

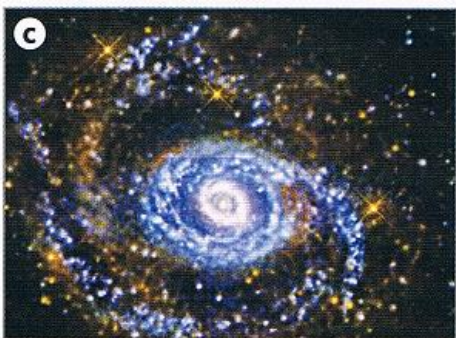
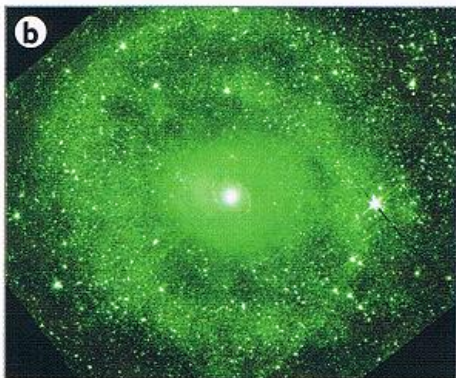
C1 Ondes et particules : supports d'information

I. Ondes et particules nous renseignent sur l'Univers

⇒ Activité 2 P.17

L'astronomie de l'invisible

► Les astronomes s'intéressent beaucoup aux rayonnements électromagnétiques appartenant aux domaines non visibles. Justifions cet intérêt par quelques exemples.



Les photographies ci-contre représentent la Galaxie M94 en lumière visible (a), infrarouge (b), et ultraviolet (c) à la même échelle. Sur la photographie (c) : les UV proches sont en jaune, les UV lointains sont en bleu.

L'espace entre les étoiles est rempli de gaz et de poussières. La densité de cette matière est extrêmement faible mais, à plusieurs centaines d'années de lumière, il suffit de quelques molécules par cm^3 pour observer des nuages opaques à la lumière visible sur la photographie (a).

Le rayonnement infrarouge, de longueur d'onde plus grande que celle de la lumière visible, peut traverser cette matière parce qu'il subit peu la diffusion (absorption et réémission des rayonnements dans toutes les directions). Des étoiles, dont la lumière visible est cachée par ces nuages, apparaissent en observation dans l'infrarouge. D'autre part, les nuages de poussières, chauffés par le rayonnement des étoiles voisines, émettent eux-mêmes un rayonnement d'origine thermique qui les rend brillants dans l'infrarouge sur la photographie (b).

Le rayonnement ultraviolet permet de révéler d'autres aspects de l'Univers. De jeunes étoiles très brillantes dans ce domaine apparaissent sur la photographie (c), là où gaz et poussières sont en faible densité.

3 Observation astronomique dans l'ultraviolet et l'infrarouge.

La photographie (d) a été obtenue en superposant l'image de la galaxie Centaurus A en lumière visible (couleur blanche) et dans le domaine radio (en orange).

Le rayonnement radio de l'Univers est souvent émis par des particules chargées, animées de mouvements rapides sous l'effet, par exemple, de l'activité d'un trou noir, au centre de la galaxie Centaurus A.

4 Observation astronomique dans le domaine radio.



Exploiter les documents

a. Sur les photographies, pourquoi la galaxie M 94 paraît moins étendue sur la photographie (a) que sur les (b) et (c) ?

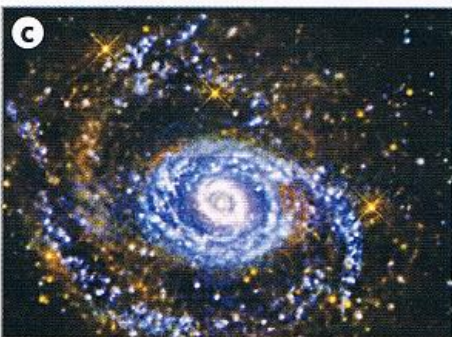
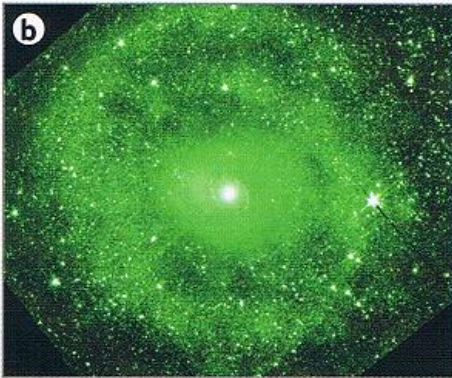


