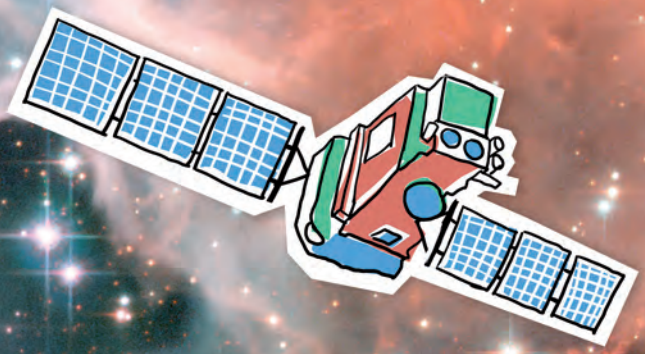
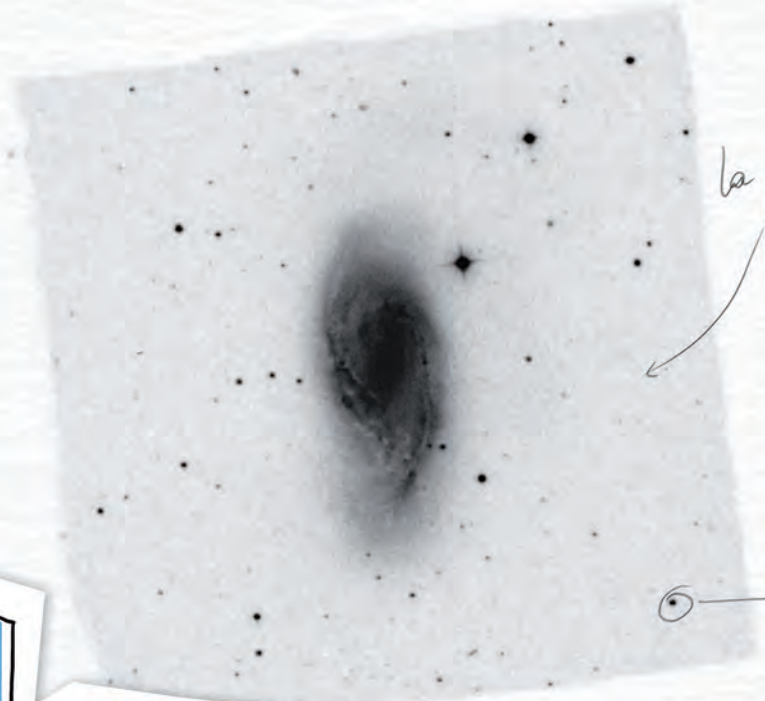
Astro Exos

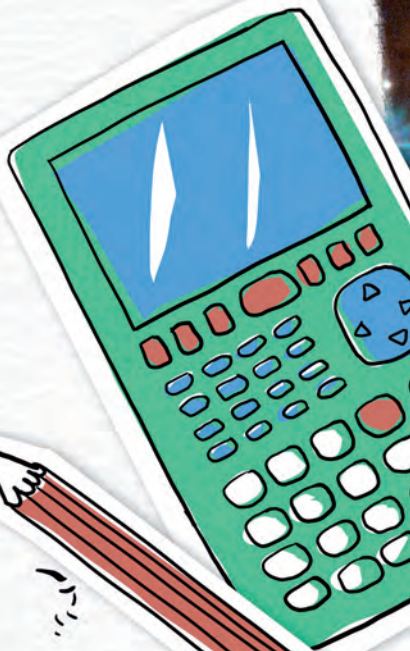


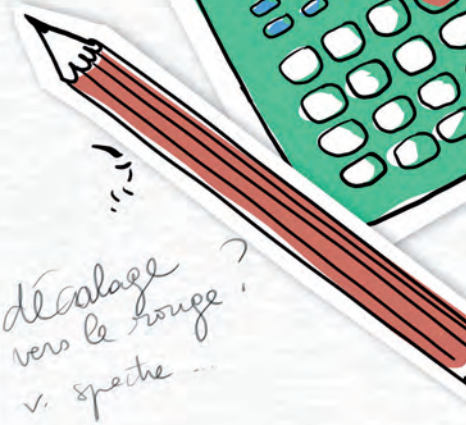
MESURER L'ÂGE DE L'UNIVERS

LE RÉSULTAT









décalage vers le rouge ?
v. spectre ...

