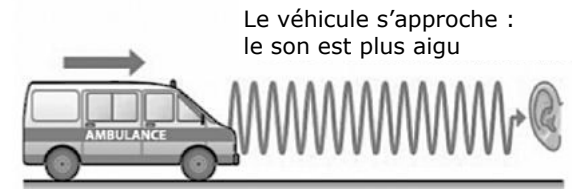


Effet Doppler

Quelques usages

1



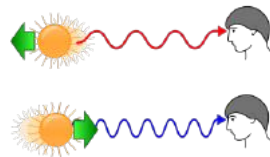
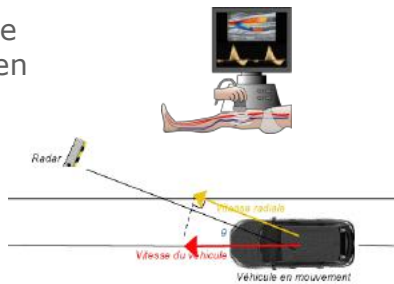
2

Exemples de l'effet Doppler

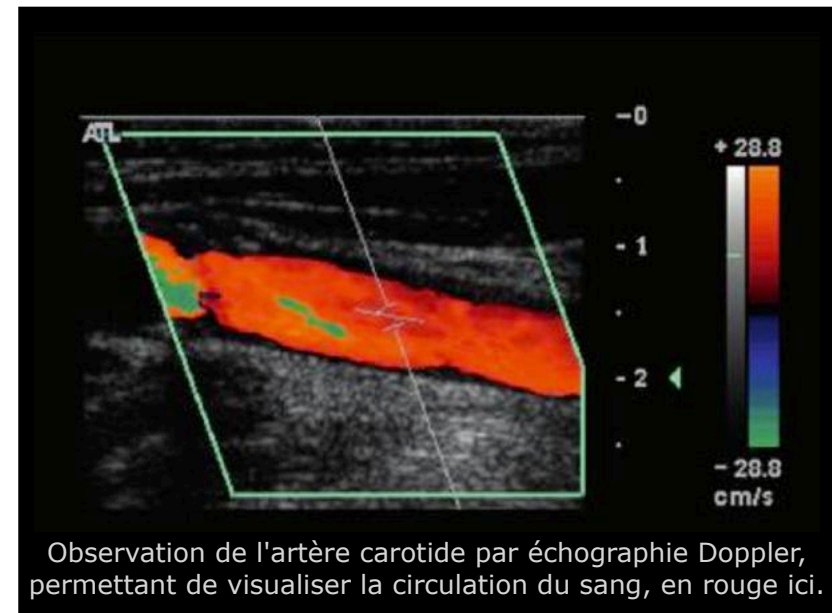
- Mesure de la vitesse de l'écoulement sanguin en échographie Doppler

- Mesure de la vitesse d'un véhicule par radar autoroutier

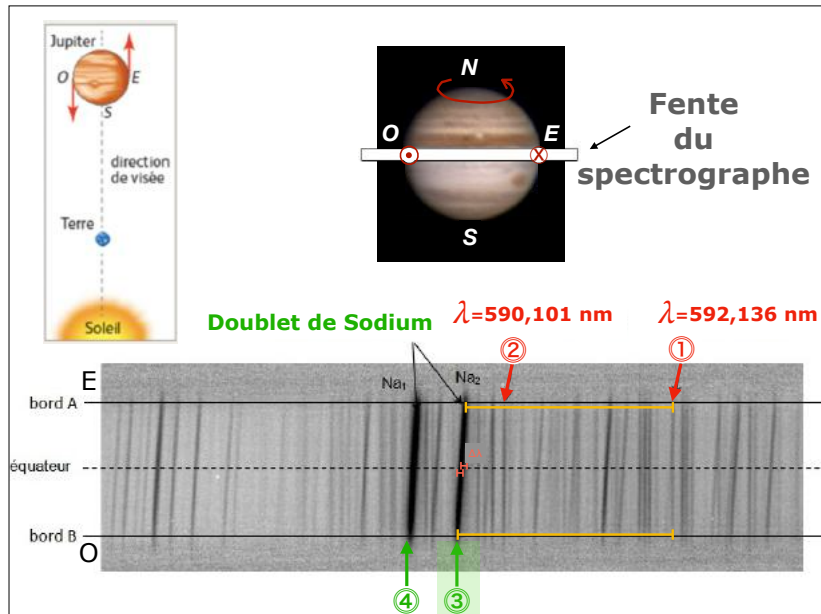
- Mesure de la vitesse radiale d'une étoile : elle peut être déterminée en observant le décalage des raies spectrales de la lumière qu'elle émet



3



4



5

L'effet Doppler pour détecter des exoplanètes

La technique de détection d'une exoplanète grâce à l'effet Doppler ne se base pas sur l'observation directe de la planète, mais sur la conséquence de son existence sur le mouvement de l'étoile autour de laquelle elle gravite : un mouvement périodique de son centre. Pour que la perturbation soit détectable, l'exoplanète doit être suffisamment massive et proche de son étoile pour pouvoir en modifier le mouvement de manière significative. C'est pour cette raison que les premières exoplanètes furent classées dans la catégorie des « Jupiter chauds » ou « Pégasides », du nom de la première planète de ce type découverte autour de 51 Pegasi.