Les photographies ci-contre représentent la Galaxie M94 en lumière visible (a), infrarouge (b), et ultraviolette (c) à la même échelle. Sur la photographie (c) : les UV proches sont en jaune, les UV lointains sont en bleu.

L'espace entre les étoiles est rempli de gaz et de poussières. La densité de cette matière est extrêmement faible mais, à plusieurs centaines d'années de lumière, il suffit de quelques molécules par cm^3 pour observer des nuages opaques à la lumière visible sur la photographie (a).

Le rayonnement infrarouge, de longueur d'onde plus grande que celle de la lumière visible, peut traverser cette matière parce qu'il subit peu la diffusion (absorption et réémission des rayonnements dans toutes les directions). Des étoiles, dont la lumière visible est cachée par ces nuages, apparaissent en observation dans l'infrarouge. D'autre part, les nuages de poussières, chauffés par le rayonnement des étoiles voisines, émettent eux-mêmes un rayonnement d'origine thermique qui les rend brillants dans l'infrarouge sur la photographie (b).

Le rayonnement ultraviolet permet de révéler d'autres aspects de l'Univers. De jeunes étoiles très brillantes dans ce domaine apparaissent sur la photographie (c), là où gaz et poussières sont en faible densité.

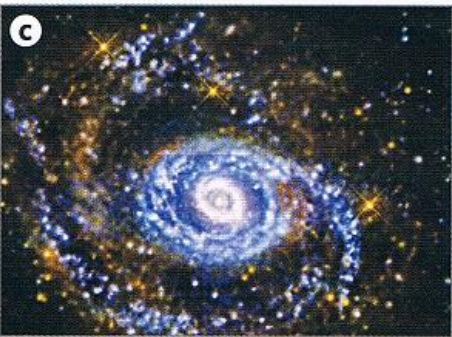
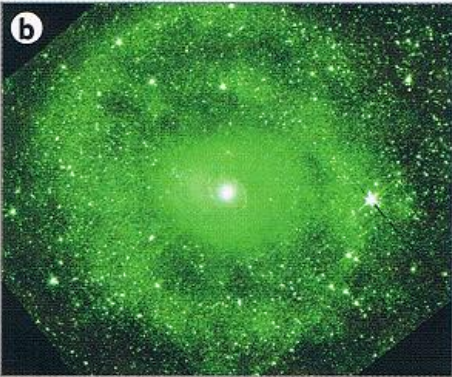


a. La photographie (a) ne montre que le rayonnement visible : issu des étoiles mais arrêté par les nuages opaques de gaz et de poussières.

Alors que la (b) montre le rayonnement infrarouge : issu des étoiles et des nuages de poussières et qui traverse les nuages de gaz.

Et la (c) montre le rayonnement ultraviolet : issu de jeunes étoiles et il y a peu de gaz et de poussières dans ces zones donc peu d'absorption.

b. Qu'est-ce que le rayonnement thermique? Pourquoi les nuages de poussière sont-ils brillants sur la photographie (b) et non sur la photographie (a)?



Les photographies ci-contre représentent la Galaxie M94 en lumière visible (a), infrarouge (b), et ultraviolet (c) à la même échelle. Sur la photographie (c) : les UV proches sont en jaune, les UV lointains sont en bleu.

