

## CORRECTION SYNTHESE ARGUMENTEE : EFFET DOPPLER ET ASTRONOMIE

On souhaite montrer comment déterminer la vitesse d'éloignement des galaxies. Après avoir rappelé le principe de la spectroscopie, nous verrons comment l'analyse du spectre d'une galaxie telle que la galaxie

NGC 4151, permet de montrer que celle-ci s'éloigne et d'évaluer sa vitesse d'éloignement.

La spectroscopie est une technique qui consiste à décomposer la lumière provenant d'une galaxie (ou autres astres) à l'aide d'un spectrographe. Le spectre obtenu constitué de raies d'émission ou d'absorption, nous informe sur la composition chimique de la source observée et permet de déterminer sa vitesse relative d'éloignement ou de rapprochement.

Le spectre de la galaxie NGC 4151 a été réalisé dans le domaine du visible : les longueurs d'onde sont comprises entre 400 nm et 800 nm. En plus du fond continu, on observe des raies d'émissions qui montrent la présence d'éléments chimiques ionisés dans la galaxie: les éléments hydrogène, oxygène et soufre.

On constate par ailleurs un décalage des raies d'émissions dans le spectre dû à l'effet Doppler. L'effet Doppler est un phénomène observé lorsqu'une source émettrice d'une onde est en mouvement relatif par rapport à un récepteur. Une onde de fréquence  $F_0$  émise par une source est reçue avec une fréquence  $F_r$  différente selon que la source se rapproche ou s'éloigne du récepteur. En astrophysique, cela se traduit par un décalage entre les longueurs d'onde des raies de références déterminées à partir du spectre d'une source immobile par rapport à l'observateur et celles ( $\lambda_r$ ) des raies présentes sur le spectre de la galaxie.

Cas de la galaxie NGC 4151:

Pour la raie [OIII] par exemple le décalage spectral relatif est:

$$z = \frac{(\lambda_r - \lambda_0)}{\lambda_0} = \frac{(502,2 - 500,7)}{500,7} = 2,995 \times 10^{-3}$$

Le décalage est positif ( $\lambda_r = 502,2 \text{ nm} > \lambda_0 = 500,7 \text{ nm}$ ), les raies se décalent donc vers les grandes longueurs d'onde, il s'agit d'un redshift. On en déduit que la galaxie s'éloigne de nous.

A partir du décalage spectral, on détermine la vitesse d'éloignement :

$$v = z \cdot c = 2,995 \cdot 10^{-3} \times 3,00 \cdot 10^8 = 8,99 \times 10^5 \text{ m.s}^{-1} \text{ soit environ } 106 \text{ m/s} = 103 \text{ km/s}$$

La galaxie NGC 4151 ne fait donc pas exception : elle s'éloigne de nous et sa vitesse d'éloignement est de l'ordre de mille kilomètre par seconde. Une évaluation plus précise de cette vitesse aurait nécessité de faire la moyenne du décalage spectral des différentes raies.

Une vidéo qui devrait vous plaire : <https://www.youtube.com/watch?v=Bz5wr3GhvUQ>

NOM :	Prénom :	
Introduction		/1
Indiquer comment les spectres des sources lumineuses sont obtenus et ce qu'ils nous apportent comme renseignements (composition source lumineuse et effet Doppler)		/3
Expliquer quelle propriété des ondes est exploitée pour déterminer leur vitesse		/1
Spectre de la galaxie NGC 4151 (description et interprétation) : -domaine du spectre électromagnétique présenté, - Eléments H, O et S présents dans la galaxie -décalage des raies d'émission du à l'effet Doppler -description effet Doppler		/4
Calcul du décalage spectral relatif de la raie O III		/1.5
Interprétation du décalage		/1
Calculer la valeur de la vitesse d'éloignement de la galaxie		/1.5
Préciser quelle exploitation plus complète du spectre aurait permis une évaluation plus précise de cette vitesse		/1
TOTAL		/14

NOM :	Prénom :	
Introduction		/1
Indiquer comment les spectres des sources lumineuses sont obtenus et ce qu'ils nous apportent comme renseignements (composition source lumineuse et effet Doppler)		/3
Expliquer quelle propriété des ondes est exploitée pour déterminer leur vitesse		/1
Spectre de la galaxie NGC 4151 (description et interprétation) : -domaine du spectre électromagnétique présenté, - Eléments H, O et S présents dans la galaxie -décalage des raies d'émission du à l'effet Doppler -description effet Doppler		/4
Calcul du décalage spectral relatif de la raie O III		/1.5
Interprétation du décalage		/1
Calculer la valeur de la vitesse d'éloignement de la galaxie		/1.5
Préciser quelle exploitation plus complète du spectre aurait permis une évaluation plus précise de cette vitesse		/1
TOTAL		/14