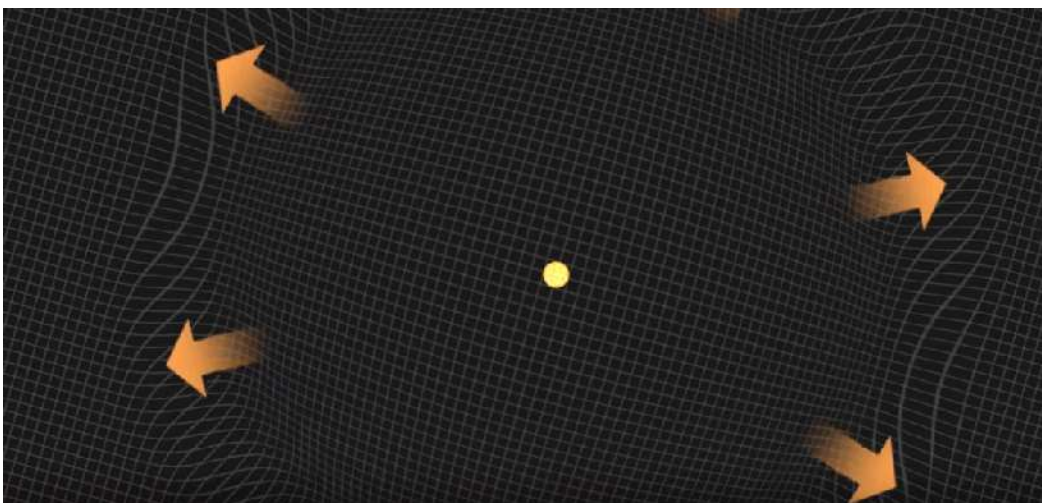
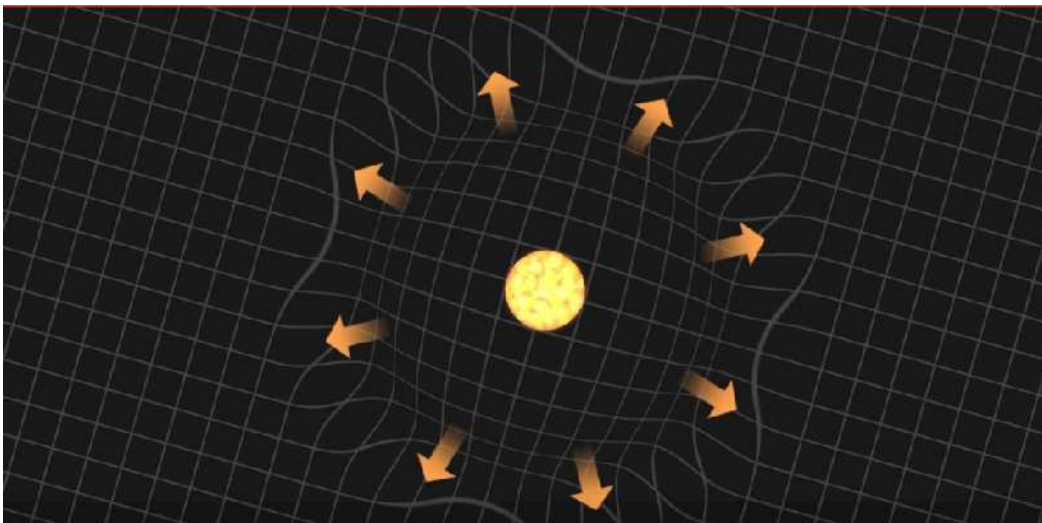


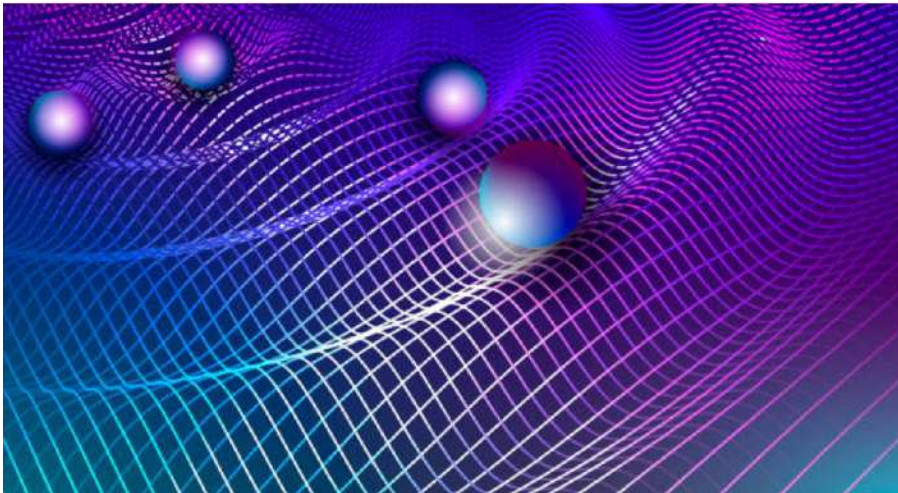
## Ondes gravitationnelles

Selon un autre phénomène décrit dans la Relativité Générale d'Einstein, l'espace-temps ne se déforme pas de façon instantanée comme le ferait un tissu que l'on viendrait perturber.

Lorsqu'un objet apparaît ou se transforme brutalement, son influence gravitationnelle va mettre un certain temps pour se propager progressivement à travers l'espace-temps, comme une vague dans l'océan, une goutte d'eau dans un lac ou un son : par ondulations.



Courbant la géométrie de l'univers au fur et à mesure de sa progression et ce, à la vitesse de la lumière, cette particularité entraîne l'existence d'**ondes gravitationnelles** c'est-à-dire des phénomènes de distorsion de l'espace-temps qui se propagent à travers l'univers.

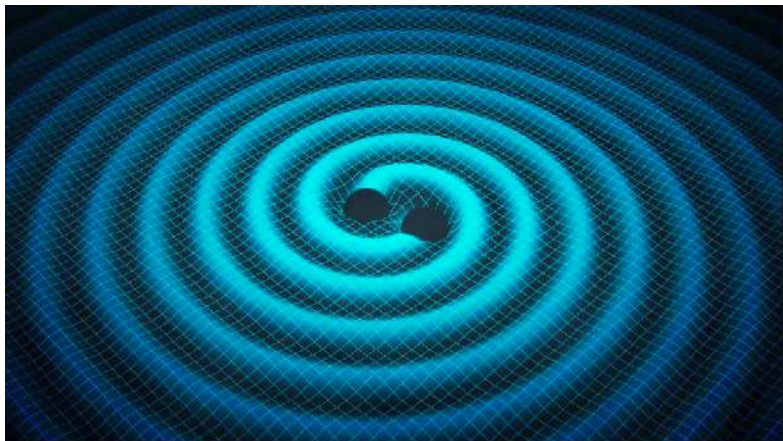


Ces ondes gravitationnelles peuvent être générées à des années-lumière de la Terre par des événements cataclysmiques.

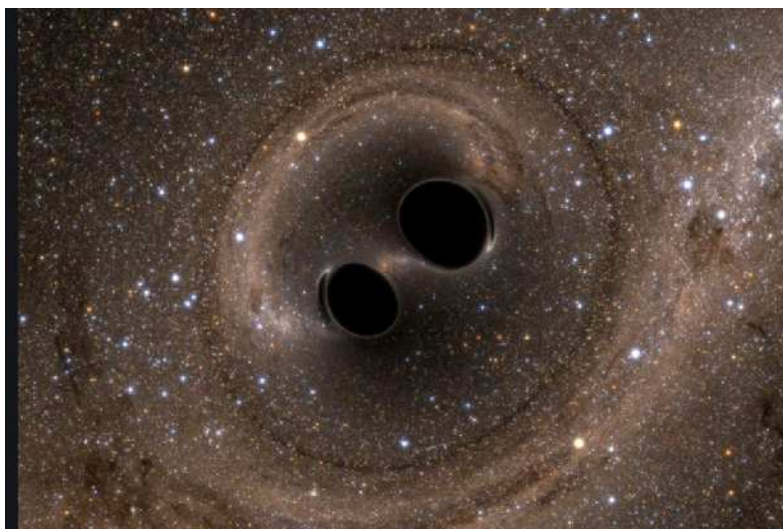
Comme, par exemple, la fusion de deux trous noirs.

Et ce fut le cas, le **14 septembre 2015** !

**C'est la première fois qu'une onde gravitationnelle a été détectée, confirmant ainsi la prédiction d'Einstein de l'existence de la gravité,**

