

## S11 Chapitre 8 : Les environnements galactiques

**Objectif :** Vous familiariser avec les caractéristiques des galaxies, et vous faire découvrir le phénomène de l'expansion de l'Univers.

### 8.1 L'anatomie de la Voie lactée (p. 319)

Les images en infrarouge nous permettent d'observer le disque de la Voie lactée par la tranche et de voir le \_\_\_\_\_ central d'un diamètre d'environ \_\_\_\_\_ a.l. Notre galaxie fait partie de la famille des galaxies \_\_\_\_\_ car elle possède des régions plus lumineuses nommées \_\_\_\_\_. La luminosité élevée de ces régions est due à la présence d'un grand nombre d'étoiles de couleur \_\_\_\_ (type spectral \_\_\_\_ et \_\_\_\_) qui sont souvent entourées par des régions très lumineuses d'hydrogène ionisé (régions HII) : ces objets brillants qui définissent les bras spiraux se nomment \_\_\_\_\_.

#### L'origine des bras spiraux

Le Soleil tourne autour de centre de la Voie lactée en \_\_\_\_\_ millions d'années, et il a donc fait environ \_\_\_\_\_ tours depuis sa naissance. Plus une étoile est loin du centre, \_\_\_\_\_ elle prend de temps à faire un tour : on dit que la galaxie possède une rotation \_\_\_\_\_.

Les traceurs sont des phénomènes éphémères, car ils dépendent d'étoiles dont la durée de vie vaut à peine \_\_\_\_\_ d'années. Les bras sont donc éphémères, ou plutôt, ils perdurent et se déplacent tout en étant composés de traceurs sans cesse renouvelés. L'onde d'excitation qu'ils représentent peut être comparée à un phénomène de la vie de tous les jours : \_\_\_\_\_. La matière étant légèrement plus compressée dans les bras, on dit qu'ils sont des ondes \_\_\_\_\_.

☒ *Les sous-sections « Les populations d'étoiles » et « Un scénario de la formation de la Voie lactée » ne sont pas au programme.*

#### La masse de la Voie lactée

Pour déterminer la masse \_\_\_\_\_ de la Voie lactée, on se sert de la lumière qu'elle émet, en partant de l'observation qu'il faut en moyenne \_\_\_\_\_ fois la masse du Soleil pour générer une luminosité solaire. Cela veut dire que la majorité des étoiles génèrent de la lumière de manière \_\_\_\_\_ efficace que le Soleil. À partir de la luminosité totale de la Voie lactée, on obtient sa masse visible : \_\_\_\_\_ de fois la masse du Soleil.

Toutefois, si on évalue la masse de la Voie lactée à partir de son effet gravitationnel à l'aide de la \_\_\_\_\_ appliquée à une étoile située à la \_\_\_\_\_ de la galaxie (car la loi ne donne que la masse à \_\_\_\_\_ de l'orbite de l'objet), on trouve une masse environ \_\_\_\_\_ fois plus grande, ce qui implique que la majorité de la masse de la galaxie est composée de matière \_\_\_\_\_.

#### Un voyage au centre de la Voie lactée

Si on se trouvait dans les régions centrales de la Voie lactée, l'ensemble des étoiles dans le ciel brillerait comme \_\_\_\_\_ pleines Lunes.

Une source radio extrêmement intense nommée \_\_\_\_\_ occupe le centre de rotation exact de la Voie Lactée. Elle est plus petite que l'orbite de la Terre autour du Soleil, mais contient \_\_\_\_\_ de masses solaires : il s'agit fort probablement d'un \_\_\_\_\_ géant.

### 8.2 Les voisines de la Voie lactée (p. 331)

Les deux galaxies naines les plus rapprochées de la Voie Lactée se nomment \_\_\_\_\_ et \_\_\_\_\_. Une autre galaxie satellite, la galaxie naine du \_\_\_\_\_ a été découverte seulement récemment car elle est cachée par le disque de la Voie Lactée. Le nombre exact de galaxies satellites de la Voie Lactée n'est pas connu, car un certain nombre sont des galaxies \_\_\_\_\_ très difficiles à observer.

