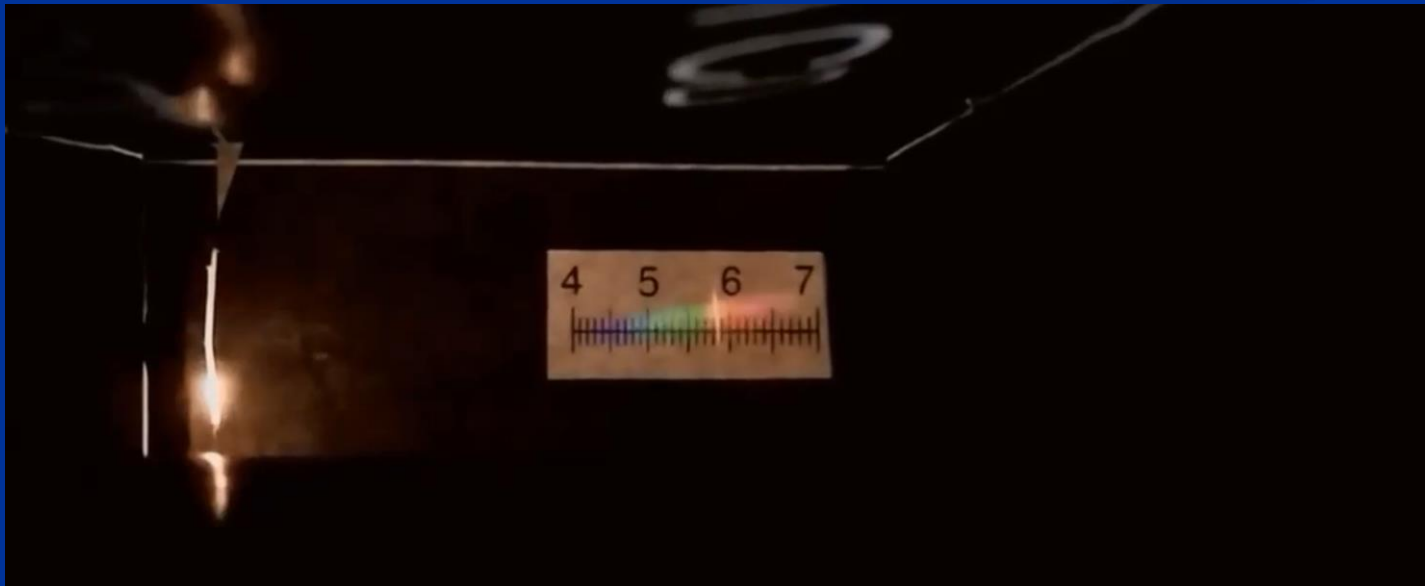


Regardez la  
lumière d'une  
ampoule non  
fluorescente,  
comme les  
lampadaires ...

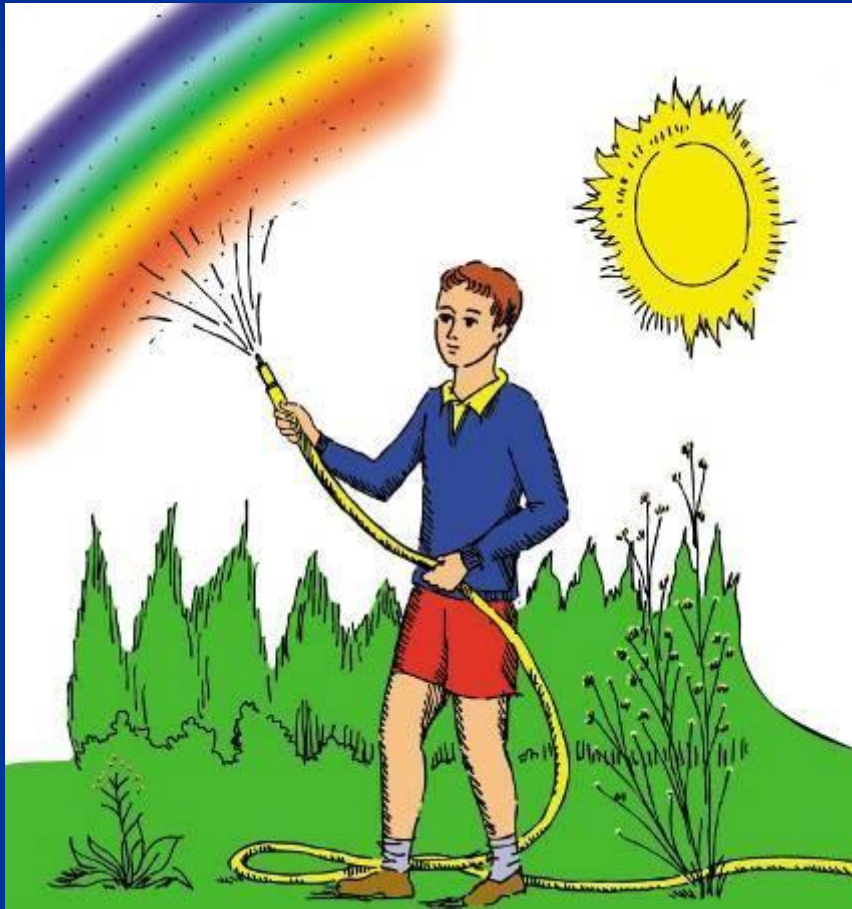


# Activité 2 : Visualisation des lignes de sodium

La spectroscopie permet de connaître la composition chimique des étoiles et des exoplanètes en étudiant les spectres qui nous parviennent. Voyons un exemple à l'aide d'une bougie dont nous allons imprégner la mèche d'un peu de sel commun ( $\text{Na Cl}$ ) pour voir la raie d'émission du Sodium qui correspond à une longueur d'onde de 589.



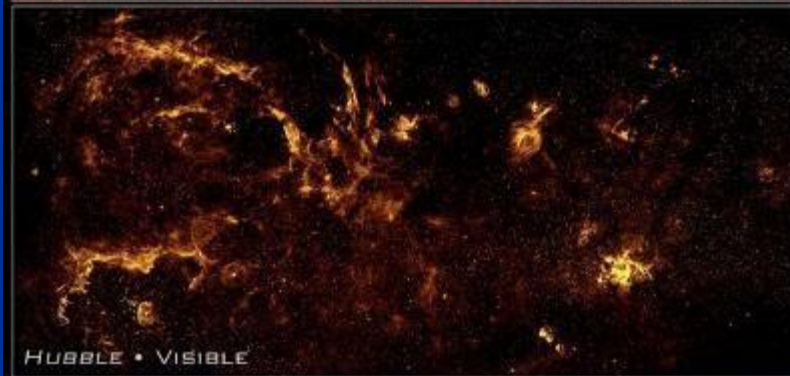
# Activité 3: Décomposition de la lumière du soleil? Avec des gouttes de pluie



Les enfants peuvent diviser la lumière et faire un arc en ciel. Ils ont besoin d'un tuyau avec un diffuseur, et d'avoir le soleil à leur dos