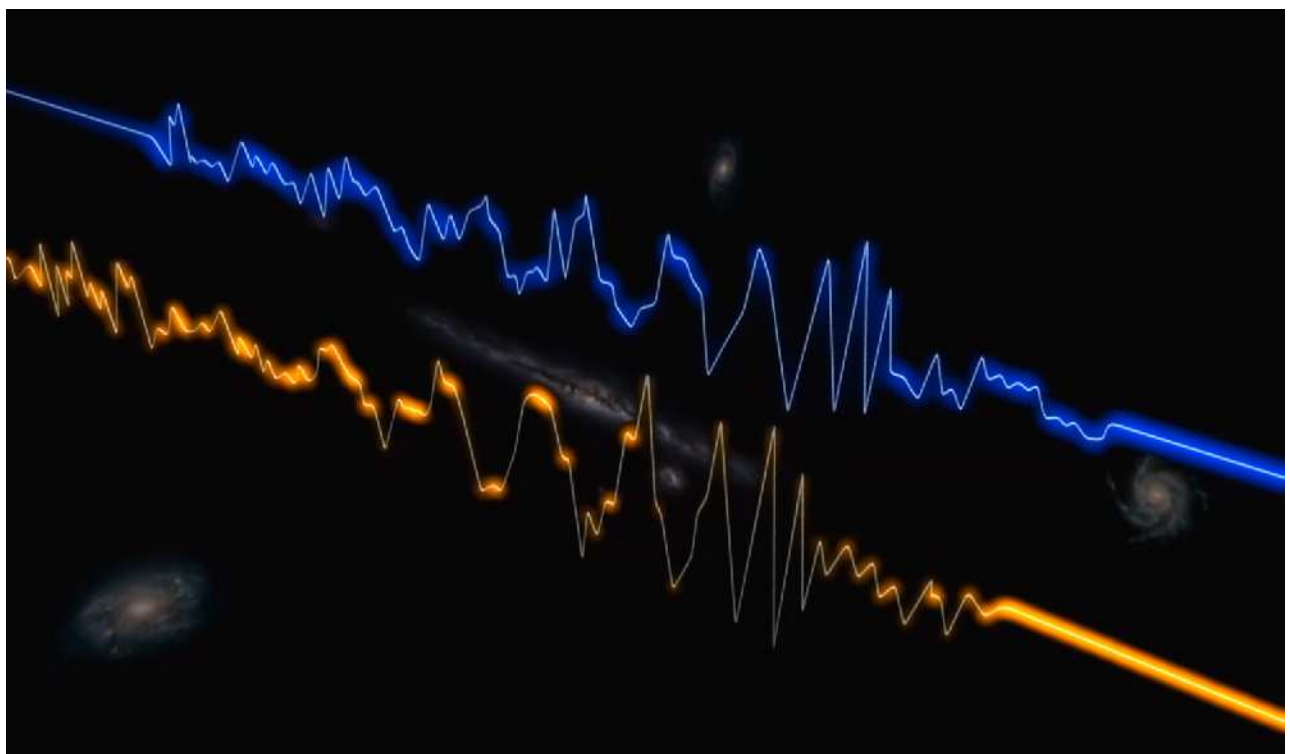
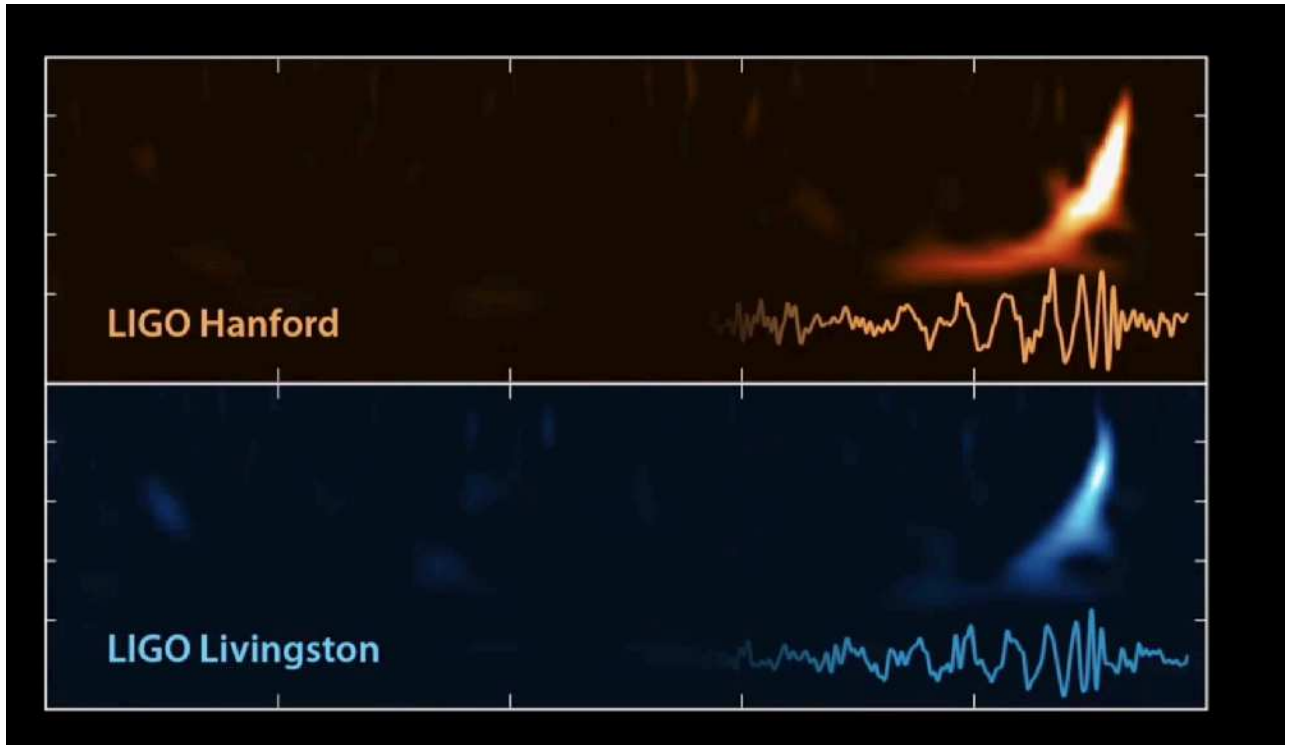


**Et, du même coup, sa prédiction des trous noirs !**



Théorisées pour la première fois, il y a maintenant plus d'un siècle dans la loi de la Relativité générale, les ondes gravitationnelles ont donc été mesurées en 2015 aux États-Unis par une équipe internationale de chercheurs du LIGO (Observatoire d'ondes gravitationnelles par interférométrie laser) par **deux observatoires** créés à l'identique à 3 000 kilomètres l'un de l'autre.

Semblables à des vagues à la surface de l'eau qui oscillent vers le haut et vers le bas, perpendiculairement à leur direction, elles étirent puis compriment tour à tour l'espace, tout en se déplaçant.



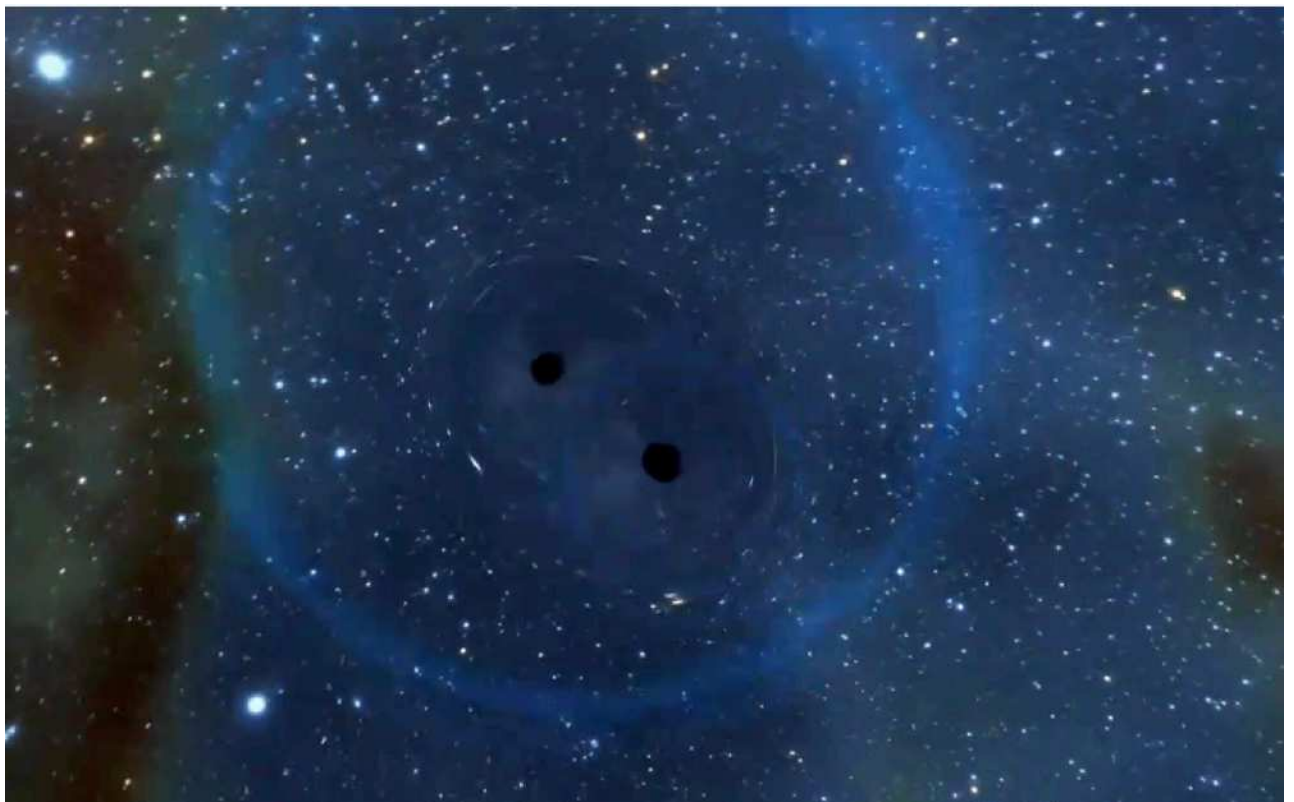




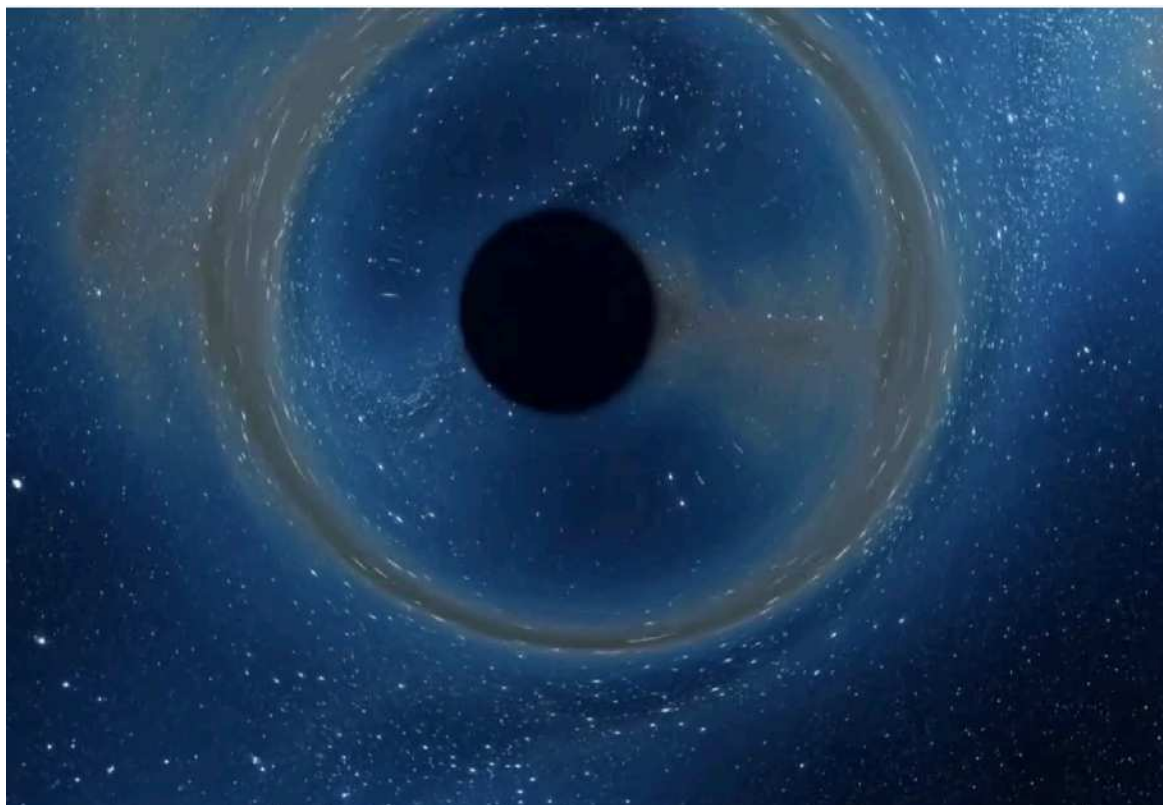
Au travers de nombreux témoignages et éclairages de chercheurs qui ont participé à l'aventure, cette odysée scientifique d'envergure a été couronnée en 2017 du prix Nobel de physique, après quarante ans de recherches expérimentales.

Et tout cela, grâce à un signal bref mais fort et étonnamment imperceptible qui, depuis les confins de l'espace, a trouvé son chemin vers la Terre et a bouleversé le monde de l'astronomie.

Ces ondes gravitationnelles se sont créées par un drame d'ampleur cosmique : à 1,3 milliard d'années-lumière de nous, deux trous noirs massifs se tournent autour, chacun étant bien plus lourd que le soleil.



Ils finissent par entrer en collision et fusionner, créant un nouveau trou noir, plus gros de 62 masses solaires.