La galaxie importante (comparable à la Voie lactée) la plus proche est la galaxie \_\_\_\_\_ ; cette dernière et la Voie lactée sont les deux

galaxies principales de l'amas \_\_\_\_\_, qui est lui-même un satellite de l'amas \_\_\_\_\_, un regroupement d'environ \_\_\_\_\_ galaxies situé à \_\_\_\_\_ d'années-lumière de distance.

### 8.3 La classification des galaxies (p. 335)

Les galaxies sont classifiées selon trois grands types : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ et \_\_\_\_\_. Certaines spirales possèdent une \_\_\_\_\_ d'étoiles qui traverse le noyau de part en part et sont désignées comme des spirales \_\_\_\_\_.

Dans une galaxie \_\_\_\_\_, les orbites des étoiles sont presque circulaires et situées dans un plan commun, tandis que dans une galaxie \_\_\_\_\_, les orbites sont d'orientation quelconque et souvent de forme allongée.

Dans une galaxie \_\_\_\_\_, il n'y a pratiquement pas de matière interstellaire, tandis que dans une galaxie \_\_\_\_\_, il y en a beaucoup.

Le spectre global d'une galaxie elliptique ressemble à celui d'une étoile de type \_\_\_\_, tandis que pour une spirale c'est plutôt de type \_\_\_\_\_. La différence s'explique par l'absence d'étoiles de série principale de couleur \_\_\_\_\_ dans les galaxies elliptiques. Comme ces étoiles ont des vies relativement courtes, on en conclut que les galaxies \_\_\_\_\_ ne contiennent pas d'étoiles jeunes, ce qui cadre bien avec l'absence de matière interstellaire.

### 8.4 Galaxies en interaction (p. 338)

Les galaxies ont des vitesses aléatoires les unes par rapport aux autres, ce qui rend les collisions assez fréquentes : on observe qu'environ \_\_\_ % des galaxies importantes sont en interaction avec une ou plusieurs autres galaxies importantes.

Vrai ou faux ? Lorsque deux galaxies se rentrent dedans, il y a beaucoup de collisions directes entre les étoiles qui composent les galaxies. \_\_\_\_\_

Lorsque deux galaxies qui contiennent des nuages de gaz se rentrent dedans, le choc accélère la

formation de nouvelles étoiles, ce qui se traduit sur les images par des régions de couleur \_\_\_\_\_.

Les simulations par ordinateur montrent qu'après la collision entre deux ou plusieurs galaxies spirales, les orbites des étoiles sont complètement désordonnées et il ne reste plus de gaz interstellaire non converti en étoiles : on se retrouve essentiellement avec une galaxie \_\_\_\_\_ ! Cette hypothèse est confirmée par le fait que les grosses galaxies au centre des amas riches sont justement de type \_\_\_\_\_.

### 8.5 Les galaxies actives (p. 342)

Vrai ou faux ? La lumière produite dans le disque d'accrétion autour du trou noir central de la Voie lactée représente une fraction appréciable de la luminosité totale de la Voie lactée. \_\_\_\_\_

Une galaxie active est caractérisée par une forte émission en provenance de son cœur, très souvent dans le domaine \_\_\_\_\_ du spectre, et pouvant varier de manière appréciable sur un intervalle de temps de \_\_\_\_\_ ou moins.

La galaxie active la plus rapprochée est aussi la galaxie \_\_\_\_\_ la plus rapprochée, ce qui n'est probablement pas une coïncidence. En effet, le chaos créé par la collision entre deux galaxies peut réalimenter le disque d'accrétion d'un trou noir central à la diète.

Pour des raisons historiques, certaines galaxies actives ont été baptisées \_\_\_\_\_, car à l'époque de leur découverte, on ne voyait d'elles que leur cœur actif, ce qui leur donnait un aspect quasi stellaire.