île de France

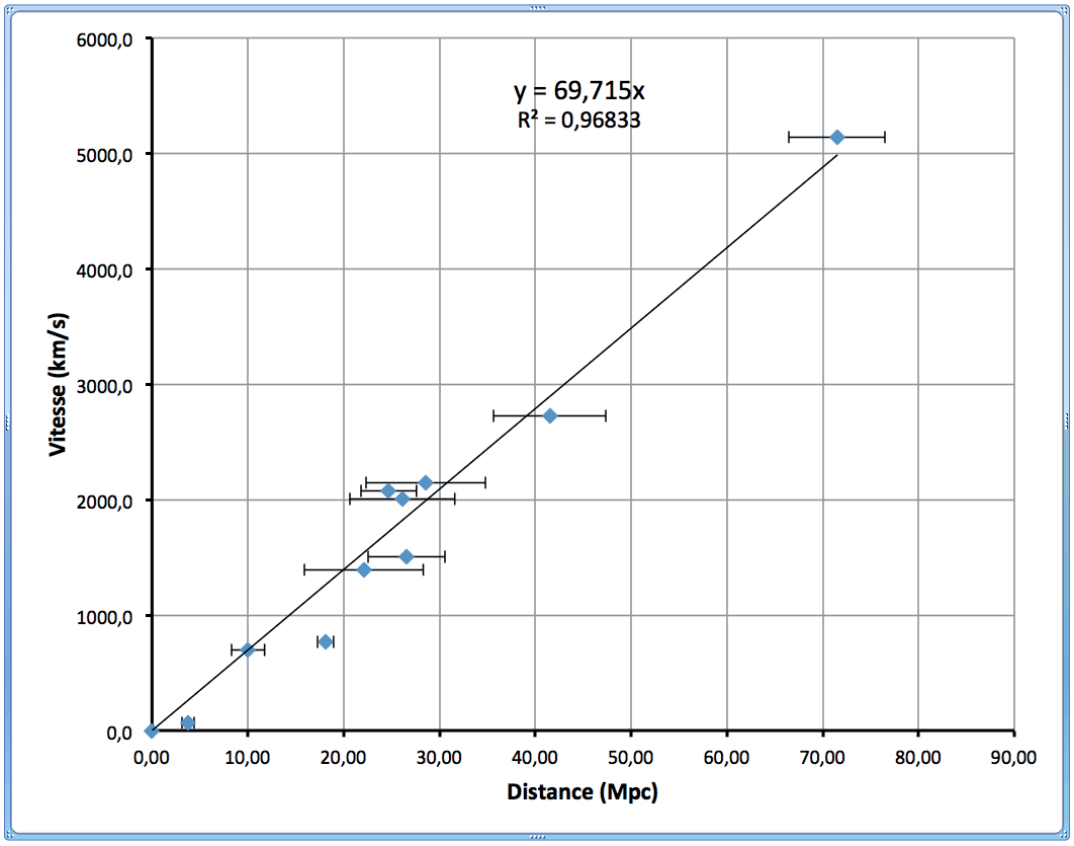
Réponse 1 -Toutes les longueurs d'onde mesurées sont supérieures à la longueur d'onde de référence. Le décalage est donc toujours « vers le rouge » correspondant à une vitesse d'éloignement, preuve de l'expansion de l'Univers

Réponse 2 - Cette droite doit passer par le point (0,0) du graphique car les données sont déterminées à partir du système solaire dont la vitesse d'éloignement est considérée, par convention, comme nulle.

Table de distances et de vitesses des galaxies

Galaxie	Distance (Mpc)	Incertitude (Mpc)	Longueur d'onde mesurée	Décalage vers le rouge	Vitesse de récession
NGC	d/Mpc	Δd/Mpc	λ/Å	z	v/km.s^{-1}
NGC 1357	24,70	2,90	6608,2	0,0069178	2075,3
NGC 1832	26,15	5,45	6606,7	0,0066892	2006,8
NGC 3034	3,77	0,66	6564,3	0,0002286	68,6
NGC 3147	41,50	5,88	6622,4	0,0090815	2724,4
NGC 3310	18,10	0,85	6579,6	0,0025599	768,0
NGC 3471	28,60	6,22	6609,8	0,0071616	2148,5
NGC 3627	10,01	1,74	6578,0	0,0023161	694,8
NGC 4775	26,60	4,00	6595,7	0,0050131	1503,9
NGC 5548	71,50	5,00	6675,3	0,0171421	5142,6
NGC 6643	22,09	6,22	6593,3	0,0046474	1394,2
Origine	0				0

H_0
69,71 km/s/Mpc



La meilleure droite passant par l'origine est : y = 69,715 x

Réponse 3- Le coefficient directeur (ou pente) de la droite est *Ho* en *km/s/Mpc*

On trouve *Ho* = 69,71 *km/s/Mpc*

Réponse 4 - *[d]=L ; [v]=L.T-1 ; [d]/[v]=1/[Ho]=1/T-1=T* donc *1/Ho* a la dimension d'un temps