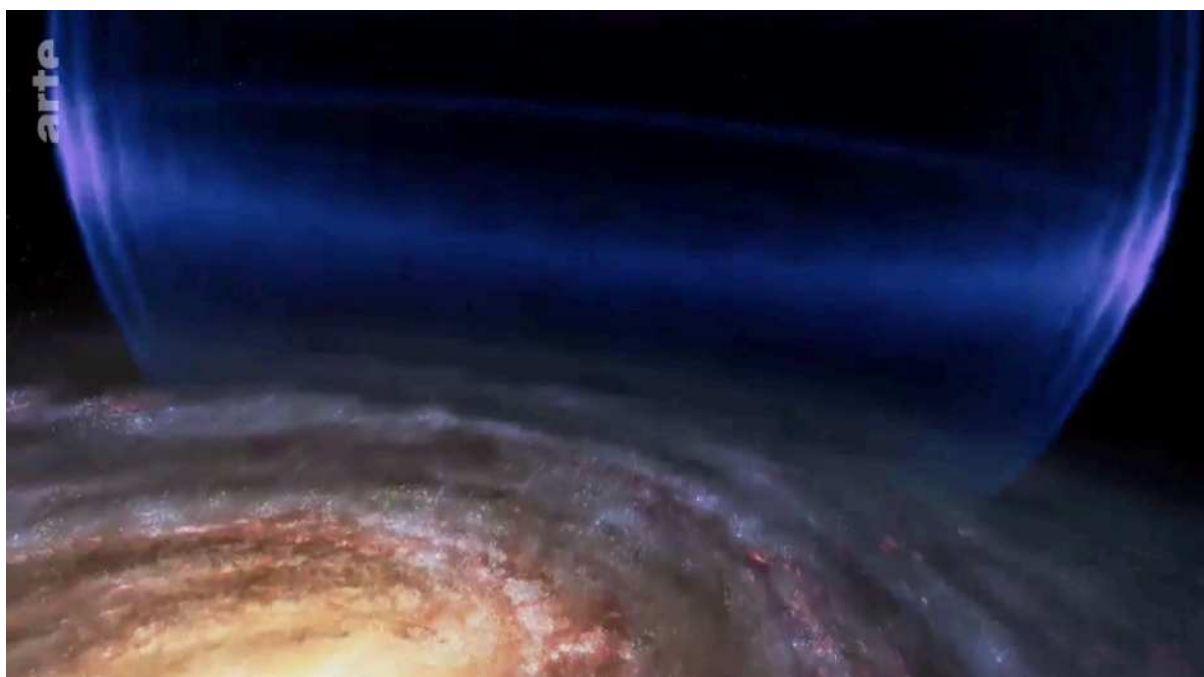
La violence de la collision a converti une partie de la masse en une explosion d'énergie cataclysmique.

La collision a déclenché un véritable ouragan dans la trame de l'espace.



Un événement d'une violence telle qu'il génère des ondes d'une énergie astronomique qui se propage dans l'univers comme les vibrations sur un tambour, un remous dans la trame de l'espace. Cette énergie se manifeste en ondes gravitationnelles.

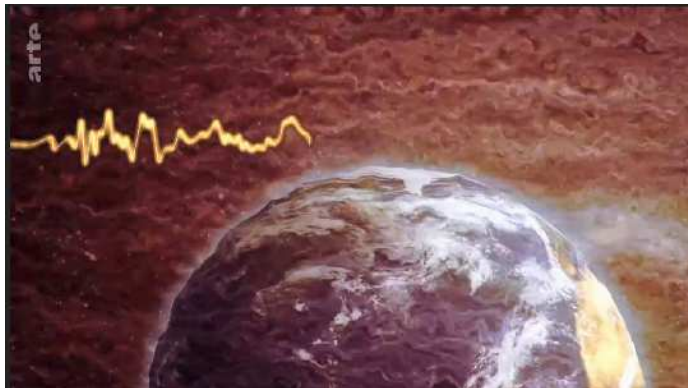
Ces vagues ont voyagé pendant 1,3 milliard d'années à travers le cosmos pour atteindre notre planète.



Elles foncent à travers l'espace jusqu'à la Terre où elles sont mesurées en septembre 2015 !  
Et elles ont modifié la Terre aussi.  
Impossible de le voir pour nous, la différence étant infime, mais le détecteur ne s'y est pas trompé.







Enfin les astrophysiciens ont réussi à confirmer ces ondes gravitationnelles prédites par Einstein, il y a un siècle !

Aucune lumière n'a été émise, ce n'était pas des ondes électromagnétiques, donc aucun télescope ne pouvait les voir, seuls de nouveaux équipements pouvaient les détecter.

C'est aux 2 observatoires Ligo, à plus de 3000 km l'un de l'autre, grâce aux rayons laser, qu'ont été captés les ondes.



Depuis ce jour, Ligo a détecté beaucoup d'autres collisions de trous noirs. Ces découvertes prouvent que des trous noirs peuvent fusionner et ainsi gagner en masse très rapidement. Ces preuves toujours plus nombreuses de fusion indiquent qu'il existe beaucoup de trous noirs.

Un phénomène météorologique, découvert dans les années 70, illustre bien visuellement ces ondes gravitationnelles : de spectaculaires vagues de nuages peuvent parfois donner l'impression que le ciel se transforme en mer agitée. Il s'agit de l'« asperatus », un nuage très photogénique mais inoffensif. Ce phénomène, peut fréquent, est formé par ce qu'on appelle des ondes de gravité.

Les raisons de cette forme sont encore mal connues et toujours sujettes à débat, principalement à cause du fait que l'asperitus peut se former aussi bien dans un environnement instable (orages à proximité) comme dans un environnement très calme (ciel nuageux mais temps stable et sec). Exactement comme un lancer de pierres à la surface de l'eau pour les faire ricocher, les courants qui arrivent sur la bande nuageuse viennent provoquer des vagues sur le courant plus stable du dessous.



Vidéos : [https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/meteorologie-phenomene-meteo-extraordinaire-asperitas-99881/?utm\\_source=nl\\_alerte&mgo\\_eu=mdg-1881028022947370094&nl\\_optin=optin\\_alerte&mgo\\_l=anQy4xUfTDGf2b3JhGVYxw.1.0&utm\\_content=20220801&utm\\_campaign=general&utm\\_medium=email&xtor=EPR-57-ALERTE-20220801&uid=%09228e438efce8339ede205d1e92cf3128](https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/meteorologie-phenomene-meteo-extraordinaire-asperitas-99881/?utm_source=nl_alerte&mgo_eu=mdg-1881028022947370094&nl_optin=optin_alerte&mgo_l=anQy4xUfTDGf2b3JhGVYxw.1.0&utm_content=20220801&utm_campaign=general&utm_medium=email&xtor=EPR-57-ALERTE-20220801&uid=%09228e438efce8339ede205d1e92cf3128)

D'un point de vue physique, les ondes gravitationnelles sont assez semblables aux ondes sonores.



Une onde sonore contracte et dilate l'air.



Une onde gravitationnelle contracte et dilate l'espace et tout ce qu'il contient.



C'est une découverte qui a inauguré une toute nouvelle manière d'observer l'univers :

Les scientifiques ont toujours considéré l'astronomie comme un champ d'observation des rayonnements, ils voyaient les choses.

Mais ici ce n'est pas un rayonnement, c'est quelque chose de beaucoup plus fondamentale, ce sont des **vibrations** de l'espace-temps.

Maintenant on peut écouter l'univers, et pas seulement l'observer.

C'était la première fois que les astronomes ont simultanément vu et entendu un événement cosmique.

Depuis que les télescopes et les satellites du monde entier se sont tournés **en direction du son**, le monde a vu véritablement des feux d'artifice, des explosions colossales suivies de lumière résiduelle.

C'est sans doute l'une des grandes découvertes du siècle qui pourra éclairer les origines du cosmos. Avec ces ondes gravitationnelles, les scientifiques caressent le fol espoir de parvenir un jour à remonter jusqu'au big bang.

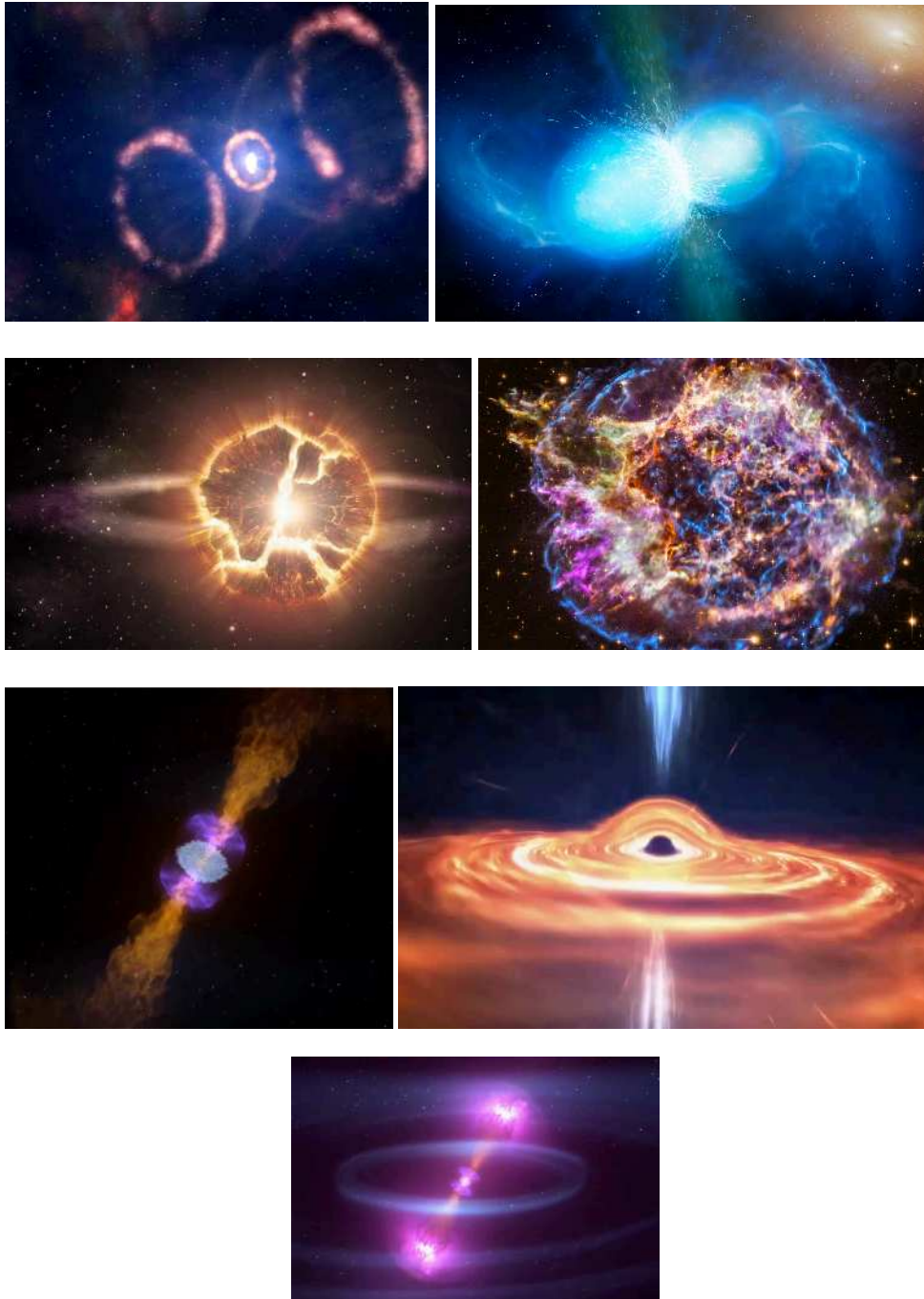


Nous savons aujourd'hui que plus de 99 % de l'univers nous est inconnu et ne sera jamais détectable par des **ondes électromagnétiques\***.