# Autres regions du spectre

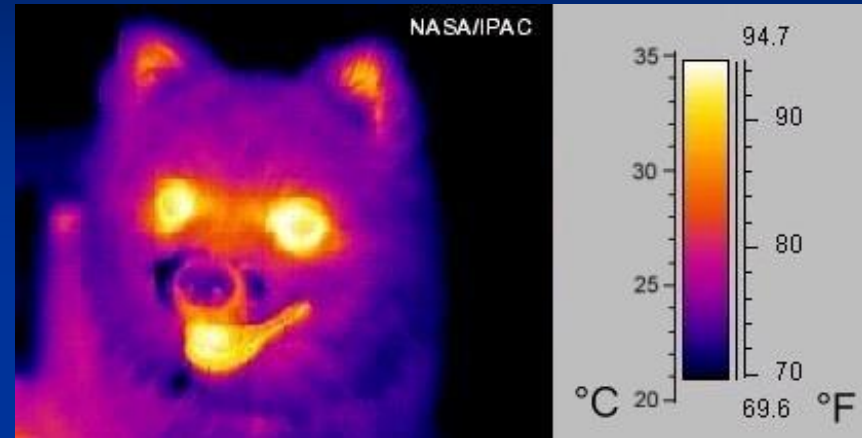


- ❑ On trouve matière à des températures bien inférieures à celle des étoiles, par exemple des nuages de matière interstellaire.
- ❑ Ils n'émettent pas de rayonnement visible, mais ils émettent des rayons infrarouges, des micro-ondes et des ondes radio.
- ❑ Le type de rayonnement est associé à l'énergie des phénomènes qui tiennent lieu. Des détails intéressants ont lieu, par exemple au centre de notre galaxie



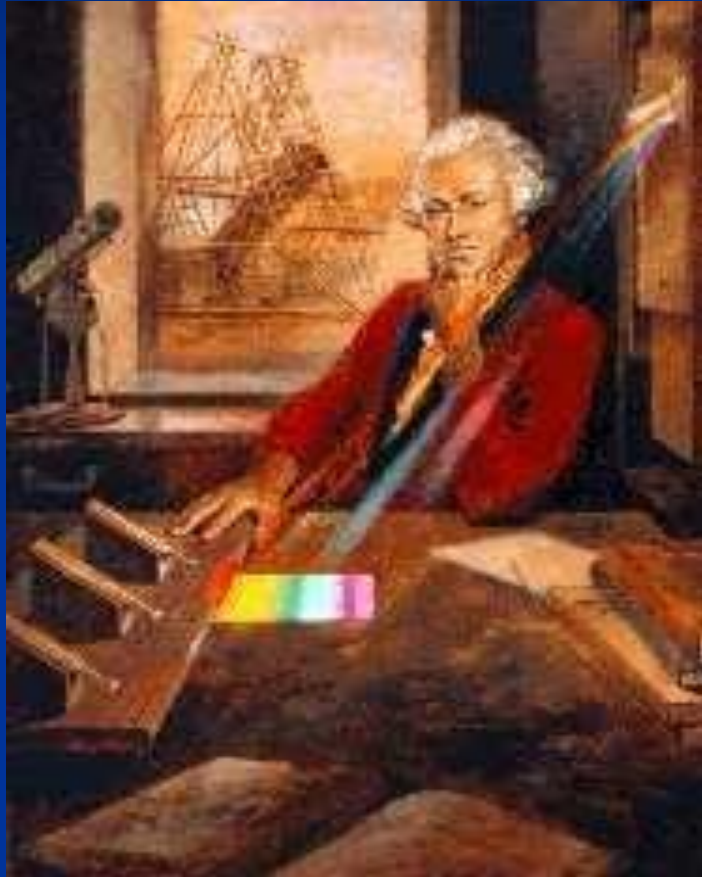
# L'infrarouge

- ✓ Découvert par William Herschel en utilisant le prisme et les thermomètres.
- ✓ C'est une propriété de corps chauds, même ceux qui ne sont pas suffisamment chauds pour émettre de la lumière visible.
- ✓ Pour aider à le visualiser, nous établissons normalement une équivalence entre la température et la couleur.



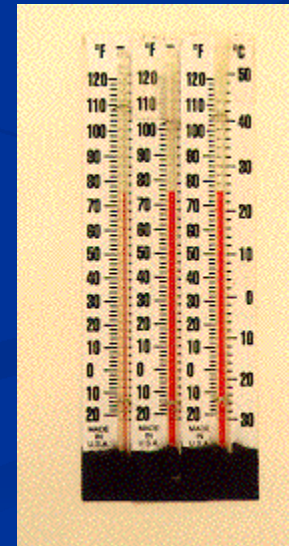
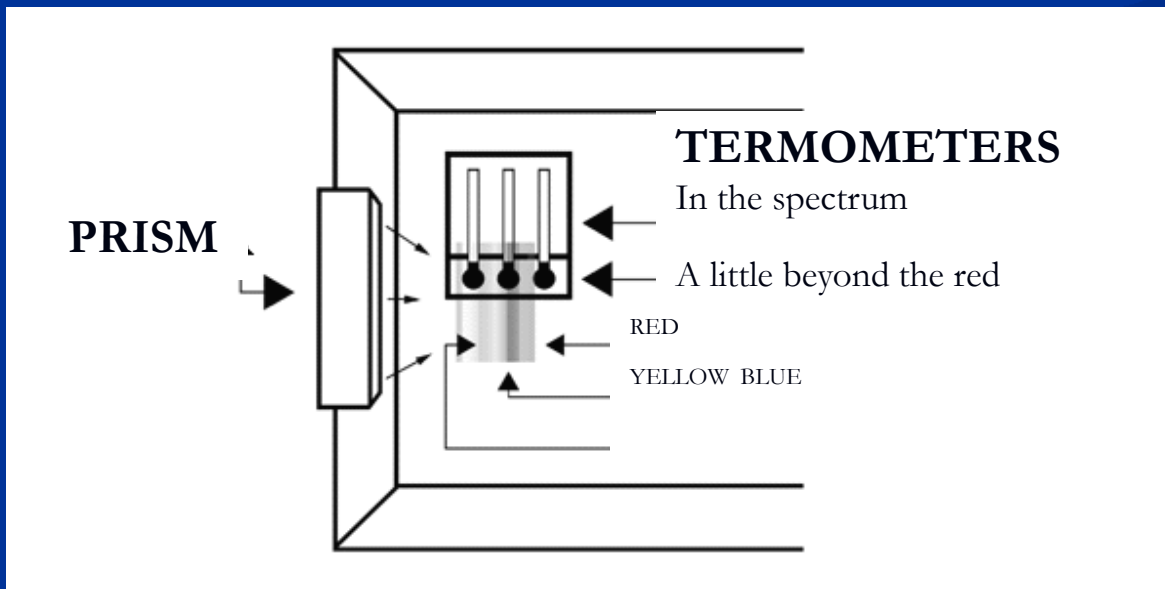
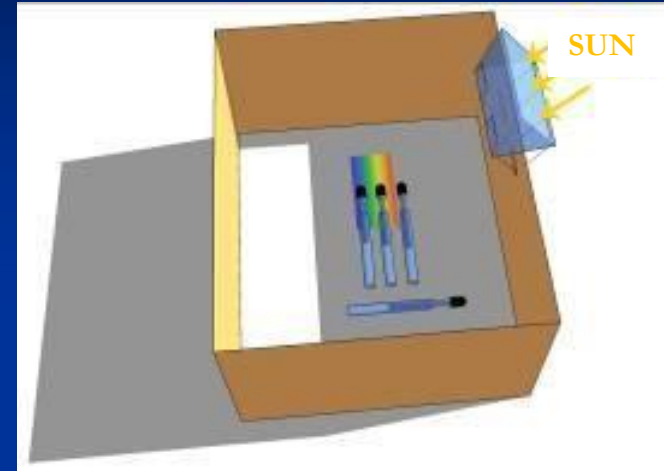
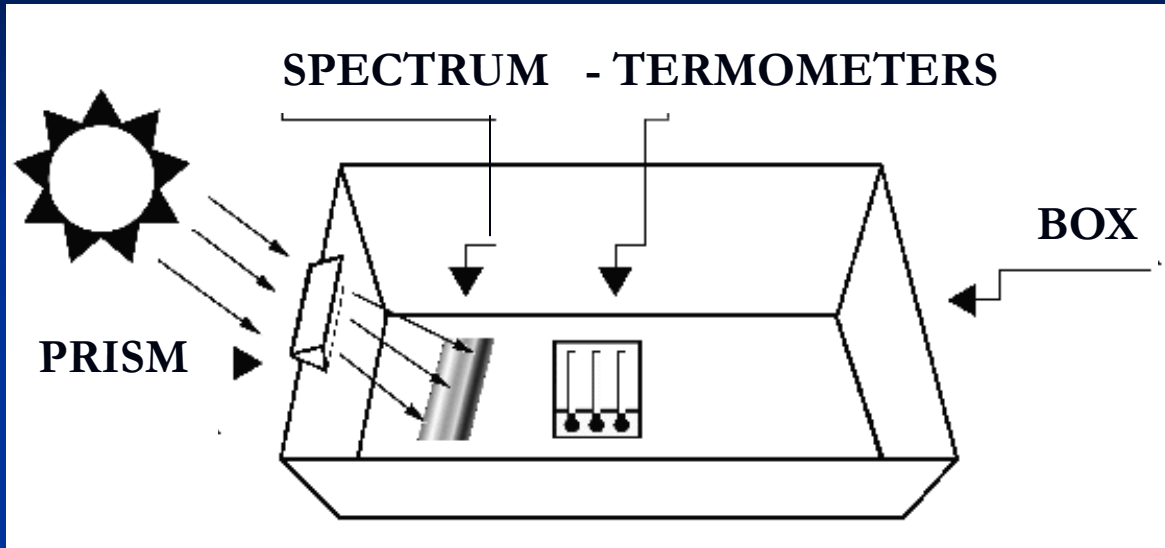


