

MÉMO

EINSTEIN, L'INTERFÉROMÈTRE ET LES ONDES GRAVITATIONNELLES

D'après la théorie de la relativité générale d'Albert Einstein, l'espace-temps est élastique et peut être façonné par la matière qui s'y trouve, comme si l'on posait une boule de pétanque sur un drap tendu.

La gravitation devient synonyme d'une déformation de l'espace-temps.

Ainsi, un objet statique très massif déforme l'espace-temps autour de lui. Si l'objet se déplace et accélère, cela modifie également la forme de l'espace-temps autour de lui, ce qui se manifeste par une vague qui se propage dans l'univers tout entier, tels des ronds dans l'eau d'un étang après y avoir jeté une pierre. **Ces vibrations de l'espace-temps sont les ondes gravitationnelles.**

Il y a 1,3 milliard d'années, très loin de notre galaxie, deux trous noirs sont entrés en collision. En une fraction de seconde, ils ont alors fusionné en un trou noir unique en émettant un fort signal d'ondes gravitationnelles. Celles-ci ont voyagé à la vitesse de la lumière à travers le cosmos et sont arrivées sur Terre, sur le détecteur LIGO, **le 14 septembre 2015.**

Les trois observations d'ondes gravitationnelles qui ont suivi sont également le résultat de la fusion de deux trous noirs. Mais le 17 août 2017, LIGO et le détecteur franco-italien VIRGO ont observé pour la première fois les ondes gravitationnelles issues de la collision de deux étoiles à neutrons situées à 130 millions d'années-lumière de nous. La source est localisée dans la galaxie NGC 4993 dans la constellation de l'Hydre et a aussi été observée comme un flash de lumière dans les télescopes classiques.

C'est la naissance de l'astronomie multi-messagère.

Les observatoires construits pour détecter les ondes gravitationnelles sont des interféromètres géants. L'interféromètre franco-italien VIRGO près de Pise est

composé de deux bras orthogonaux de trois kilomètres. Le rayonnement provenant d'un laser est divisé en deux faisceaux. Ceux-ci sont envoyés dans des directions perpendiculaires, puis réfléchis par des miroirs et finalement recombinaison.

L'analyse de la lumière après recombinaison permet de dire si la durée de propagation de la lumière dans l'une des directions a été perturbée. Si tel est le cas, cela signifie que la distance parcourue par l'un des faisceaux a légèrement varié sous l'effet du passage d'une onde gravitationnelle. Cette déformation est minime (1 000 fois plus petite que la taille d'un proton) et Einstein lui-même considérait qu'une mesure d'un signal aussi infime resterait impossible pour toujours. Mais avec les progrès technologiques et à force de travail acharné pendant une trentaine d'années, les équipes de LIGO et VIRGO y sont parvenues. **Le 3 octobre 2017, trois chercheurs reçoivent le prix Nobel de physique pour leur observation de ces ondes : Rainer Weiss, Barry Barish et Kip Thorne.**

Albert Einstein avait prédit l'existence des ondes gravitationnelles il y a 100 ans. Des scientifiques ont annoncé jeudi 11 février 2016 avoir détecté ces « vaguelettes » sur l'espace-temps. Cette grande première ouvre une nouvelle ère de l'observation astronomique : nous pourrions désormais observer, ou plutôt « entendre » l'Univers, d'une façon inédite.

L'humanité a remporté un nouveau défi dans sa quête pour comprendre la nature. Cette extraordinaire aventure scientifique associe des monstres cosmiques qui gazouillent, des ondes qui font vibrer l'espace-temps, et des interféromètres laser qui nous permettent « d'entendre » ces gazouillements. **C'est le « son » de l'univers – Cosmosono.**