Trop d'éléments sont hors de portée, nous ne saurons jamais savoir d'où viennent les trous noirs, ce qu'ils contiennent, ni quel est leur passé.

Les trous noirs sont très mystérieux et nous commençons tout juste à percer certains secrets de ces lieux étranges et destructeurs. Mais une chose est sûre, les trous noirs continueront à nous intriguer, à nous fasciner et à défier aussi bien les connaissances scientifiques que notre imagination.

En revanche, nous savons maintenant que tout est soumis à la gravitation et que tout ce qui est soumis à la gravitation et qui se déplace crée des **ondes gravitationnelles\*** : fusions de trous noirs, collisions d'étoiles à neutrons, explosions de soleil.



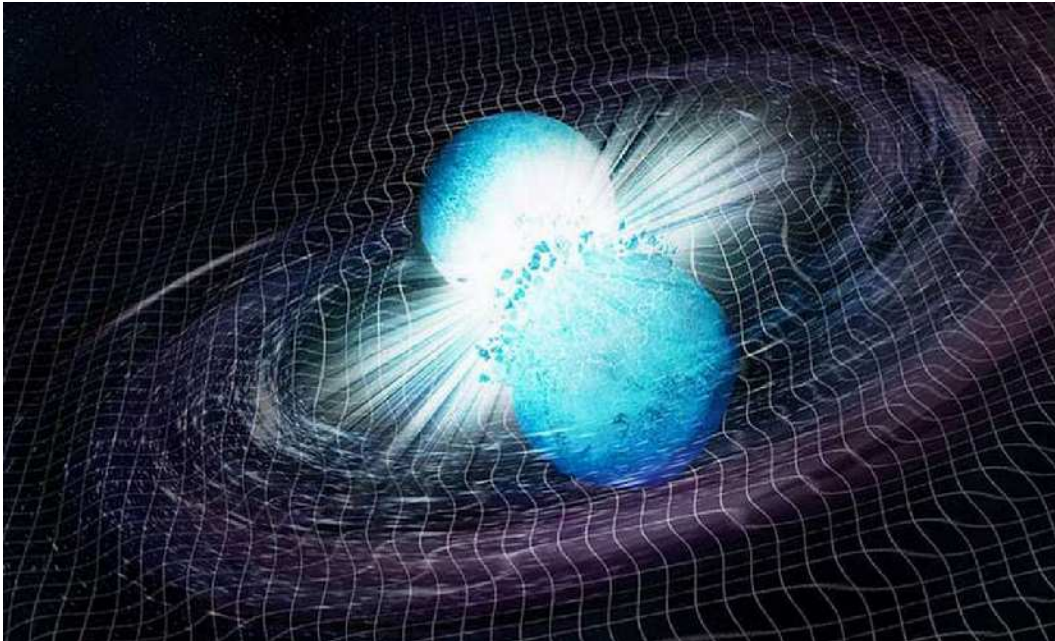
\*Les **ondes électromagnétiques** sont des perturbations périodiques dans un milieu.

\*Les **ondes gravitationnelles** sont tout simplement une perturbation périodique de ce milieu, le champ de gravitation. C'est le champ lui-même qui varie.

On pourrait faire la comparaison avec les poissons qui nagent dans l'eau et l'eau en elle-même.

Plus les fusions sont violentes et plus les corps sont lourds, plus les ondes gravitationnelles libérées sont fortes.

Et une fois en chemin, plus rien ne peut les arrêter. C'est comme un tsunami.



Peu importe qu'il y ait de la poussière ou du plasma, les ondes gravitationnelles peuvent tout traverser.



Elles nous permettent de tout voir. On pourra même observer le moment précis où tout a commencé, où l'univers a été créé. Pas maintenant mais dans une trentaine d'années, on sera capable de mesurer les ondes gravitationnelles émises au moment du Big Bang. Les scientifiques en rêvent depuis des décennies.



Il existe aujourd'hui cinq grands détecteurs sur Terre où plus de mille scientifiques y travaillent, main dans la main, pour capter de plus en plus d'ondes gravitationnelles.



« Lorsque nous avons commencé à regarder le ciel, nous avons vu des galaxies et tout semblait plutôt immobile mais lorsque nous nous sommes mis à utiliser les rayons X et les ondes radio, nous avons découvert que c'était de la folie là-haut. Il y a des collisions, des explosions, du plasma qui vole dans tous les sens, des radiations, des oscillations. Ce ne serait pas étonnant que nous découvriions des choses que l'on n'a même pas imaginées.

Maintenant nous savons que les ondes viennent nous traverser régulièrement, déformant d'une manière infime, notre planète et tout ce qui s'y trouve sur leur passage.

Depuis toujours, les hommes ont observé le ciel avec un respect infini. Le progrès nous a apporté plus de réponses que nous n'en aurions rêvé. Et pourtant à chaque avancée franchie, de nouvelles énigmes se posent à nous. Nous vivons un âge d'or pour l'astronomie et la recherche sur l'univers. Et tout ce que nous apprenons nous dit qu'il reste encore énormément de choses à découvrir.

C'est l'histoire d'une quête, celle de l'inconnue, celle de l'univers et de toutes les merveilles qu'il recèle. »

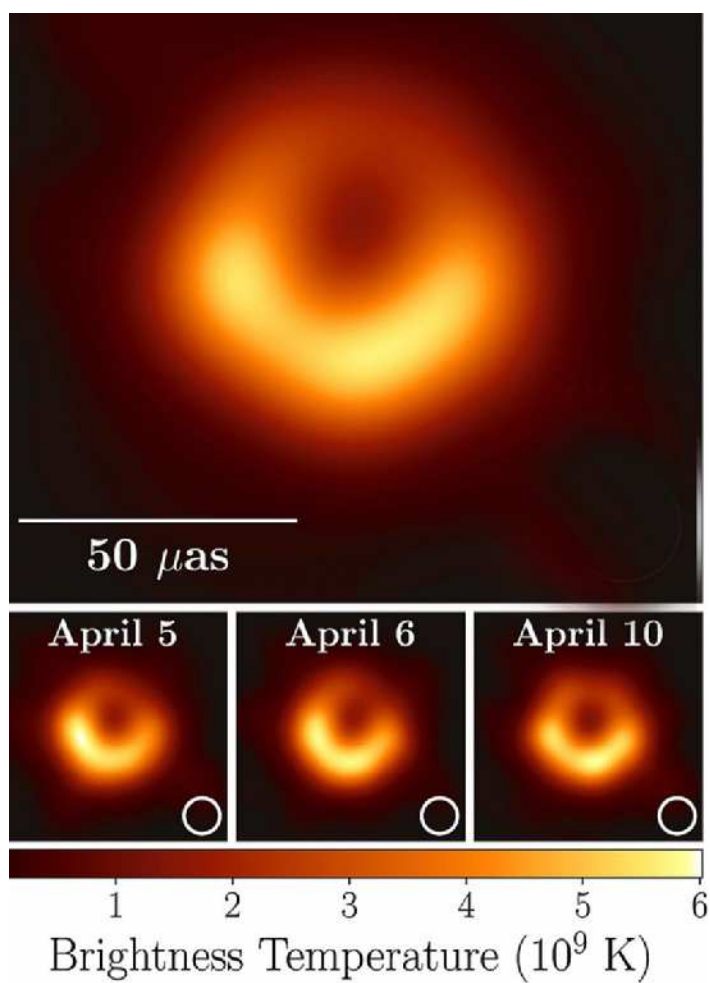
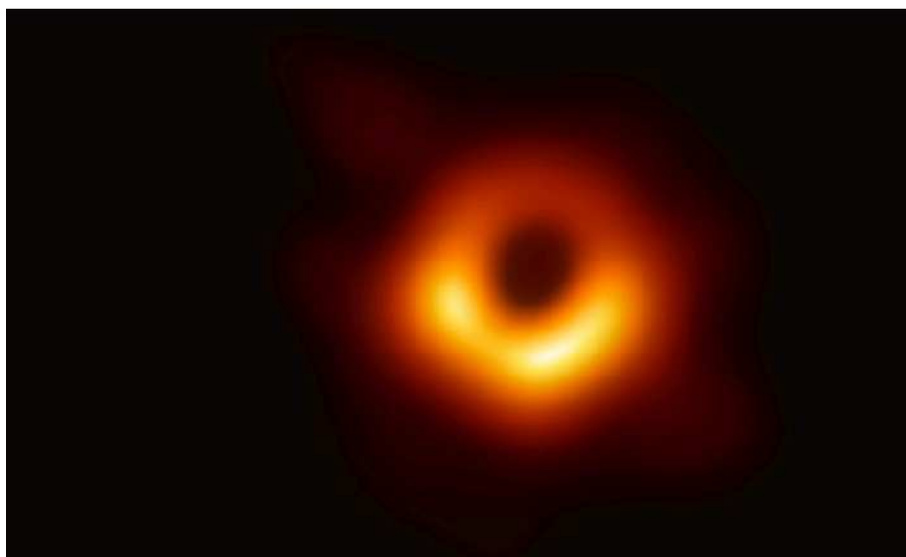
Une autre découverte, tout aussi faramineuse, s'est produite le **10 avril 2019** :

Pour la première fois, une équipe internationale d'astrophysiciens a réussi à obtenir une photo d'un trou noir supermassif, au cœur de la galaxie M87 !

Une première rendue possible grâce à un télescope d'un genre nouveau, l'Event Horizon Telescope.