# Activité 4: Expérience de Herschel

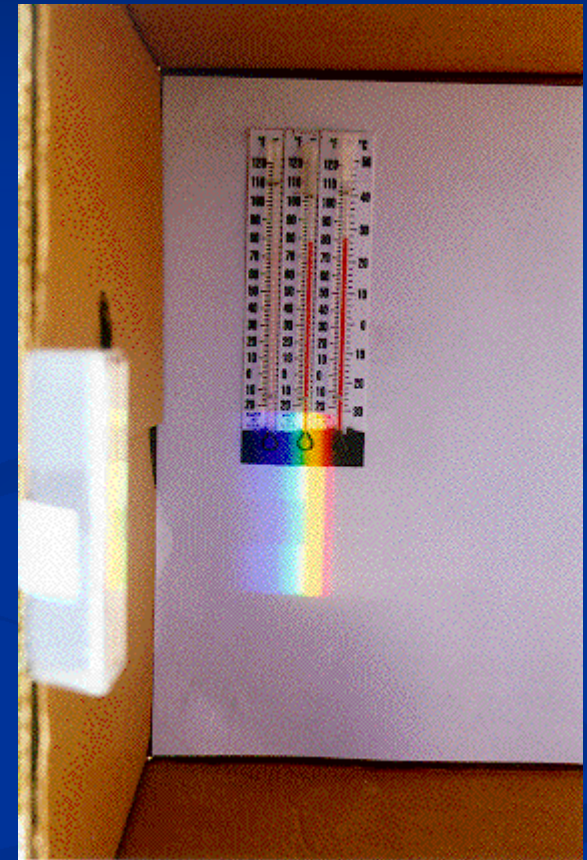
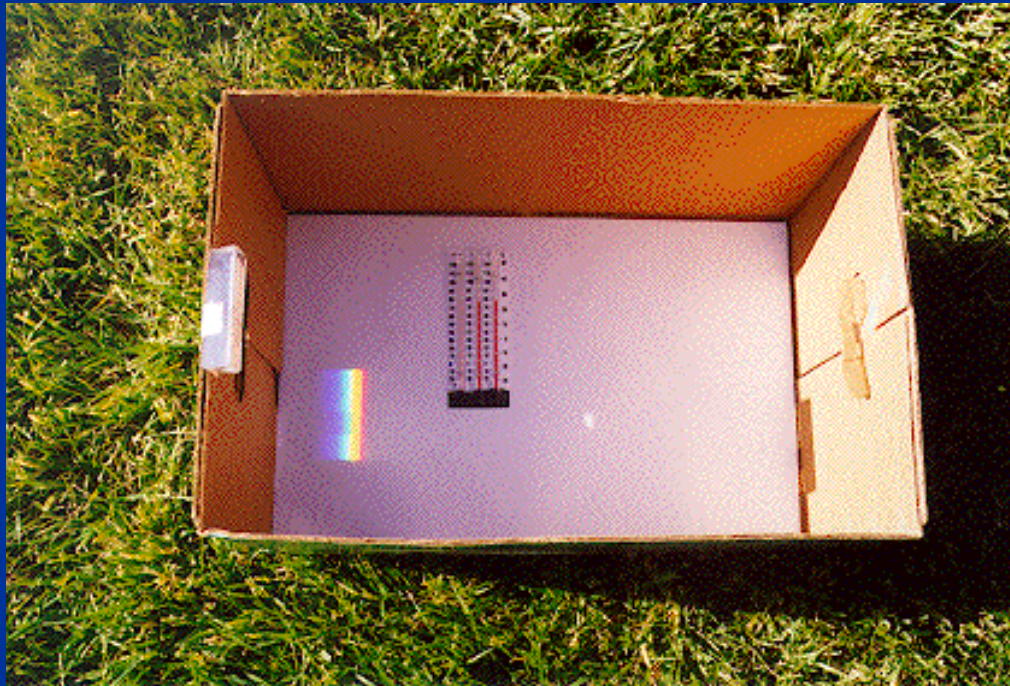