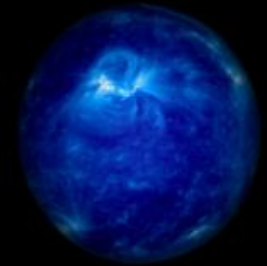
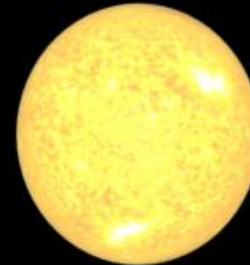
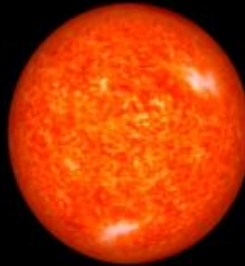
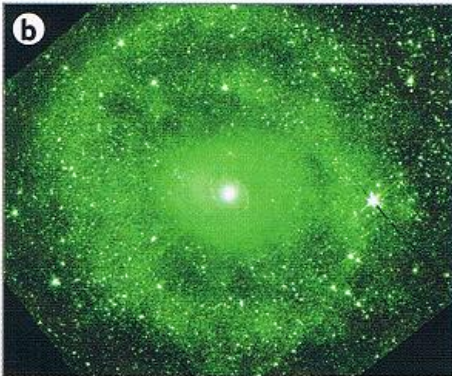
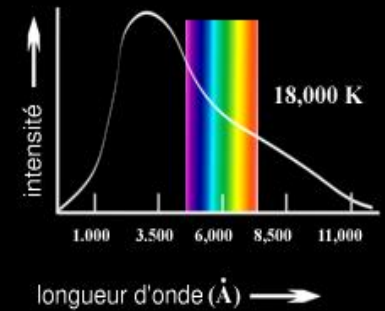
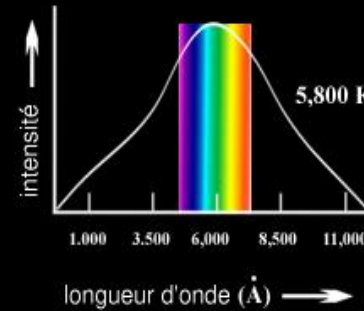
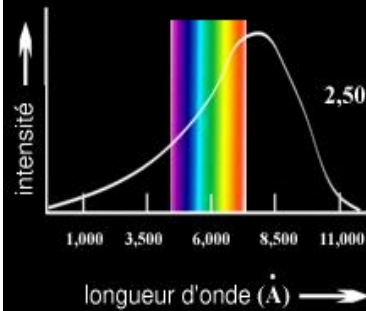
L'espace entre les étoiles est rempli de gaz et de poussières. La densité de cette matière est extrêmement faible mais, à plusieurs centaines d'années de lumière, il suffit de quelques molécules par cm^3 pour observer des nuages opaques à la lumière visible sur la photographie (a).

Le rayonnement infrarouge, de longueur d'onde plus grande que celle de la lumière visible, peut traverser cette matière parce qu'il subit peu la diffusion (absorption et réémission des rayonnements dans toutes les directions). Des étoiles, dont la lumière visible est cachée par ces nuages, apparaissent en observation dans l'infrarouge. D'autre part, les nuages de poussières, chauffés par le rayonnement des étoiles voisines, émettent eux-mêmes un rayonnement d'origine thermique qui les rend brillants dans l'infrarouge sur la photographie (b).

Le rayonnement ultraviolet permet de révéler d'autres aspects de l'Univers. De jeunes étoiles très brillantes dans ce domaine apparaissent sur la photographie (c), là où gaz et poussières sont en faible densité.

b. Le rayonnement thermique est un rayonnement électromagnétique issu d'un corps chaud. Les nuages de poussière sont chauffés par le rayonnement des étoiles voisines donc émettent dans l'infrarouge mais pas dans le visible (pas assez chauds) donc apparaissent brillants en (b) et noirs en (a).

c. À quoi reconnaît-on les étoiles les plus chaudes sur la photographie (c)?



c. La couleur d'une étoile dépend de sa température (loi de Wien).

Plus sa température est élevée, plus elle est brillante et plus la longueur d'onde du maximum d'émission est petite.

Sur la photographie (c), les étoiles les plus chaudes sont les étoiles représentées en bleu.

L'astronomie de l'invisible

► Les astronomes s'intéressent beaucoup aux rayonnements électromagnétiques appartenant aux domaines non visibles. Justifions cet intérêt par quelques exemples

La photographie ④ a été obtenue en superposant l'image de la galaxie Centaurus A en lumière visible (couleur blanche) et dans le domaine radio (en orange).