Le 23 août 2016, Proxima b a été découverte en utilisant la même méthode de détection appelée « méthode des vitesses radiales ». Cette exoplanète gravite autour de Proxima du Centaure, l'étoile la plus proche de nous, à une distance de 4,2 années-lumière « seulement ». Si la masse de Proxima b est proche de celle de la Terre (à peine 1,3 fois plus élevée), elle est par contre vingt fois plus proche de son étoile que la Terre ne l'est du Soleil.

Vue d'artiste de l'exoplanète Proxima b.

6

Principe de la méthode

Effet Doppler sur la lumière provenant d'une étoile perturbée par une planète. La lumière est décalée vers le bleu (courtes longueurs d'onde) lorsque l'étoile se rapproche de nous, et vers le rouge quand elle s'éloigne. La courbe en haut à droite donne la courbe de vitesse radiale de l'étoile que l'on peut déduire de son décalage Doppler.

Crédit : Observatoire de Paris/ASM Emmanuel Pécontal

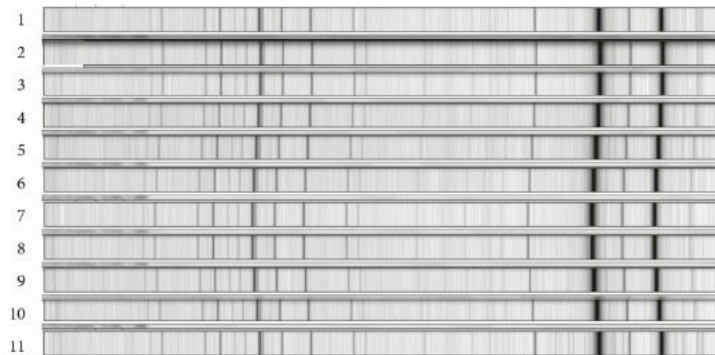
7

Mouvement d'une étoile en interaction avec une exoplanète

Sur les schémas ci-dessus, des positions particulières d'une étoile en interaction avec une planète ont été représentées. Pour simplifier, l'étoile, la planète et l'observateur ont été placés dans un même plan.

8

Exemples de spectres de lumière issue d'une étoile



Ces spectres sont ceux de la lumière d'une étoile autour de laquelle gravite une exoplanète.
L'intervalle de temps moyen séparant deux spectres consécutifs est approximativement d'une journée.