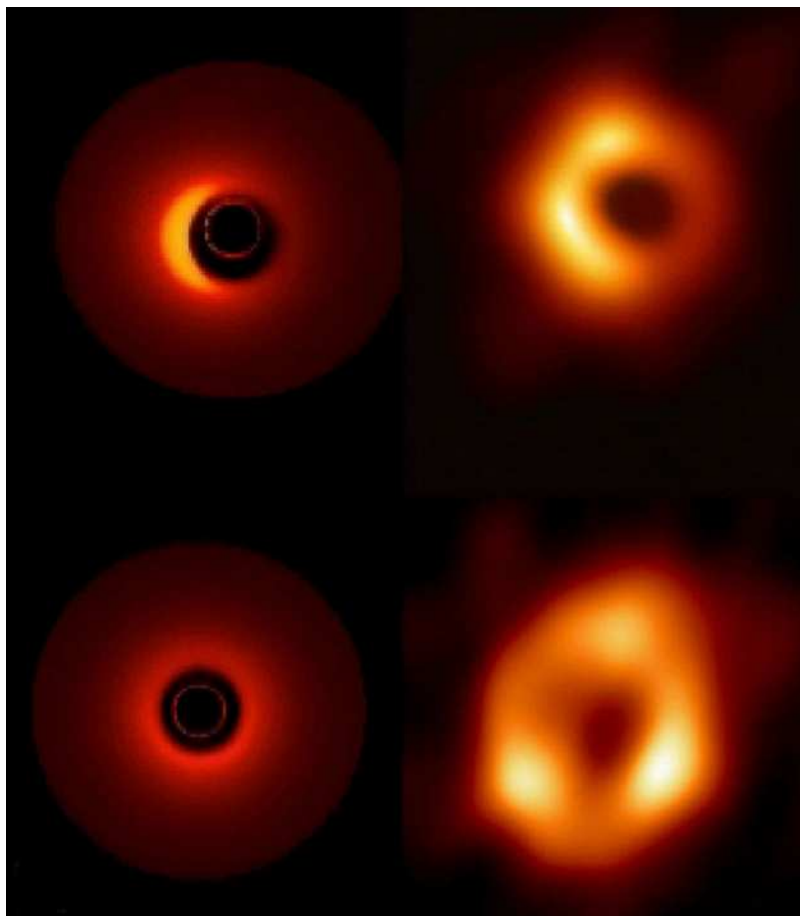
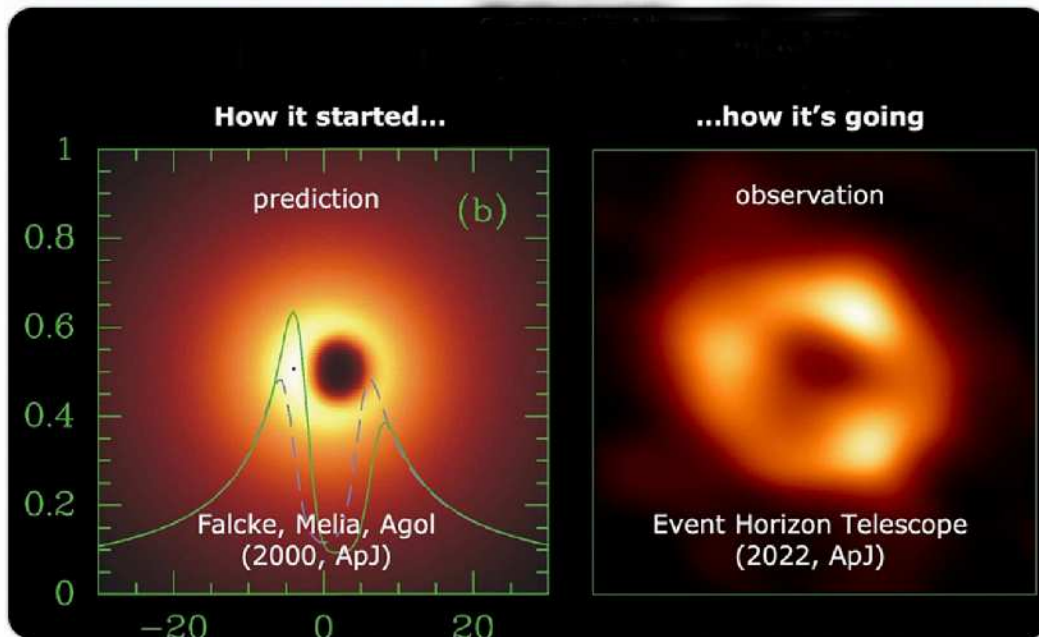


C'est le 10 avril 2019 qu'a été prise la toute première photo d'un trou noir :



Voici les prédictions qui avaient été faites du trou noir, à gauche, et, à droite, l'observation !

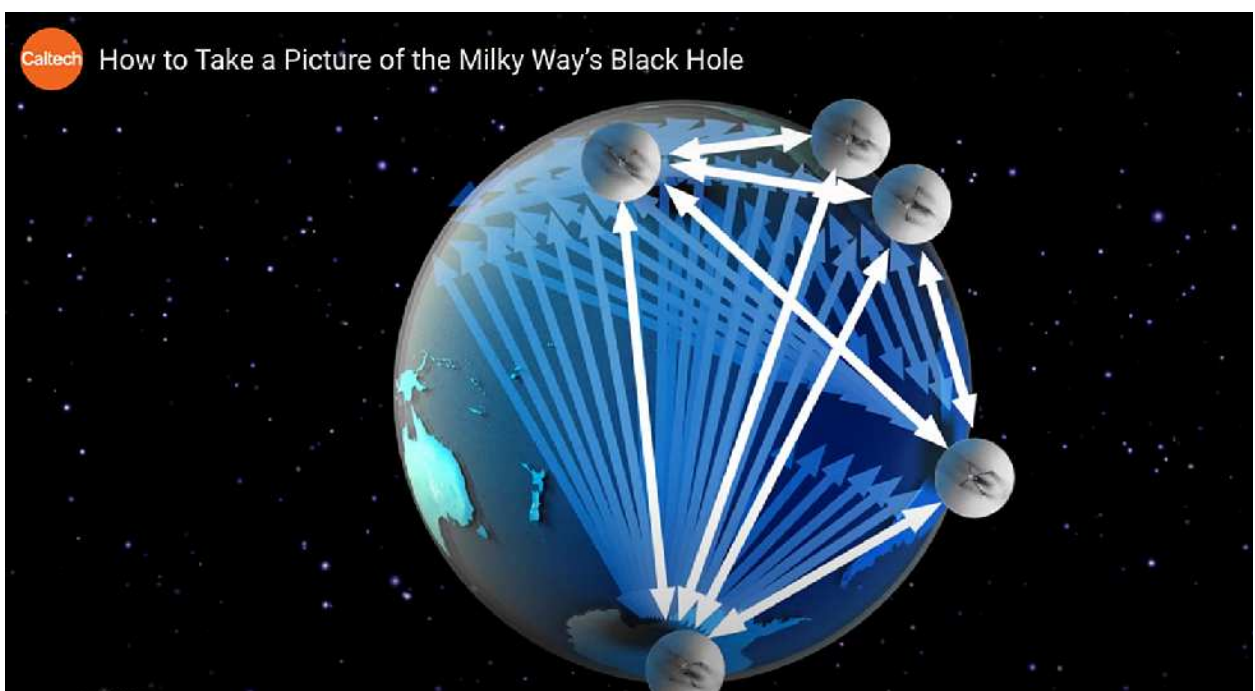
[ui.adsabs.harvard.edu/abs/2000ApJ.....](https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2000ApJ.....)



Ce trou noir supermassif est situé à 55 millions d'années-lumière de la Terre et sa masse équivaut à 6,5 milliards de masses solaires !



Pour obtenir cette première photo, il a fallu mettre en réseau pas moins de 8 radiotélescopes répartis à travers le Globe pour former, dès 2006, un projet fou, l'Event Horizon, celui d'un **télescope virtuel grand comme la Terre** dont l'objectif était bien clair dès le départ : essayer d'obtenir des photos de trous noirs. C'est une collaboration de scientifiques du monde entier. Treize ans après, c'est fait ! Mais rassembler les données pour en faire une photo a pris tout de même deux longues années.

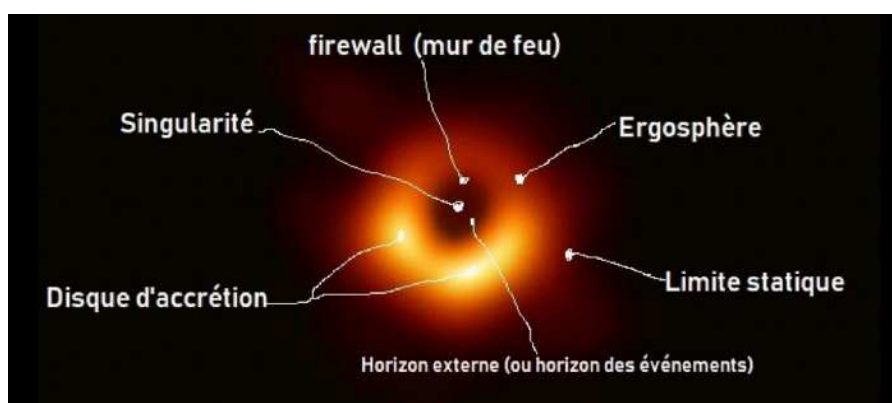




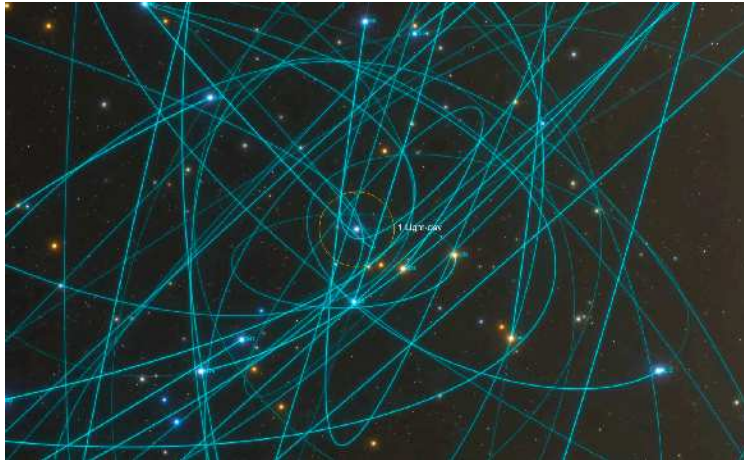


Comment les astrophysiciens parviennent-ils à détecter les trous noirs : par la matière qui y rentre.

Le trou noir aspire progressivement le gaz d'une étoile par exemple et, avant qu'elle ne disparaisse, la matière est incroyablement comprimée, chauffée et émet donc des rayonnements. Les trous noirs font briller la matière qui va tomber dedans.



Une autre manière de découvrir un trou noir se fait par le mouvement des étoiles qui tournent autour de lui. On a pu ainsi découvrir que chaque galaxie, en son centre, a un trou noir grâce aux étoiles qui décrivent des ellipses indiquant qu'elles tournent autour de quelque chose qu'on ne voit pas.



Maintenant que les avancées récentes attestent que les trous noirs sont bien réels.

Les scientifiques se demandent ce qu'ils sont exactement ?

Leur puissance inouïe agit-elle sur la structure même de l'univers ?

Et s'ils n'étaient pas là, pourrions-nous exister ?

Ils sont le plus grand mystère de l'univers.

Ces objets que l'on croyait trop étranges pour être réels, même Einstein qui les avait prédits n'y croyait pas, ont fait voler en éclats les connaissances en physique.

Les astrophysiciens pensent que leur rôle dans le cosmos pourrait être fondamental.

Ce phénomène cataclysmique qu'est le trou noir serait finalement un acte de création cosmique car en bousculant et en comprimant la matière qui les entoure, les trous noirs provoquent la naissance d'innombrables étoiles et peut-être même de galaxies entières.