- ✓ En 1800, Herschel a découvert l'infrarouge

# Activité 4: Expérience de Herschel



# Activité 4: Expérience de Herschel



# Activité 4: Expérience de Herschel

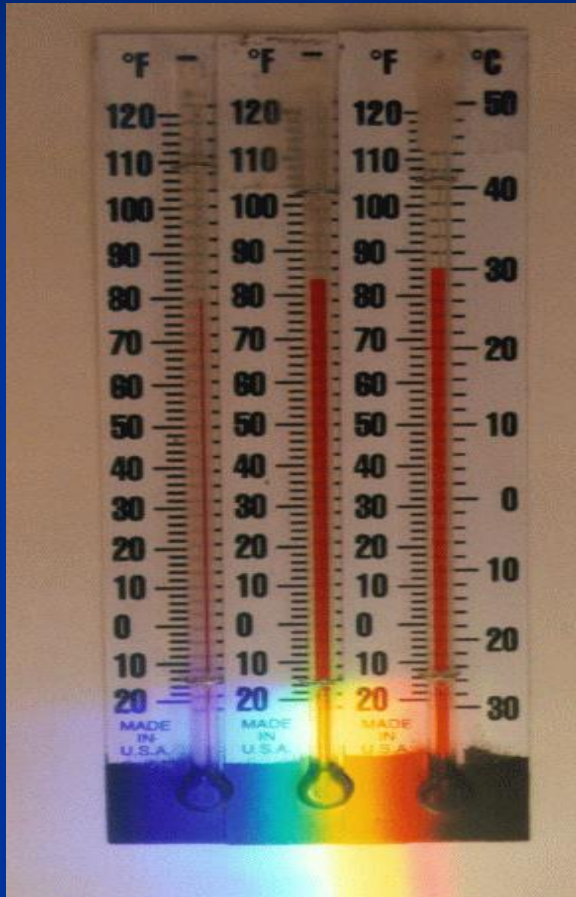
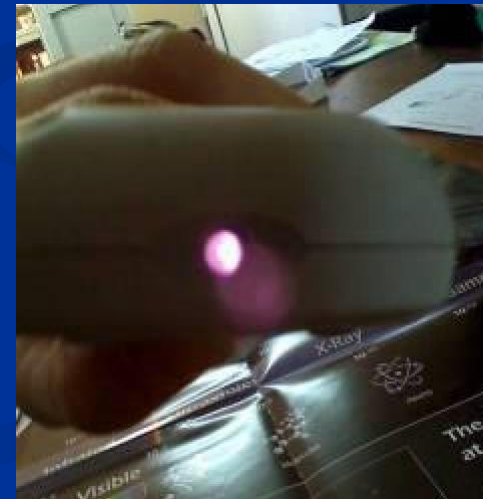


TABLEAU DE DONNÉES				
	Thermomètre n° 1 en bleu	Thermomètre n° 2 en jaune	Thermomètre n° 3 au-delà du rouge	Thermomètre n° 4 à l'ombre
Après 1 minute				
Après 2 minutes				
Après 3 minutes				
Après 4 minutes				
Après 5 minutes				



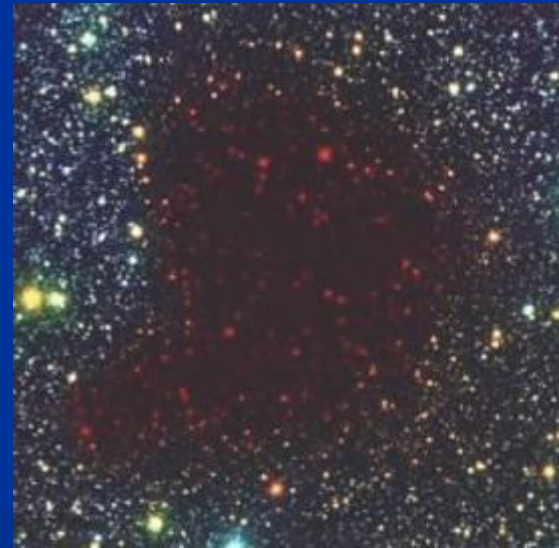
# Activité 5: detection de l'IR avec un téléphone

- ❑ Les télécommandes émettent des infrarouges que nos yeux ne voient pas.
- ❑ Les caméras de certains smartphones sont sensibles aux infrarouges.



# La puissance de l'IR

- ✓ La poussière intergalactique absorbe la lumière visible mais l'infrarouge pas tellement.

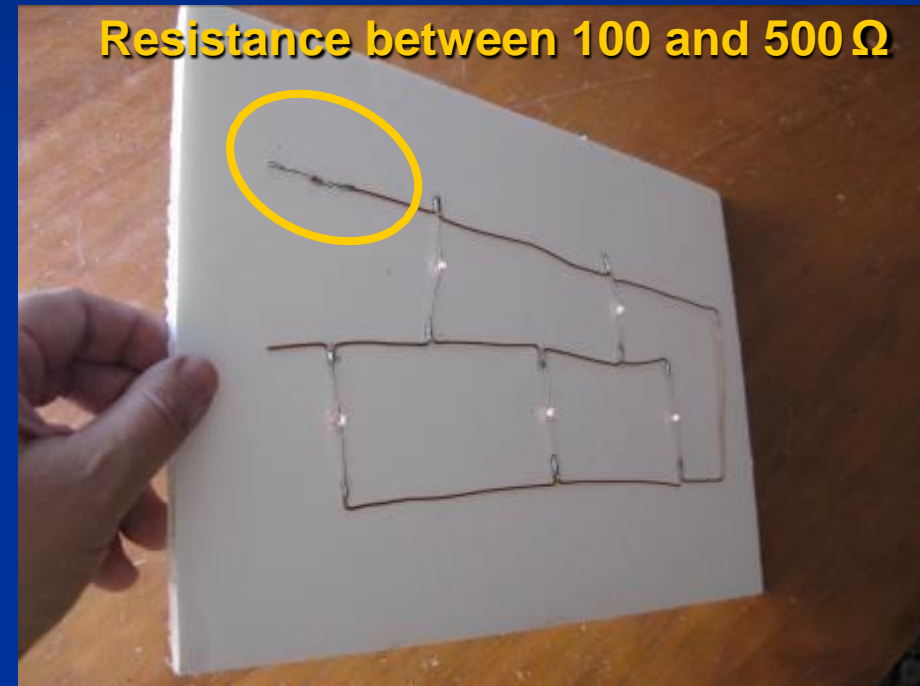
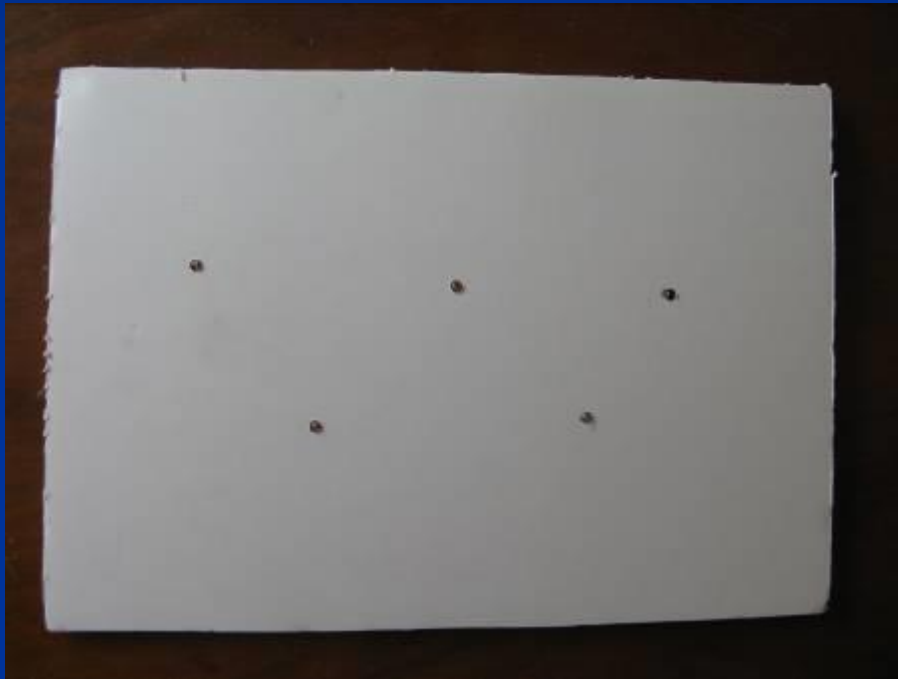