9

Découvert d'exoplanète

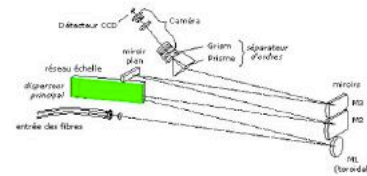


Prix Nobel de physique 2019
Didier Queloz

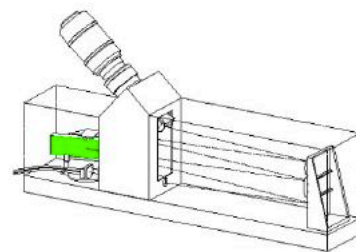
Michel Mayor

10

Spectrographe ELODIE

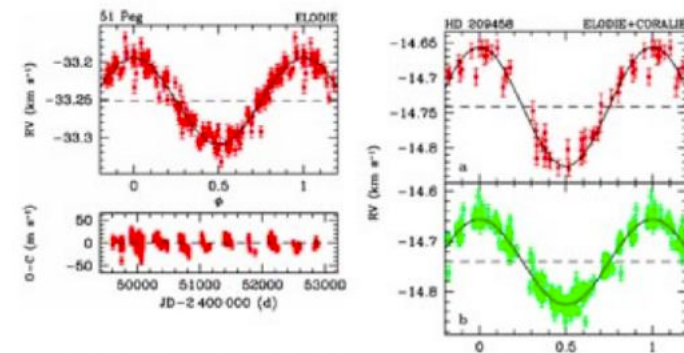


ELODIE : Schema optique

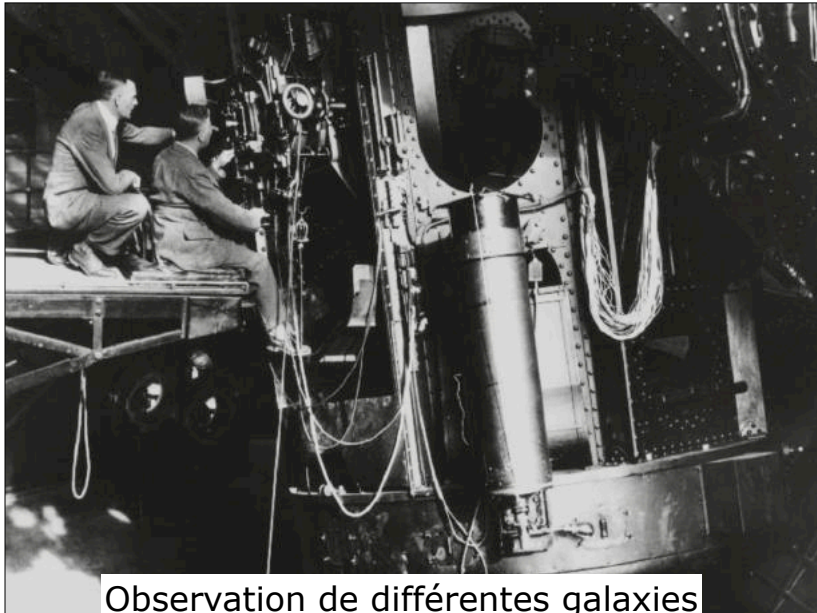


ELODIE : Vue en perspective

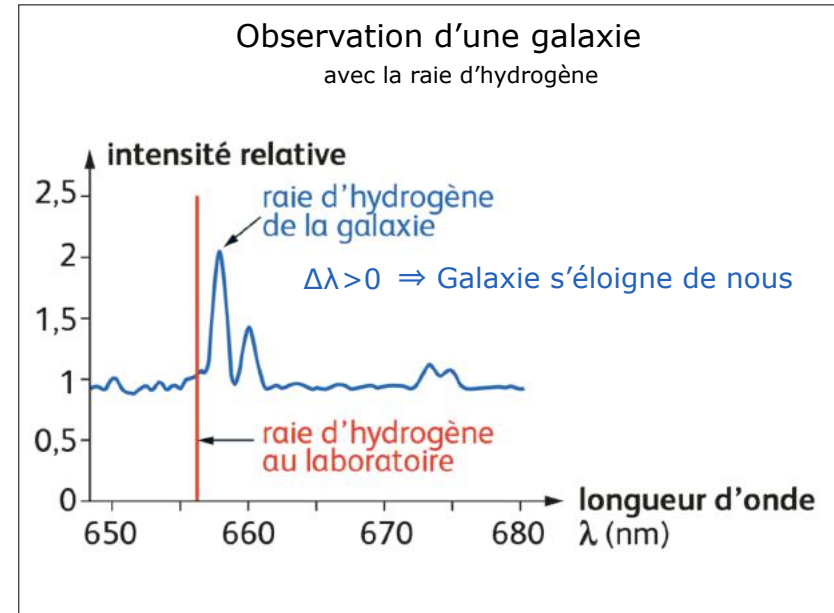
11



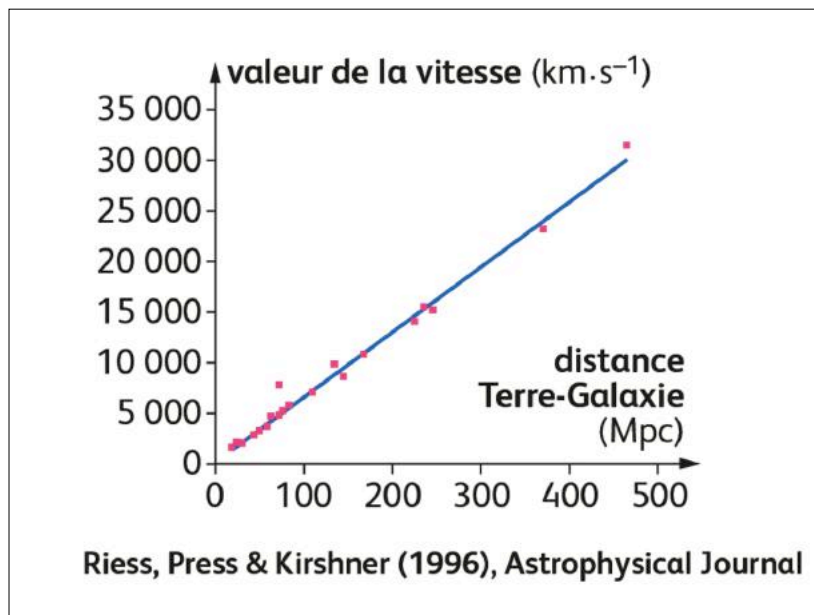
12



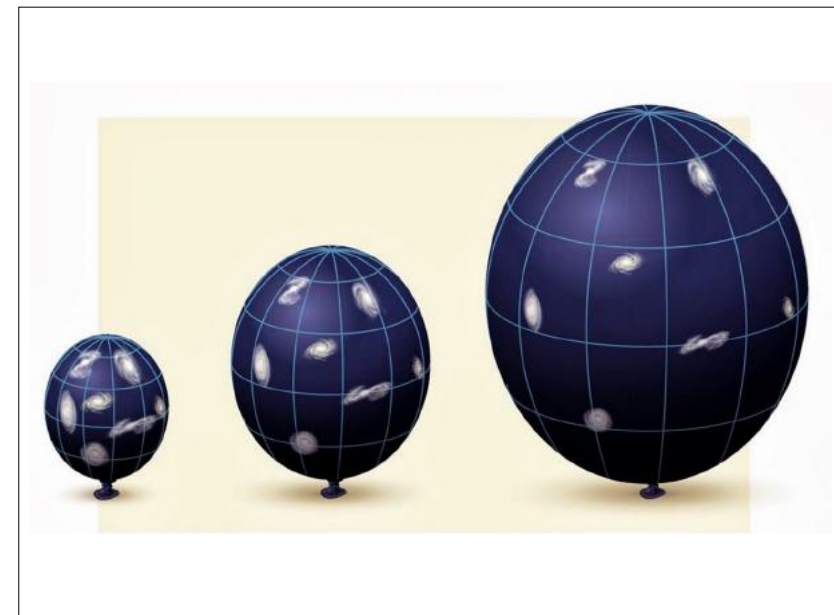
13



14





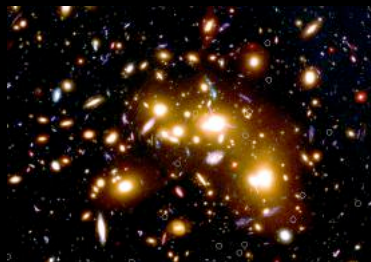
15



16

Observations du télescope spatial Hubble



Galaxies M84, M86 et M87 Hubble champ ultra-profond