Le rayonnement radio de l'Univers est souvent émis par des particules chargées, animées de mouvements rapides sous l'effet, par exemple, de l'activité d'un trou noir, au centre de la galaxie Centaurus A.

4 Observation astronomique dans le domaine radio.

d. Le document 4 fait mention d'un « trou noir ». À l'aide d'une recherche documentaire, expliquer en quelques lignes en quoi consiste ce type d'objet.



d. Un trou noir est un corps

dont le champ gravitationnel est si intense qu'il empêche toute matière et tout rayonnement de s'échapper !

La lumière ne peut le quitter , il est donc noir ! et donc totalement invisible !

Un trou noir peut se former lors

de l'évolution finale d'une étoile : Etoile → supernova → trou noir

On ne peut le « voir » que lorsqu'il « avale » de la matière qui est alors chauffée et qui émet un rayonnement radio intense.

Deux « vues d'artistes » de trous noirs



d. Un trou noir est un corps dont le champ gravitationnel est si intense qu'il empêche toute matière et tout rayonnement de s'échapper !

La lumière ne peut le quitter , il est donc noir ! et donc totalement invisible !

Un trou noir peut se former lors

de l'évolution finale d'une étoile : Etoile → supernova → trou noir

On ne peut le « voir » que lorsqu'il « avale » de la matière qui est alors chauffée et qui émet un rayonnement radio intense.

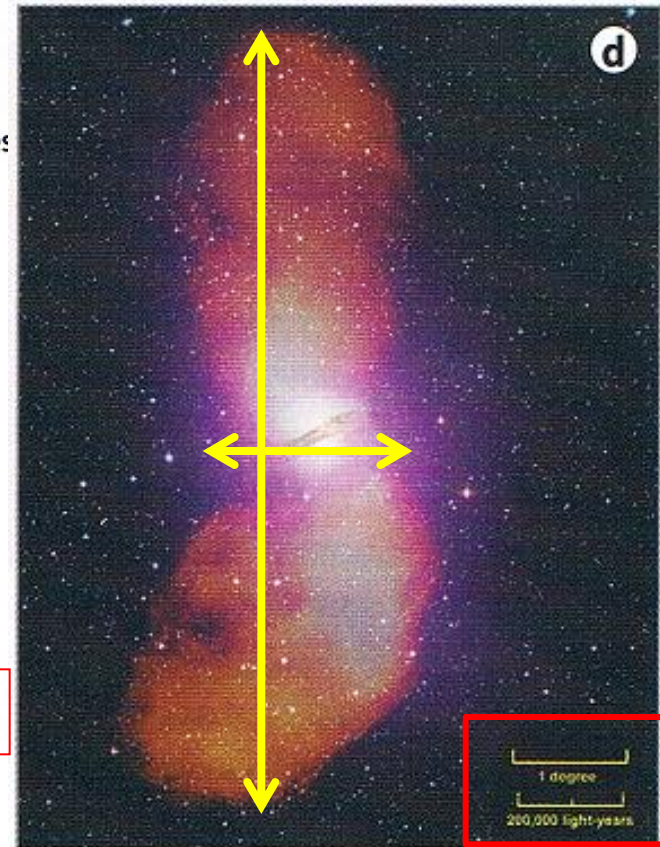
L'astronomie de l'invisible

► Les astronomes s'intéressent beaucoup aux rayonnements électromagnétiques appartenant aux domaines non visibles. Justifions cet intérêt par quelques exemples

La photographie ④ a été obtenue en superposant l'image de la galaxie Centaurus A en lumière visible (couleur blanche) et dans le domaine radio (en orange).

Le rayonnement radio de l'Univers est souvent émis par des particules chargées, animées de mouvements rapides sous l'effet, par exemple, de l'activité d'un trou noir, au centre de la galaxie Centaurus A.

4 Observation astronomique dans le domaine radio.



e. Estimer la longueur de la zone d'émission radio autour du trou noir de Centaurus A.

e. Sur le document : 0,8 cm représente 200 000 années-lumière (lights-years)

Une année-lumière est

la distance parcourue par la lumière dans le vide en une année ($= 9,5 \cdot 10^{15}$ m).