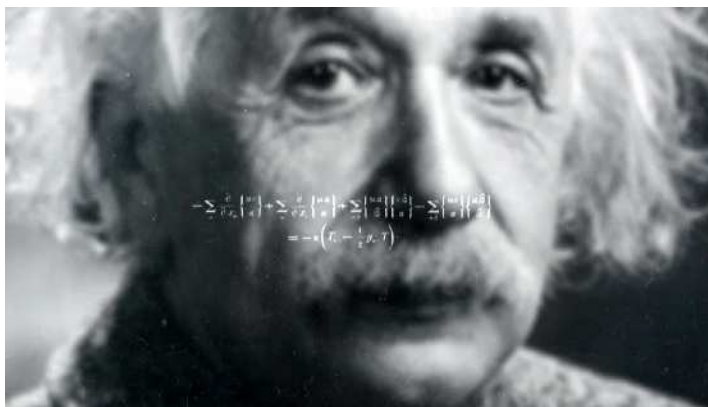
Dans un trou noir, l'espace, le temps et même la réalité sont plus étranges que la fiction !

Sa gravité est si intense qu'elle ralentit le temps jusqu'à le stopper.

Einstein avait prédit tout cela mathématiquement.

N'est-ce pas incroyable, cette possibilité de découvrir la réalité, le fonctionnement du cosmos par la théorie, par des principes mathématiques !

A présent, on comprend mieux pourquoi Einstein est considéré comme le plus grand génie de tous les temps.



Documentaire sur la vie et l'œuvre d'Einstein

<https://www.youtube.com/watch?v=9hf5QcTRZfk> (54 minutes)

Ainsi ce qui n'était au départ qu'une étrange curiosité mathématique d'Einstein est aujourd'hui bien réelle.

Les trous noirs sont une notion si radicale qu'on ne devrait pas y croire mais, petit à petit, les preuves sont devenues de plus en plus probantes.

Après des décennies de doute, les scientifiques acceptent que ces cadavres d'étoiles massives puissent piéger la lumière, déformer l'espace et le temps, attirer la matière et accélérer le temps à des vitesses vertigineuses.

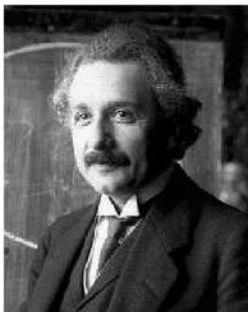
« Tout ce que nous voyons au quotidien est constitué de matière, sauf les trous noirs.

Eux sont constitués d'espace et de temps distordus et de rien d'autre. » Kip Thorn, prix Nobel de physique

Les astronomes ont récemment annoncé qu'ils avaient détecté dix mille trous noirs solitaires près du centre de notre galaxie. Ce qui suggère que ces corps célestes existeraient en réalité par millions. Les trous noirs sont bien réels !

D'après les calculs du physicien Karl Schwarzschild, contemporain d'Einstein :

## Einstein & Schwarzschild



Albert Einstein  
(March 14, 1879 – April 18, 1955)



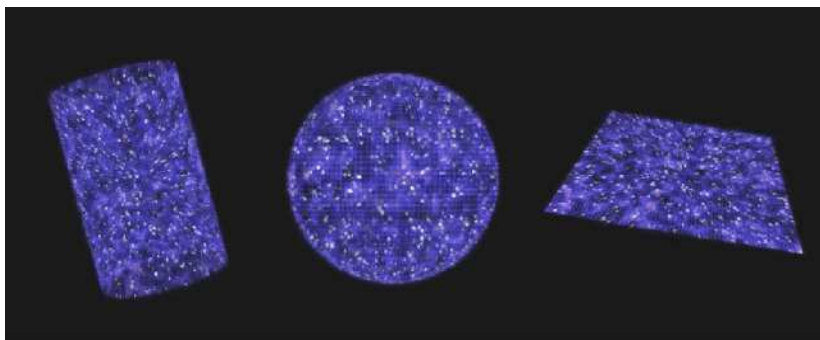
Karl Schwarzschild  
(October 9, 1873 – May 11, 1916)

N'importe quelle masse, comprimée dans un espace suffisamment restreint, crée un trou noir. Sont-ils de simples curiosités ou bien jouent-ils un rôle primordial dans l'univers ?

Les trous noirs sont loin d'avoir dévoilés tous leurs mystères. De par le monde, des milliers de physiciens et astrophysiciens continuent à les étudier inlassablement.

Cette idée que notre univers puisse avoir une forme, pose la question de son apparence et incite les scientifiques à imaginer de nombreuses figures.

Nous aborderons les différentes théories des astrophysiciens sur l'univers, plus tard.

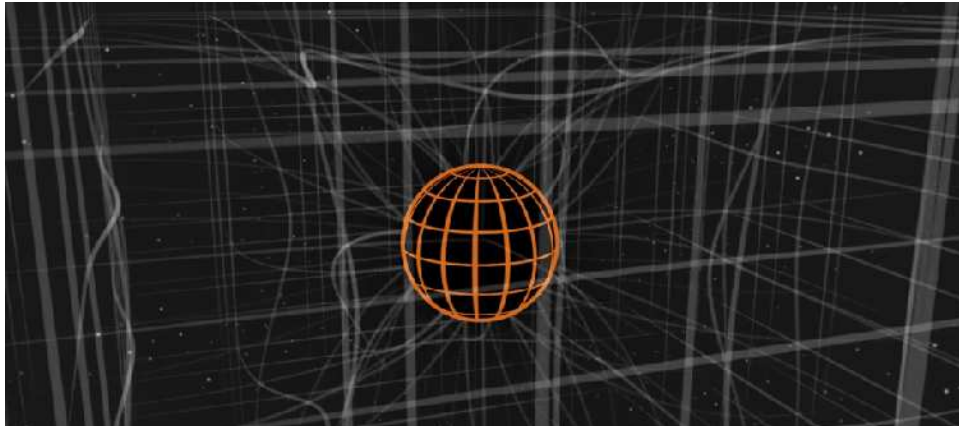




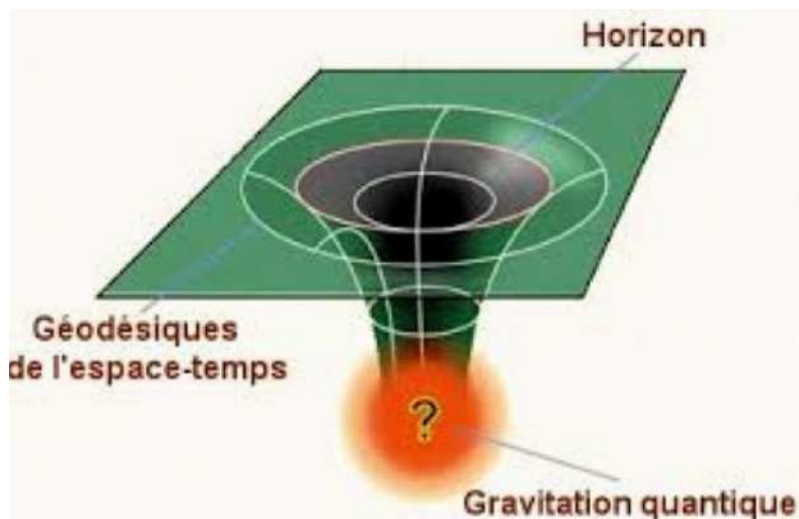
## 4. Le trou de ver

De surcroît, Einstein ne s'arrête pas là, il propose un autre phénomène prédit par ses équations, une autre probabilité théorique qui semble, encore une fois, extrêmement proche de la science-fiction mais qui pourtant a une véritable réalité mathématique, c'est ce qu'on appelle « le trou de ver ».

Ainsi les trous noirs sont le résultat de la contraction de la matière d'une étoile en fin de vie qui forme un puits dans le tissu élastique de l'espace-temps.

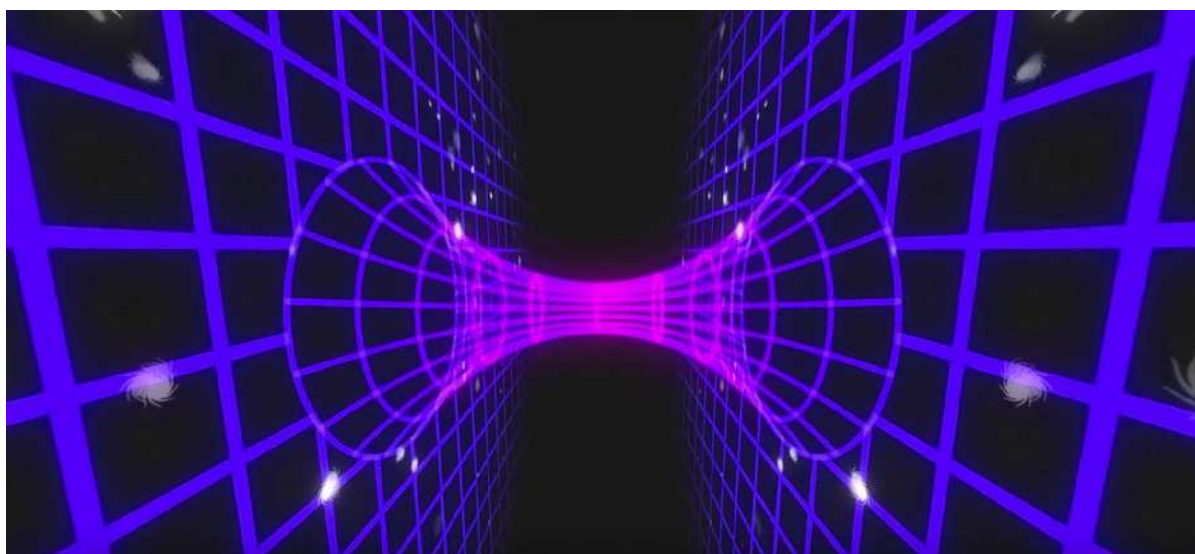
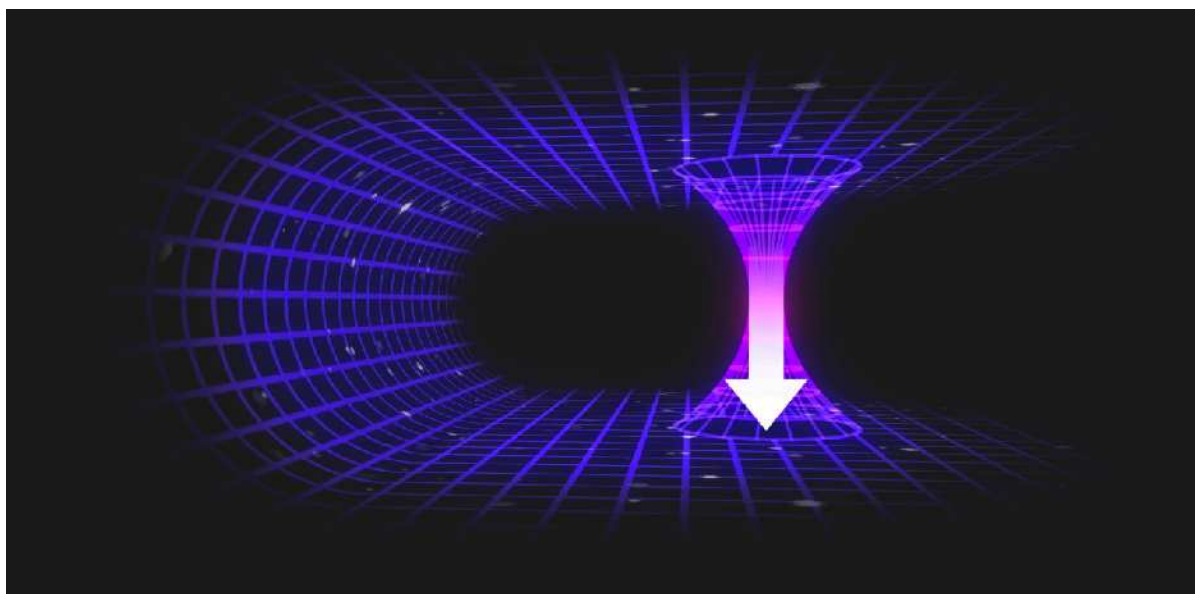
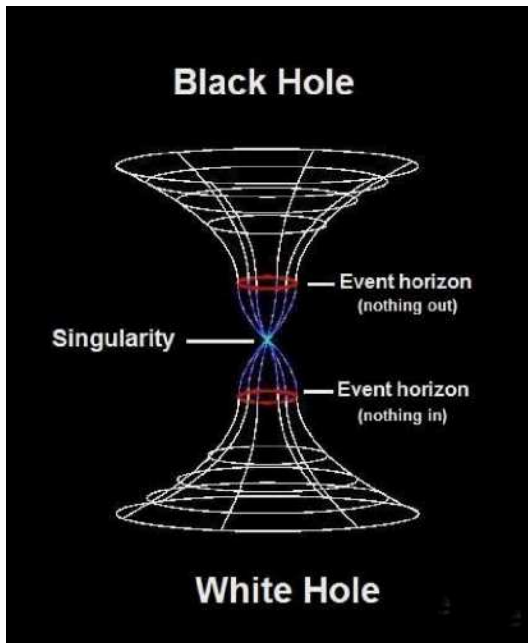