# Activité 6: Détection de la lumière infrarouge d'une ampoule

- La majeure partie de l'énergie émise par une ampoule à incandescence se trouve dans la région visible, mais elle émet également des infrarouges qui peuvent pénétrer dans certains tissus qui ne peuvent pas être pénétrés par un rayonnement visible.
- Il en va de même pour la poussière galactique, qui peut être détectée à partir de ses émissions infrarouges, mais elle est opaque dans le visible.



# Activité 7: Constellation avec les LEDs IR

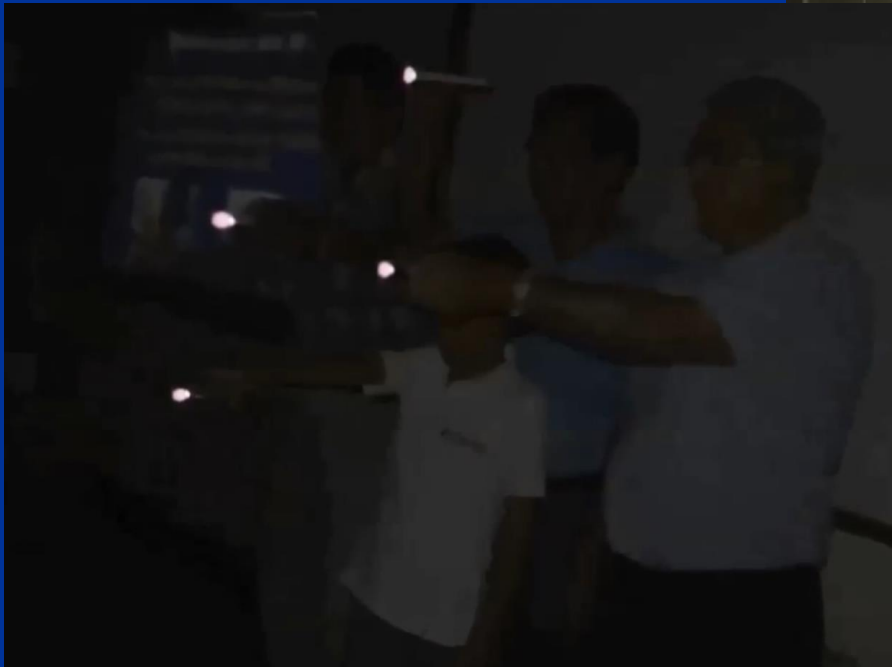


Cassiopee avec LEDs IR.



