

TESTER LE PRINCIPE COPERNICIEN

Pour construire le modèle du Big Bang, les cosmologistes ont adopté le principe copernicien qui suppose que nous ne vivons pas dans un lieu cosmique privilégié. Quelle que soit sa position dans l'Univers, l'observateur mesurera, en moyenne, les mêmes propriétés. Comment vérifier ce principe alors que nous ne pouvons pas installer un observatoire dans une autre galaxie ?

Il existe plusieurs possibilités. Il faut d'abord comprendre que, dans le vide, la

lumière se propage toujours à la même vitesse. Un observateur situé en O (figure 1) ne peut donc voir que des objets situés sur son cône de lumière (grisé sur le schéma). Plus un astre est distant, plus sa lumière met du temps à nous parvenir. Ainsi, seule une partie finie de l'Univers est observable, si bien que se pose la question de savoir si notre Univers observable est représentatif de l'Univers dans son ensemble. Par ailleurs, il est impossible d'avoir accès aux propriétés de l'Univers en dehors du cône de lumière.

En raison de l'expansion de l'Univers, le spectre de la lumière émise par une galaxie est décalé vers les grandes longueurs d'onde, le décalage étant d'autant plus important que la galaxie est distante. Ce décalage spectral vers le rouge (nommé *redshift* en anglais et noté z) est mesurable, ce qui n'est en général pas le cas de la distance galactique. On peut déduire celle-ci à partir du *redshift* et de la loi d'expansion cosmique, qui dépend du modèle dans son ensemble.

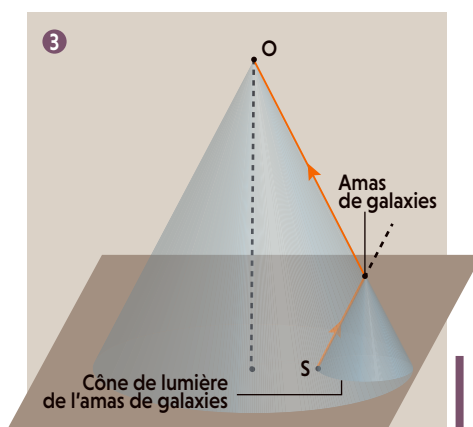
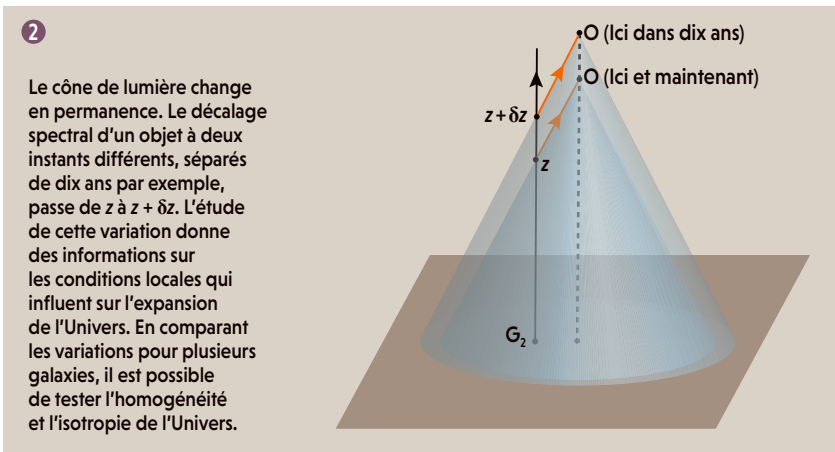
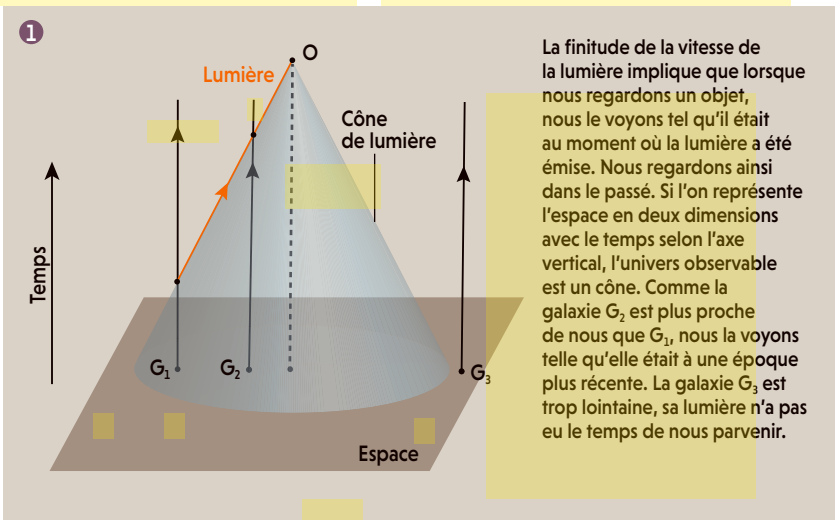
Dès lors, en observant l'Univers à dix ans d'intervalle, on a accès à deux cônes de lumière (figure 2). Durant cet intervalle, le décalage spectral de chaque galaxie change légèrement. Cette variation (δz) donne des informations sur la structure de l'espace en dehors du cône de lumière. En comparant

différents astres le long du cône de lumière, on peut tester le principe copernicien, en mettant à profit le fait que l'Univers n'est pas vu depuis le même point d'observation.

Un autre test du principe copernicien repose sur le fond diffus cosmologique. Ce rayonnement se propage principalement de façon libre depuis son émission 380 000 ans après le Big Bang. Nous l'observons dans

Nous ne pouvons pas installer un observatoire dans une autre galaxie

toutes les directions, telle une sphère qui nous entoure. Son analyse permet de tester l'isotropie de sa température, mais, *a priori*, elle ne fournit aucune information sur l'intérieur de l'Univers observable. Il existe cependant une façon d'accéder à cette information. Une infime partie des photons du fond diffus cosmologique interagissent sur leur trajet avec le gaz chaud des amas de galaxies qu'ils traversent (figure 3). Grâce à cette diffusion, l'« effet Sunyaev-Zeldovich » (du nom des deux physiciens russes qui l'ont proposé, Rashid Sunyaev et Yakov Zeldovich), il est possible de reconstruire certaines propriétés du fond diffus cosmologique tel qu'il serait vu depuis ces amas de galaxies, et donc d'avoir des informations à l'intérieur de notre cône de lumière.



Le fond diffus cosmologique a été émis quand l'Univers avait 380 000 ans. Nous en voyons aujourd'hui la partie qui se trouve sur le cône de lumière, et pas celle à l'extérieur ou celle à l'intérieur. Pour cette dernière cependant, la diffusion par le gaz d'amas de galaxies sur son parcours peut la mettre sur notre cône de lumière. On a alors accès à des informations sur l'aspect du fond diffus cosmologique vu depuis l'amas.