Mais qu'est-ce qu'il y a au fond du trou, du puits ?

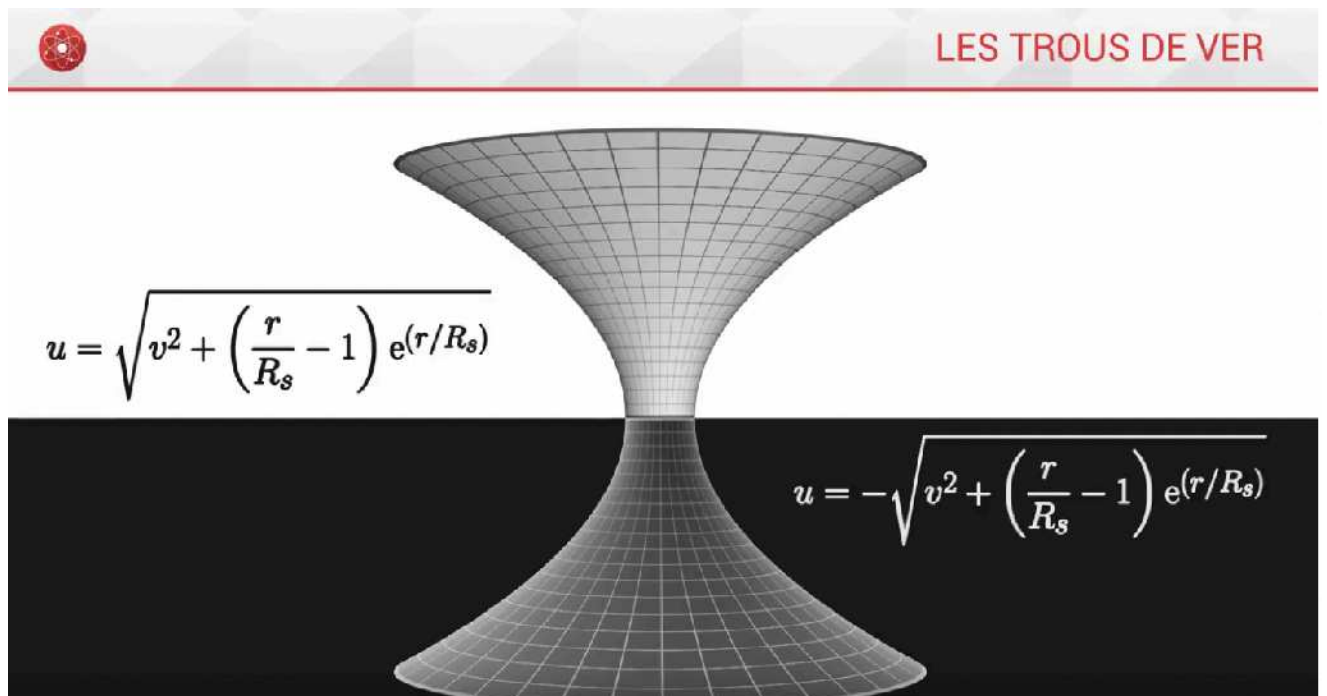
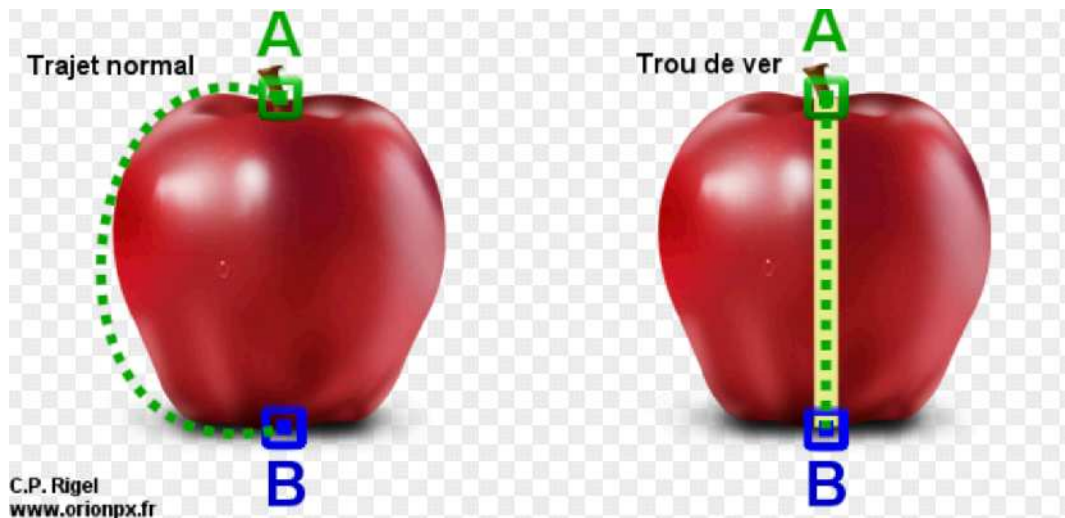


Dans la solution la plus simple, le fond du puits est bouché. Mais ça, c'est interdit. Les trous noirs violeraient l'un des théorèmes les plus fondamentaux de la physique qui est la conservation de l'information. Rien ne se perd, tout se transforme. Que devient alors la matière qui s'y engouffre ?

Il y a la possibilité que le fond du puits ne soit pas bouché mais qu'il soit en fait une connexion vers une autre région de l'espace-temps.



Cette connexion étrange a été baptisée « trou de ver » pour illustrer que, comme un ver sur une pomme, pour aller d'un point à un autre, au lieu de faire le tour de la pomme, il creuse un tunnel, un trou dans la pomme pour y arriver sans détour et se nourrir du même coup.



Un trou de ver est une sorte de passage qui permettrait de relier, en théorie, deux points très distants dans l'espace et le temps. Même si cela semble très étrange, ces mystérieux **tunnels spatio-temporels** sont une caractéristique réelle de la physique théorique. Dans sa quête de la géométrie de l'espace-temps, Einstein proposa cette légère extension, à la suite d'analyses plus poussées : un pont.

Pour vous expliquer comment un trou de ver fonctionne, figurez-vous une feuille de papier en lieu et place de l'univers.



Si on place deux points (A et B) sur cette feuille, le chemin le plus court pour qu'ils se rejoignent est une ligne droite.

Mais si on plie la feuille en deux, les deux points se retrouvent accolés l'un à l'autre et en trouant la feuille, on peut accéder au point B immédiatement après être passé par le point A.



La théorie de la Relativité Générale indique qu'une masse énorme, comme celle causée par une étoile qui s'effondre sur elle-même, pourrait « plier » le tissu de l'espace sur lui-même.

En 1935, Einstein et le physicien Nathan Rosen (alors son élève)



ont postulé que ce processus pourrait se traduire par la formation d'un pont qui relierait deux destinations, auparavant séparés dans l'espace-temps.

Quand l'idée a émergé, les physiciens se sont demandés s'il devait prendre au sérieux cette description mathématique de ces régions de l'univers.

Depuis, les astronomes ont prouvé que les trous noirs sont des objets réels, que la gravitation existe, alors peut-être qu'il en est de même pour ce pont.

Si toute la Relativité générale s'avère vraie, alors ce « pont d'Einstein-Rosen » ou « trou de ver » pourrait aussi exister et agir comme un raccourci menant vers les confins du cosmos, un passage spatio-temporel.

Les scientifiques spéculent toujours sur la façon dont ces passages stellaires pourraient fonctionner.

Une théorie commune suggère qu'un trou noir pourrait servir d'entrée au trou de ver. Cette ouverture serait connectée à un tube, ou « gorge », qui déboucherait sur un « trou blanc » d'où la lumière et la matière pourrait ressortir.



Avant la découverte du pont d'Einstein et Rosen, on ne pouvait pas voyager par un trou noir car on se faisait écraser par la singularité au fond.

A partir de là, les spéculations sérieuses sur des raccourcis possibles dans l'espace-temps, des passages entre des univers parallèles se sont multipliées.

Ce n'est qu'à la fin des années 1950, qu'on a pu décrire correctement ce qui se passait, **à savoir rien**, lors du franchissement de la surface déterminée par « l'horizon des événements ».

Mais cette surface est pourtant loin d'être anodine car rien de ce qui pénètre à l'intérieur de la région déterminée par celle-ci ne peut plus en sortir, ni influencer sur l'extérieur en envoyant un signal.

Contrairement au concept du trou noir qui a commencé à voir le jour début du 20<sup>e</sup> siècle, le concept du trou blanc est lui beaucoup plus récent.

C'est en 1964 que l'astrophysicien soviétique, Igor Novikov



a introduit la possibilité de leur existence, en la présentant comme une partie de la solution des équations sur la Relativité générale d'Albert Einstein mais la communauté scientifique n'était pas des plus enthousiastes à l'époque.

Un trou blanc, aussi appelé fontaine blanche, est un objet théorique susceptible d'exister au sens où il peut être décrit par les lois de la Relativité générale mais dont l'existence dans l'Univers est considérée comme hautement spéculative.

Il est décrit par certaines solutions mathématiques de type trou noir. Il forme ainsi le symétrique opposé d'un trou noir, puisque dans un cas, rien ne peut s'échapper d'un trou noir, et dans l'autre, rien ne peut pénétrer dans un trou blanc. C'est le jumeau inversé du trou noir, mathématiquement parlant. C'est le miroir temporel d'un trou noir.

Certains pensent même qu'il pourrait être à l'origine de notre univers, le Big Bang serait considéré comme un trou blanc.