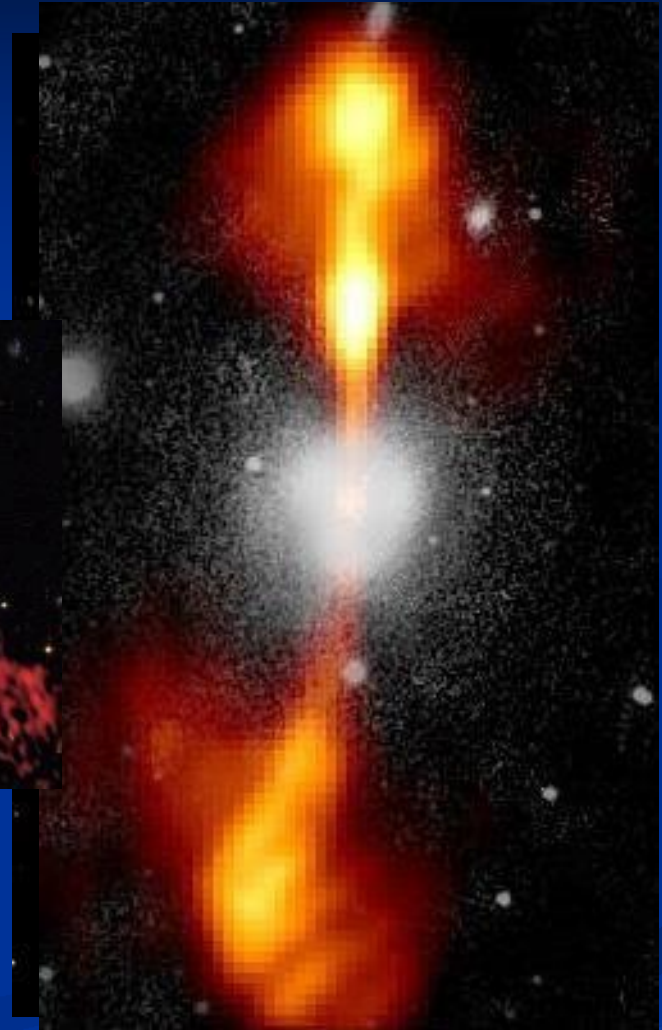


# Activité 8 : Constellation avec télécommandes

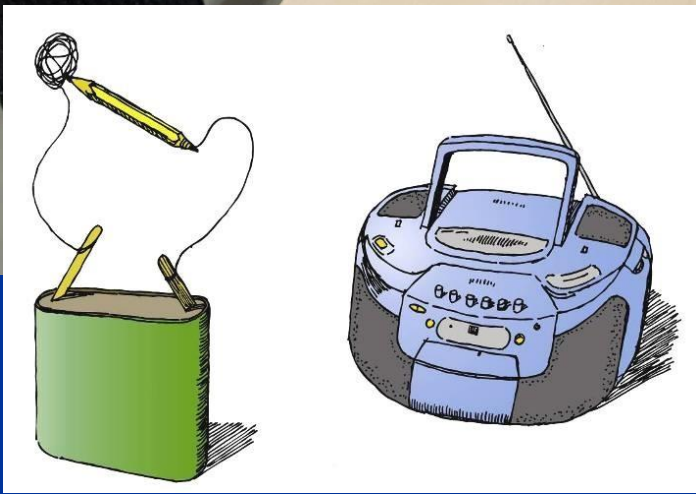
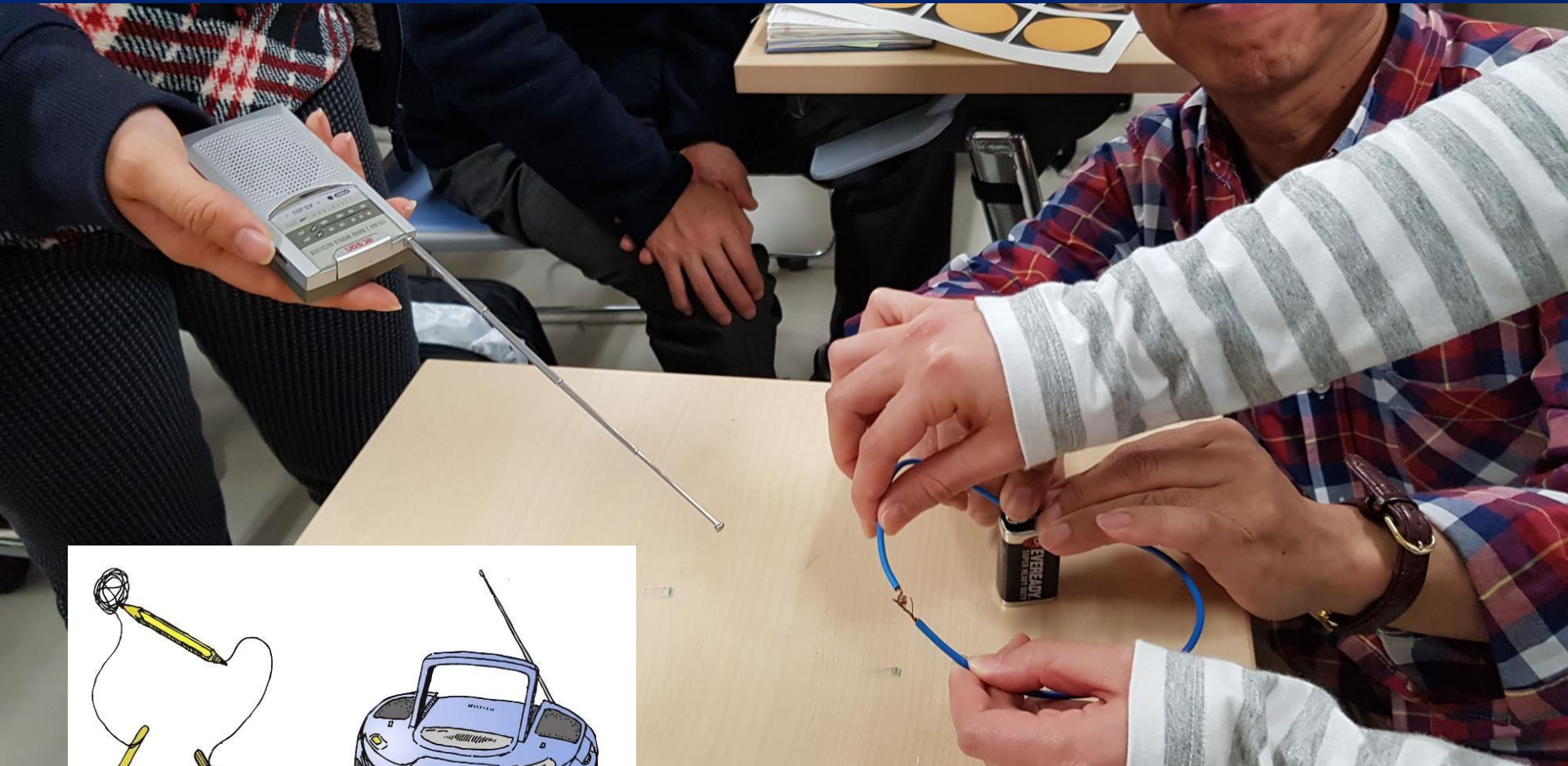


# Emission des ondes radio

- ✓ Les rayonnements électromagnétiques avec une longueur d'onde de mètres à kilomètres sont appelés ondes radio.
- ✓ Ils sont utilisés pour les stations commerciales.
- ✓ Ils viennent également de l'espace, et fournissent ainsi des informations sur les morphologies qui ne peuvent pas être vues avec d'autres longueurs d'onde.



# Activité 9: Produire des ondes radio



# Rayonnement Ultraviolet

- ✓ Les photons UV ont des énergies plus élevées que celles de la lumière visible. (La lumière noire UV-A est utilisée pour la croissance des plantes)
- ✓ Les UV-C détruisent les liaisons chimiques entre les molécules organiques. À fortes doses, les UV peuvent être mortels pour la vie. (UV-C est utilisé pour la désinfection du matériel chirurgical)
- ✓ Le rayonnement UV-C est filtré par l'ozone atmosphérique. L'ozone dans l'atmosphère est formé par l'interaction entre la lumière du soleil et l'O<sub>2</sub>, et il filtre la quasi-totalité de la lumière UV, ne laissant passer que le nécessaire au développement de la vie.



Johann Ritter , a découvert la lumière ultraviolet en 1801



# Rayonnement Ultraviolet

- ✓ Le Soleil émet des rayons UV, mais la majeure partie est filtrée par la couche d'ozone à l'intérieur de notre atmosphère. La portion qui arrive sur Terre est bénéfique pour la vie.
- ✓ Ce rayonnement rend notre peau bronzée. Il est absorbé par les plantes pour la photosynthèse ....
- ✓ Si la couche d'ozone diminue d'épaisseur, la Terre recevrait des doses trop élevées et le cancer augmenterait.



# Lumière Ultraviolette



Galaxie  
d'Andromède  
avec la lumière  
visible  
(Hubble)



Galaxie  
d'Andromède  
avec la  
lumière UV  
(Chandra)



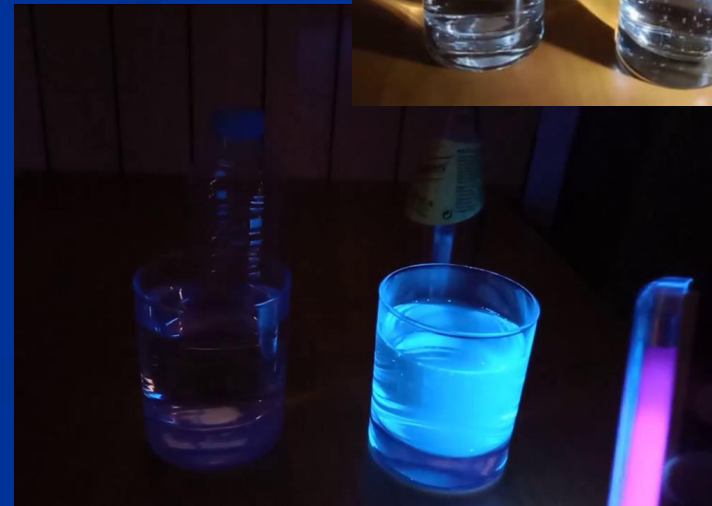
# Activité 10 : Lumière noire (UV)

- Il existe des matières qui émettent de la lumière lorsqu'elles sont éclairées par des UV. Si elle est **FLUORESCENTE**, elle n'émet de la lumière que lorsqu'elle est éclairée par des UV.

Marques de  
billets ou de  
passeports



L'eau tonique,  
qui contient de  
la quinine



# Activité 11 : Lumière noire (UV)

- Il existe de la matière qui émet de la lumière lorsqu'elle est éclairée par des UV. Si elle est PHOSPHORIQUE, elle émet de la lumière visible pendant un certain temps.