Calcul de l'âge de l'Univers

Avec les unités astronomiques utilisées, pour calculer l'âge de l'univers, il est nécessaire d'uniformiser les unités de longueur différentes employées pour les distances (Mpc) et les vitesses (km/s)

Comme 1 Mpc = 1 Megaparsec = 10^6 pc = $3{,}086\times10^{19}$ km, il faut diviser la valeur de *Ho* (km/s/Mpc) par 3.086×10^{19} pour obtenir *Ho* (en km/s/km) d'où *1/Ho* (en secondes)

On peut convertir en utilisant : 1km/s/Mpc = $1/(3{,}086\text{x}10^{19})=3{,}240\text{x}10^{-20}$ s^{-1}

1/Ho = $1/(69{,}715*3{,}240\text{x}10^{-20})$ = 4,43x1017 s = **14,04 milliards d'années**

Pour évaluer les incertitudes, on peut recommencer une série de mesures et constater les écarts.

Une incertitude de seulement 5 km/s/Mpc sur *Ho* fait varier l'âge de l'univers d'environ 1 milliard d'années.

Réponse 5 - sur son échelle de vitesses, Hubble a mis la vitesse (*velocity*) en km et non en km.s^{-1}.

Calcul de la valeur de Hubble (1929)

Le coefficient directeur de la droite de Hubble peut être estimée approximativement avec :

V = 1000 km/s pour d=2 Mpc soit :

y = (1000/2) x = 500 x

Ho (Hubble) = 500 km/s/Mpc

$1/Ho = 1/(500*3{,}240\text{x}10^{-20}) = 5{,}84\text{x}10^{16}$ s = 1,96 milliards d'années

Réponse 6 - L'âge de l'univers calculé par Hubble en 1929 est de 1,96 milliards d'années tandis qu'à cette époque on savait déjà que l'âge de la Terre était d'environ 4 milliards d'années.

Cette contradiction rendait impossible l'hypothèse du Big Bang, qui suppose que l'univers est né d'une phase dense et chaude et dont l'âge est déterminé par la durée de l'expansion.

Astro Exos

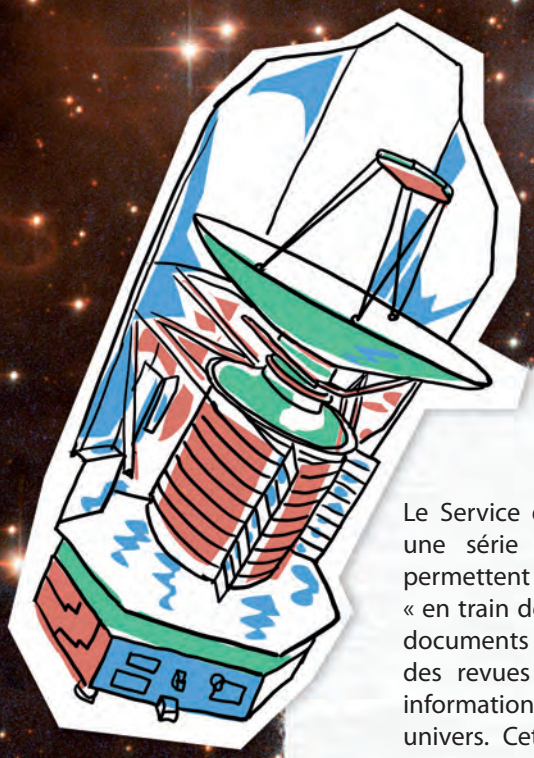
Responsables éditoriaux
Roland Lehoucq et Jean-Marc Bonnet-Bidaud

Contributeur
Jean-Marc Bonnet-Bidaud

Conception graphique
Aurélie Bordenave, *aureliebordenave.fr*

Photo de couverture :
Image de la galaxie NGC 3267 (Palomar Observatory Sky Survey (NASA-STSI)

Cet Astro Exo est librement inspiré de la page « *Hubble's law : an introductory astronomy lab* » de l'université de Washington (USA)



Le Service d'Astrophysique du CEA propose une série d'exercices d'astrophysique qui permettent de se plonger dans la recherche « en train de se faire ». Il s'agit d'analyser des documents extraits d'articles publiés dans des revues scientifiques pour en tirer des informations sur les objets qui peuplent notre univers. Cette activité peut être menée en classe ou en petit groupe d'élèves et permet d'illustrer différents points des programmes de physique-chimie de Première et de Terminale Scientifique.

Cet exercice propose de déterminer l'âge de l'univers à partir de la mesure de la vitesse des galaxies. A partir d'un échantillon réel de galaxies, la méthode utilise l'effet Doppler pour évaluer la vitesse apparente d'éloignement des galaxies et calculer le taux d'expansion de l'Univers (constante de Hubble).

