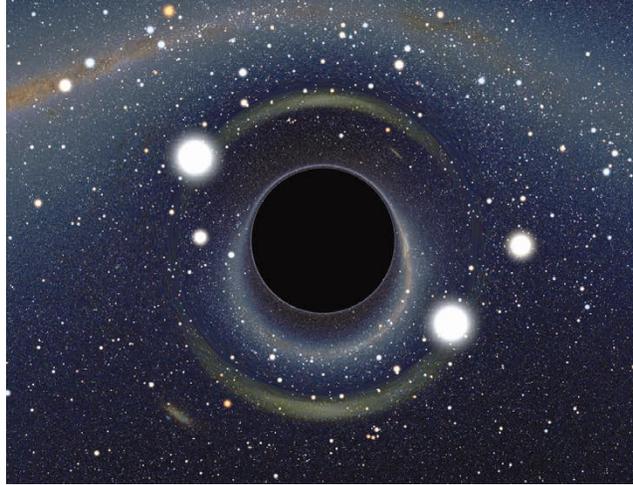


LES TROUS NOIRS

Les trous noirs sont des régions de l'Univers d'où rien ne peut s'échapper, ni la matière, ni même la lumière.

Trou noir

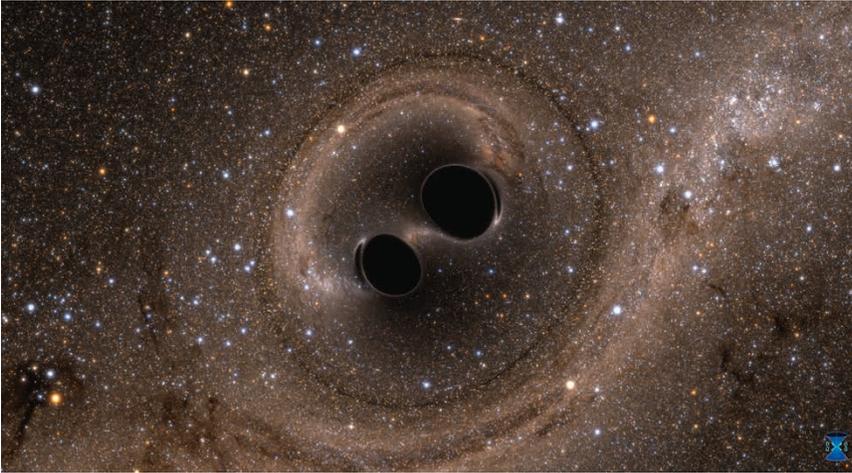
Image créée par ordinateur de la distorsion qu'un trou noir imprime dans l'espace alentour : au voisinage du trou noir, la lumière des astres situés derrière lui suit une trajectoire courbe et l'observateur perçoit donc une image déformée du fond du ciel.



Le concept de trou noir suppose que le tissu de l'Univers est un espace à quatre dimensions, l'espace-temps. Il fait également appel à la théorie de la relativité générale d'Einstein qui stipule que la présence de matière déforme cet espace-temps. Pour un observateur extérieur, tout corps en mouvement libre au voisinage de cette matière adopte une trajectoire courbe.

Comme il épouse la courbure de l'espace-temps, un rayon lumineux infléchit sa trajectoire au voisinage d'un corps massif. Plus forte est la gravité, plus prononcée est la courbure. Comme la gravité s'accroît quand une masse de plus en plus grande se concentre dans un volume de plus en plus petit, on peut très bien concevoir qu'un astre ultra-dense courbe si fortement l'espace-temps que la lumière ne puisse plus s'en échapper.

À la fin de 1915, Einstein avait à peine formulé sa théorie de la relativité générale que l'astronome Karl Schwarzschild l'appliquait déjà au cas d'un astre massif supposé sphérique afin de calculer la courbure de l'espace-temps qu'il imprime dans son environnement. Le paramètre clé de sa géométrie est un rayon critique, noté R_s (le rayon de Schwarzschild), qui ne dépend que de la masse



de l'astre. Plus l'astre est compact, plus son rayon s'approche de R_S et plus grande est la distorsion de l'espace-temps alentour. Conséquence immédiate des travaux de Schwarzschild : un astre ultra-dense dont le rayon serait égal à R_S est tel que la lumière ne peut pas s'en échapper, d'où ce nom de trou noir proposé en 1967 par le physicien John Wheeler.

La sphère limite de rayon R_S est l'horizon du trou noir. Rien ne caractérise mieux un trou noir que cette surface immatérielle qui sépare l'Univers d'une région dont il est causalement déconnecté : ce qui se passe en deçà de l'horizon ne pourra jamais exercer une influence au-delà où seul prévaut la courbure de l'espace-temps imprimée par le trou noir. La définition même d'un trou noir – un corps confiné dans une sphère de rayon égale à son rayon de Schwarzschild – permet d'envisager aussi bien des mini-trous noirs (masse : 10^{12} kg, R_S : 10^{-11} m, comparable à celui d'un atome d'hydrogène) que des trous noirs ultra massifs (masse : jusqu'à $10^9 M_\odot$, R_S : jusqu'à 60 UA).

Les observations dans les domaines des rayons X et gamma font état de trous noirs (masse : 3-30 M_\odot , R_S : 10-100 km) issus de l'évolution d'étoiles massives. Il est aussi admis que l'Univers contient des trous noirs ultra-massifs tapis au cœur de la plupart des galaxies. En scrutant les régions centrales de la Voie lactée dans le proche infrarouge, une équipe d'astronomes a démontré qu'un trou noir ultra-massif (masse : $4 \times 10^6 M_\odot$) occupe le centre même de notre galaxie.

La découverte historique d'une bouffée d'ondes gravitationnelles le 14 septembre 2015 apporte pour la première fois la preuve directe de l'existence des trous noirs en fournissant des données sur la fusion de deux d'entre-eux.

Fusion de deux trous noirs

Image créée par ordinateur de la fusion de deux trous noirs, un événement que les deux détecteurs LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory*, Observatoire d'ondes gravitationnelles par interférométrie laser), installés aux États-Unis, ont déjà observé par deux fois en 2015, le 14 septembre et le 26 décembre.