Petites étoiles de décoration

Affiches d'urgence

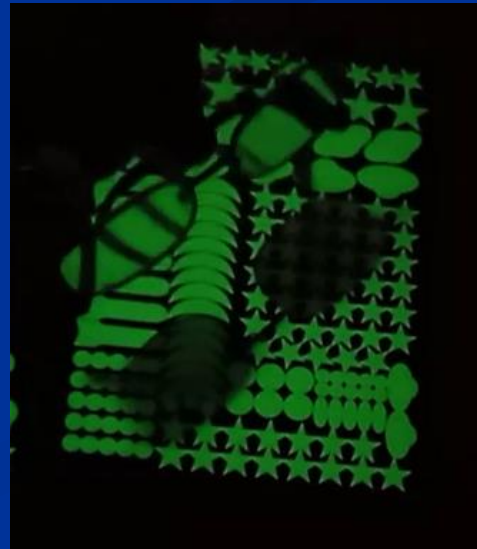
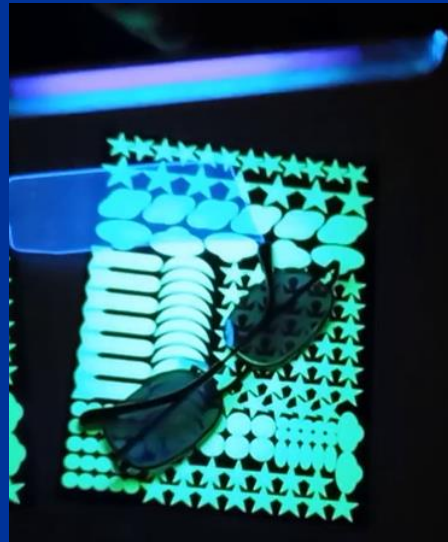




# Activité 12 : Lumière noire (UV)

Il existe des matériaux qui filtrent une grande partie de la lumière UV, comme le verre. Les lunettes de soleil doivent être en verre, et non en plastique, pour protéger la rétine, qui est un tissu épithélial. Si elles sont en plastique (organique), elles doivent être dotées d'un filtre UV

Verres sur  
matériau  
phosphorescent,  
éclairés par une  
lumière UV



Lorsque vous retirez les lunettes, vous pouvez voir comment elles ont filtré la lumière UV.



# Rayons X

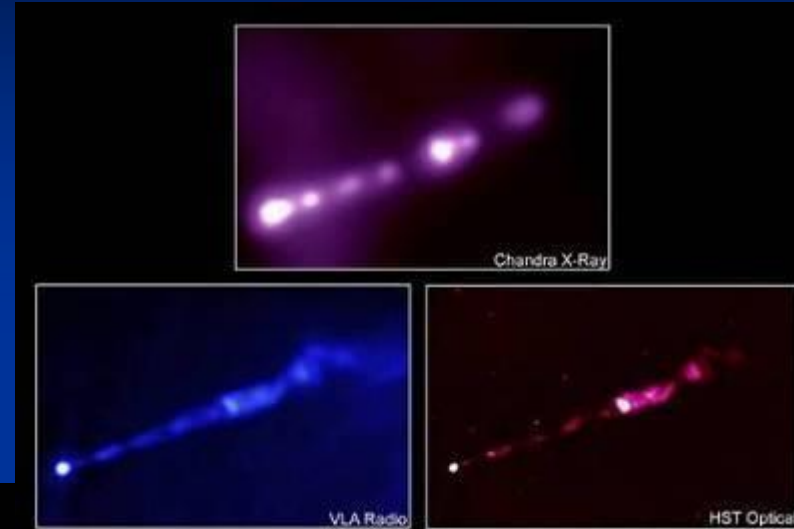
- ✓ Plus énergétique que l'UV est le rayonnement X.
- ✓ Il est utilisé en médecine pour réaliser des radiographies et autres formes de radiologie.



# Rayons X

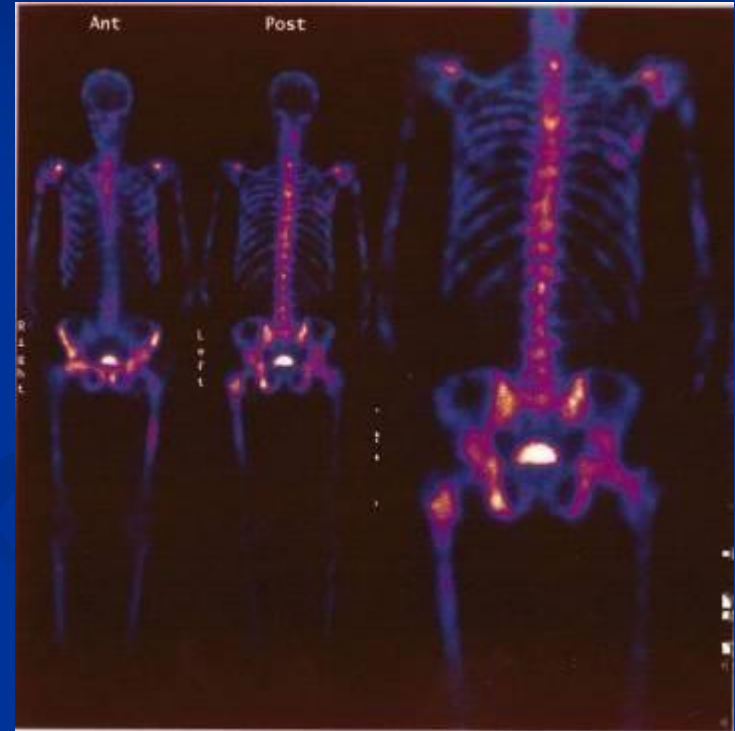
Plus énergétique que les UV

- **✓ Dans le cosmos, le rayonnement X est caractéristique des événements et des objets à hautes énergies: trous noirs, collisions, etc.**
- **✓ La mission du télescope spatial Chandra est de détecter et de surveiller ce type d'objets**