 ~48 à 72 millions d' a.l. ~12 milliards d' a.l.

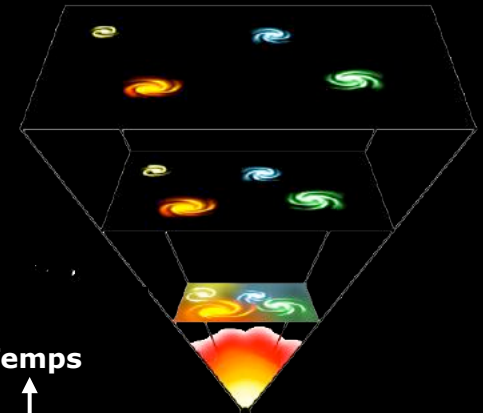
Les galaxies lointaines sont « plus » rouges et plus proches

17



Les galaxies lointaines vues par le champ profond d'Hubble s'éloignent de nous rapidement : décalage vers le rouge « Redshift »

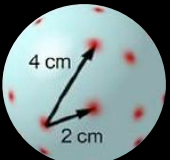
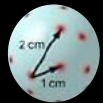
18



Temps

x
y

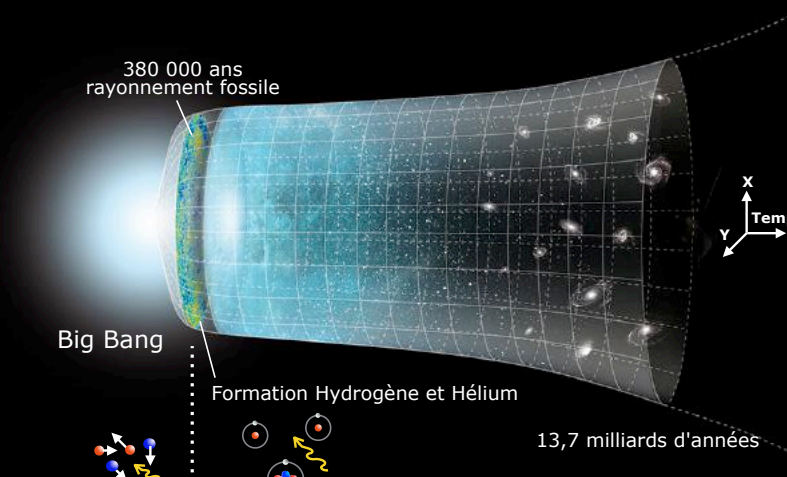
Univers en expansion

Représentation de l'Univers en expansion

19

Histoire de l'Univers



380 000 ans
rayonnement fossile

Big Bang

Formation Hydrogène et Hélium

13,7 milliards d'années

opaque transparent

x
y
Temps

20