### 8.6 La loi de Hubble (p. 345)

À l'exception de quelques galaxies rapprochées, toutes les galaxies \_\_\_\_\_ de nous.

La loi de Hubble s'exprime par la relation :

\_\_\_\_\_

Donnez la définition de chacune des variables :

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Le paramètre de Hubble s'exprime le plus souvent avec les unités ( \_\_\_\_ / \_\_\_\_ ) / \_\_\_\_ . On l'obtient par une moyenne sur un grand nombre de galaxies dont on connaît déjà la distance (et la vitesse par effet Doppler). Dans son article original, Hubble donna une valeur de  $H$  environ \_\_\_\_ fois plus élevée que la valeur acceptée aujourd'hui, qui est incertaine à  $\pm$  \_\_\_\_ %. Cette incertitude est essentiellement due à la difficulté à mesurer \_\_\_\_\_ d'une galaxie avec précision.

Une fois la valeur de  $H$  déterminée, on peut se servir de la loi de Hubble pour évaluer la \_\_\_\_\_ inconnue d'une galaxie lointaine.

*(Nous verrons au chapitre 9 que le phénomène de l'expansion de l'Univers est un peu plus complexe que ce que l'on a décrit ici, mais tant que le décalage vers le rouge ne dépasse pas  $\delta = 1,3$ , ce n'est pas bien grave.)*

### **8.7 La superstructure de L'Univers** (p. 347)

La cartographie en trois dimensions des galaxies révèlent qu'elles se concentrent en amas séparés par des vides en forme de « bulles » pouvant atteindre \_\_\_\_\_ d'années-lumière de diamètre.

Pour évaluer le nombre total de galaxies observables dans l'Univers, on a pris une image appelée \_\_\_\_\_ en braquant le télescope spatial sur la même région du ciel pendant \_\_\_\_ heures. En extrapolant le nombre de

galaxies observées sur l'ensemble du ciel, on arrive à environ \_\_\_\_\_ de galaxies.

En raison de la vitesse finie de la lumière, on aperçoit les galaxies les plus lointaines telles qu'elles étaient il y a très longtemps. C'est comme cela que l'on peut déduire que lorsque l'Univers était plus jeune...

- les interactions entre les galaxies étaient proportionnellement \_\_\_\_\_ fréquentes ;
- les galaxies actives étaient \_\_\_\_\_ nombreuses ;
- la taille moyenne des galaxies était \_\_\_\_\_ grande ;
- il y avait \_\_\_\_\_ de galaxies irrégulières.

Cela pourrait signifier que les galaxies importantes actuelles se sont formées à partir \_\_\_\_\_.

### **8.8 L'Univers invisible** (p. 350)

Si on répartissait la matière visible uniformément dans l'Univers, on obtiendrait une masse volumique de \_\_\_\_\_  $m_p/m^3$ .

La masse de la matière invisible détectée par ses effets gravitationnels ( \_\_\_\_ loi de \_\_\_\_\_ ) donne un résultat environ \_\_\_\_ fois plus élevé.

*Les détails concernant le Grand Attracteur (p. 352 et le 1<sup>er</sup> paragraphe de la page 353) ne sont pas au programme.*

Une hypothèse pour expliquer la matière invisible est celle des MACHOs, un acronyme qui signifie \_\_\_\_\_.

Mais il semble certain que la masse invisible est imputable à une combinaison de phénomènes...

**QUESTIONS DE RÉVISION** (p. 363-364)

<b>1</b>	☒	☒	<b>4</b>	☒	☒	☒	☒	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	☒	☒	<b>18</b>	☒	☒
☒	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	☒	☒	<b>28</b>	<b>29</b>	☒
<b>31</b>	<b>32</b>	☒	<b>34</b>	<b>35</b>	☒	☒	☒	☒	<b>40</b>
☒	☒	☒	☒	☒	☒				

**PROBLÈMES** (p. 365)

<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	☒	☒
-----------	-----------	-----------	-----------	---	---