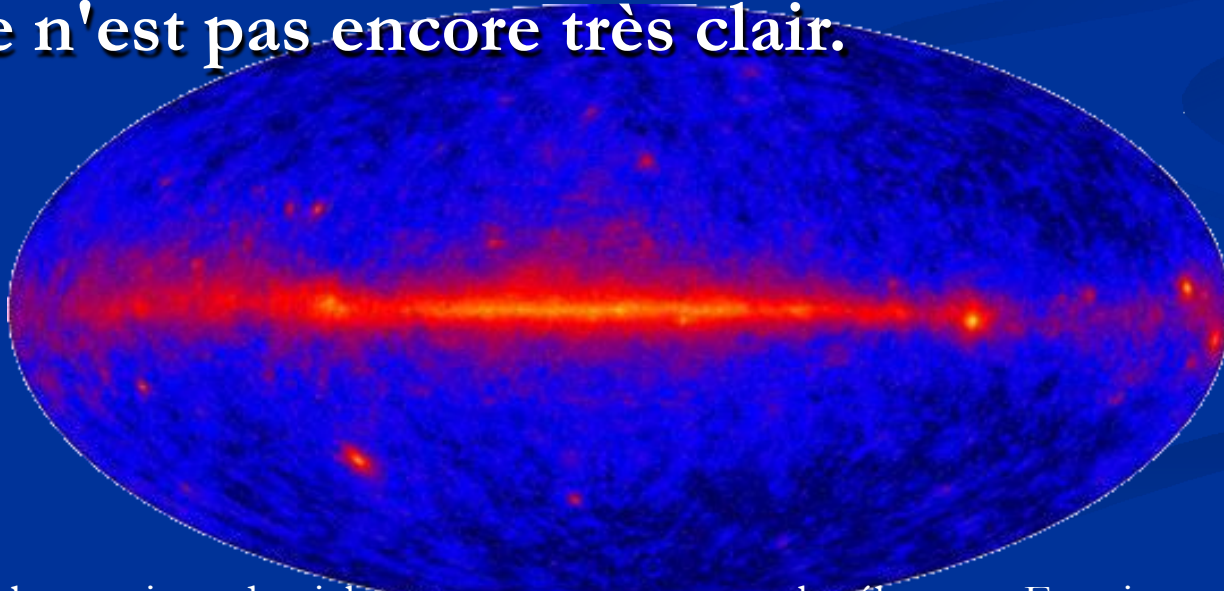
# Rayons Gamma

- ✓ C'est le rayonnement le plus énergétique.
- ✓ Sur Terre, ces rayons sont émis par la plupart des éléments radioactifs.
- ✓ Comme les rayons X, les deux sont utilisés en médecine, dans les tests d'imagerie et les thérapies pour guérir des maladies comme le cancer.

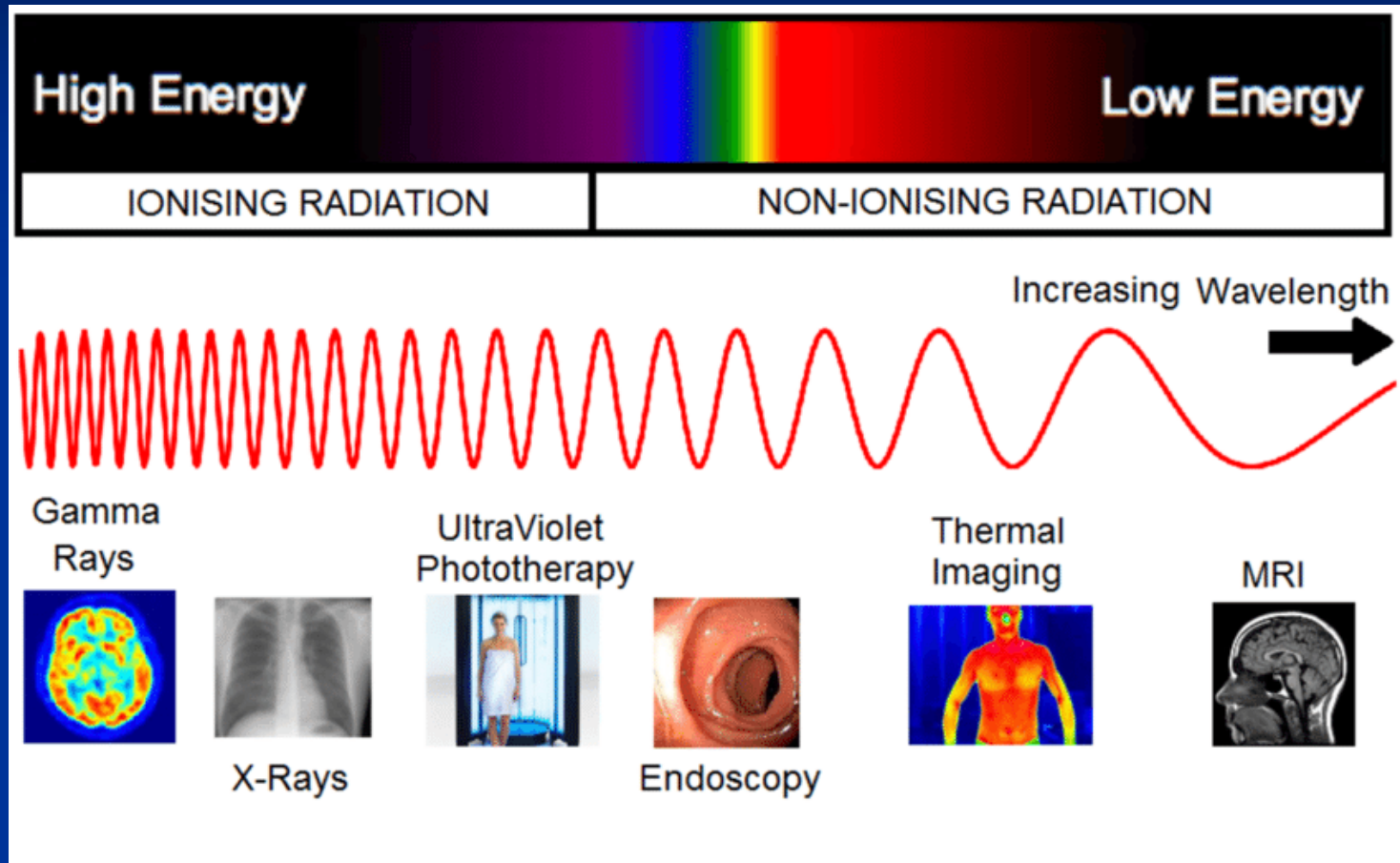


# Rayons Gamma

- ✓ Les éruptions violentes occasionnelles des rayons gamma ne sont pas inhabituelles dans le ciel. Il existe différents types qui durent d'une seconde à des heures. Un problème est de définir leur emplacement exact pour aider à identifier quels objets produisent le rayonnement.
- ✓ Les astronomes ont tendance à les associer à la fusion des étoiles doubles, qui se traduisent par des trous noirs, mais ce n'est pas encore très clair.



# Utilisations des rayonnements électromagnétiques en médecine



## Utilisation des ondes radio

- ★ Résonance magnétique, diagnostic des tissus mous pour lesquels de forts champs magnétiques sont utilisés»



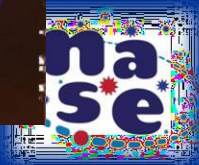
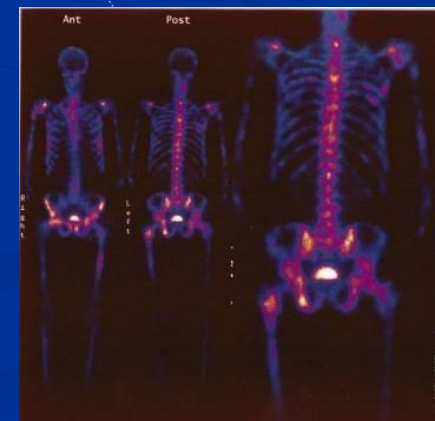
## Utilisation des rayons X

- Radiographies et tomographies axiales (tomodensitométrie)



## Utilisation des rayons gamma

Tests d'imagerie et thérapies pour guérir des maladies comme le cancer. Utilisation en tomographie par émission de positrons (PET scan)



**Merci pour votre  
attention!**