La zone d'émission radio (en orange) fait environ :

1,5 cm de large sur 5,5 cm de haut

soit :

380 000 a.l sur 1 400 000 a.l

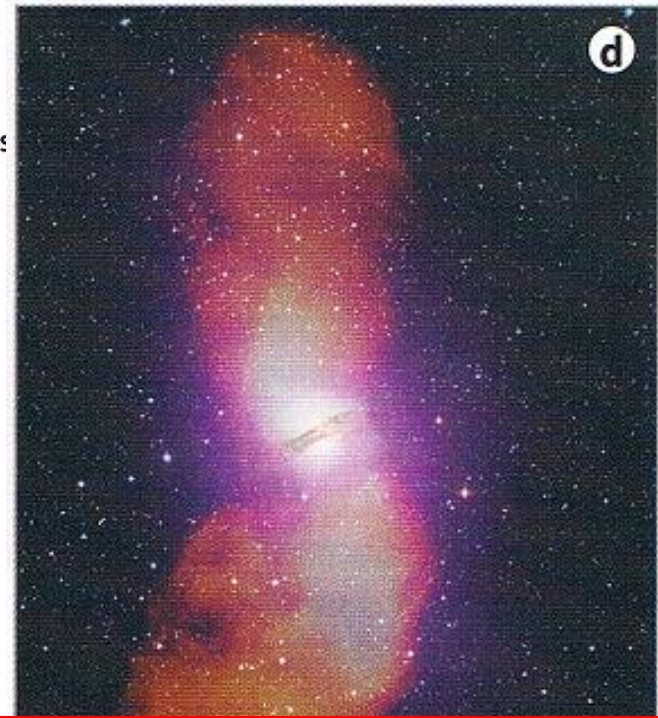
L'astronomie de l'invisible

► Les astronomes s'intéressent beaucoup aux rayonnements électromagnétiques appartenant aux domaines non visibles. Justifions cet intérêt par quelques exemples

La photographie ④ a été obtenue en superposant l'image de la galaxie Centaurus A en lumière visible (couleur blanche) et dans le domaine radio (en orange).

Le rayonnement radio de l'Univers est souvent émis par des particules chargées, animées de mouvements rapides sous l'effet, par exemple, de l'activité d'un trou noir, au centre de la galaxie Centaurus A.

4 *Observation astronomique dans le domaine radio.*



f. Justifier la nécessité d'exploiter les rayonnements électromagnétiques invisibles pour étudier l'Univers.

f. Les rayonnements invisibles comme les UV, les IR, les rayons X, les ondes radio, nous permettent d'observer l'Univers à travers les nuages de poussières ou de gaz, et d'observer des étoiles plus chaudes.
On peut donc voir plus loin, voir la naissance et la mort des étoiles, la forme des galaxies...

g. À l'aide des documents et d'une recherche documentaire, dresser un tableau présentant des sources riches en rayonnements infrarouge, ultraviolet et radio dans l'Univers.

Rayonnement	Ultraviolet	Infrarouge	Radioélectrique
Longueur d'onde dans le vide	10 nm à 400 nm	750-800 nm à 1 mm	supérieures à 1 mm
Exemples de sources dans l'Univers	<ul style="list-style-type: none"> • Étoiles très chaudes • Nuages de gaz excités par la lumière des étoiles 	Objets froids ($\theta < 3000K$) : Planètes Astéroïdes Poussières interstellaires	<ul style="list-style-type: none"> • Objets plus froids • Rayonnement fossile émis par l'Univers au début de son évolution
Exemples de sources dans la vie pratique	<ul style="list-style-type: none"> • Soleil • Lampe à vapeur de mercure (lampe UV et fluocompacte) : bronzage, détection de faux billets 	<ul style="list-style-type: none"> • Corps humain • Diodes IR : télécommandes • Filaments de chauffage domestique 	<ul style="list-style-type: none"> • Antennes de stations radio ou TV • Téléphones portables • Appareils Wi-Fi

Voir le corrigé P.21