Ils supposent que plusieurs univers différents feraient partie d'un tout, un multivers.

Cela veut donc dire qu'il existerait certaines dépendances entre plusieurs univers et c'est là que les trous noirs et les trous blancs interviendraient pour transférer la matière et l'énergie entre ces différents univers et ainsi maintenir l'équilibre entre eux, un peu à la manière du sang qui coule dans nos veines et qui se charge d'apporter les choses nécessaires aux différents organes de notre corps. On peut imaginer que dans le cas où un univers serait en manque de matière ou d'énergie, l'équilibre serait si bien établi qu'à ce moment-là, une étoile géante meurt dans un des autres univers, donne naissance à un trou noir qui avalerait suffisamment de matière jusqu'à ce qu'elle soit transférée à l'autre univers.

Techniquement, cela s'exprime par le fait que la singularité gravitationnelle qui existe au sein de ces objets est dans le futur de l'horizon qui l'enveloppe (trou noir) ou dans son passé (trou blanc).

L'existence des trous noirs n'a été prouvée véritablement qu'il y a peu de temps, soit plus de 100 ans après l'apparition des premières théories sur eux.

On peut donc s'imaginer qu'il faudra encore plusieurs décennies, voire plusieurs siècles, avant d'avoir un avis tranché sur la question des trous blancs.

John Wheeler, coauteur de la première théorie de la fission et spécialiste de la théorie de la Relativité

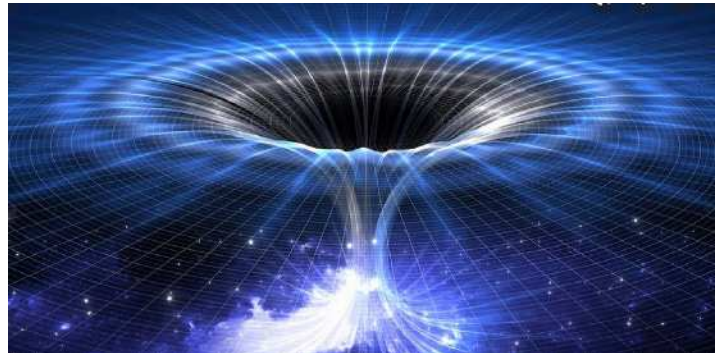


Einstein e Wheeler em Princeton – 1954



A partir des années 60 aussi, Wheeler prit l'habitude de comparer la dynamique de la géométrie de l'espace-temps à celle des fluides, cela en raison de la corrélation entre la structure des équations de la mécanique des fluides et de la Relativité Générale.





Quel est le lien entre une chute d'eau et un trou noir ?

Dans les deux cas, il existe une frontière invisible qui, une fois franchie, vous condamne à un voyage sans retour. En amont d'une cascade, le courant s'accélère et, à partir d'un certain point, il n'est plus possible de nager assez vite à contre-courant pour ne pas être emporté.

Un trou noir, pour sa part, déforme l'espace-temps à tel point qu'aucun objet ne peut s'échapper du piège gravitationnel une fois franchie une limite qualifiée d'horizon des événements.

Cette comparaison entre une chute d'eau et un trou noir est bien plus qu'une simple analogie : les équations mathématiques qui décrivent ces deux phénomènes, pourtant de nature très différente, sont réellement similaires.

De fait, des chercheurs ont entrepris d'étudier les propriétés des trous noirs à partir de dispositifs hydrodynamiques analogues, les « trous noirs acoustiques ».

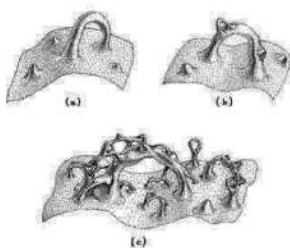
Ainsi la formation de trous de ver ou même de trous noirs dans l'espace-temps est analogue à la formation d'écume, de bulles, lorsque se brisent les vagues.



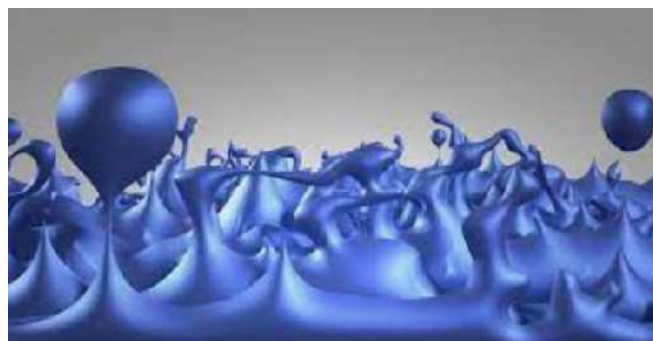
Écume



Eau (mélangée à du maïzena) qui se transforme selon les vibrations sortant d'un baffle.



Structure en écume de l'espace-temps. © Kip Thorne



Une conséquence de cette « turbulence » est l'apparition de formations analogues aux bulles en hydrodynamique, il s'agit de l'apparition/disparition incessantes de mini trous de ver.

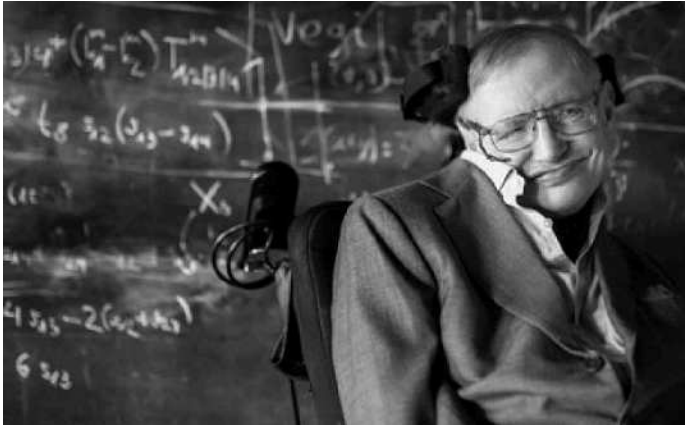
Trou de ver, l'expression fait rêver.

Mais quel est exactement son statut dans la science actuelle ?

Peut-on vraiment espérer voyager dans le temps et rejoindre les étoiles grâce à eux, tout comme les héros de films de science-fiction ?

Bien entendu, tout cela reste très théorique. Dans la réalité, les chances pour que ce genre de trou de ver puisse être utilisé pour voyager dans l'espace sont minces.

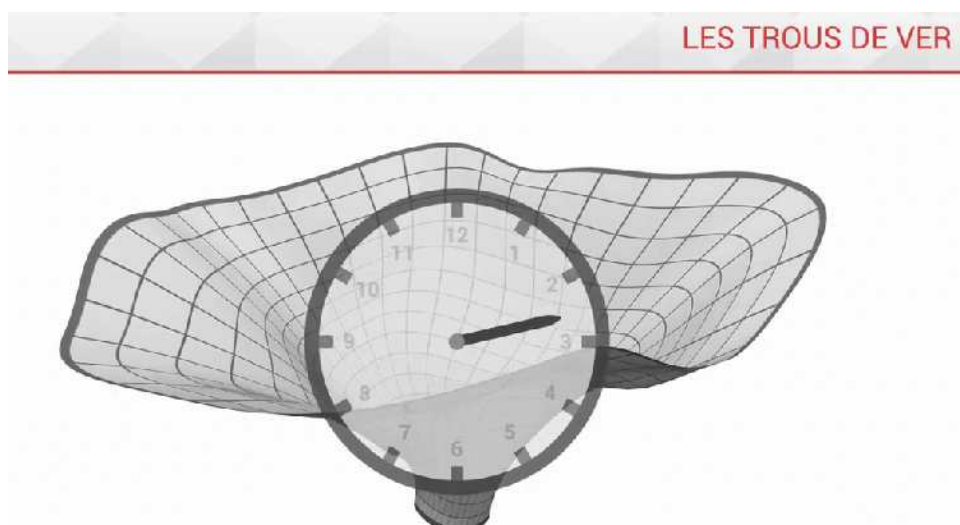
D'après des calculs récents, notamment de Stephen Hawking,



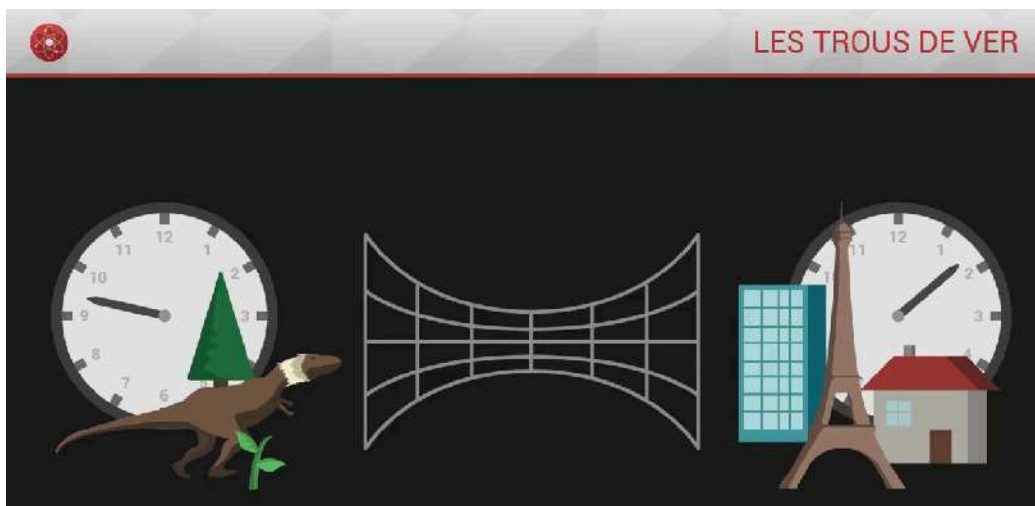
Ces passages ne sont susceptibles d'exister que sur une **échelle subatomique**, c'est-à-dire sur une **dimension ultramicroscopique**.

Les scientifiques ont émis l'hypothèse que des trous de ver faits d'une possible « matière exotique » pourraient contenir assez d'énergie négative pour les stabiliser et permettre à un objet de les traverser. Mais même dans ce cas de figure, l'ajout d'un objet extérieur (comme une sonde ou un vaisseau spatial, par exemple) pourrait provoquer l'effondrement de ce tunnel.

En supposant que la puissance des trous de ver puisse être un jour exploitée, leur potentiel serait extraordinaire. En prenant un raccourci à travers un trou de ver stabilisé, un objet pourrait arriver à destination plus rapidement qu'un faisceau de lumière se déplaçant dans l'espace. Cela ouvrirait la porte à la possibilité de voyager, non seulement dans l'espace, mais aussi dans le temps.



Car à des vitesses aussi rapides que celle de la lumière, le temps se distord de telle manière qu'une visite dans l'avenir (et même le passé) serait possible.



En résumant ce qui a été dit sur les trous noirs et trous de ver, il y a de grosses contradictions dans leur description :

- Ce n'est pas un objet mais un **trou** dans l'espace-temps.  
Mais pourtant il est dit aussi que la dispersion de l'énergie d'un trou noir est entièrement distribuée à sa **surface**, ce qui est illogique puisque c'est un trou !
- Rien ne peut s'échapper du trou noir.  
Cependant lorsqu'un trou noir avale de la matière, il **restitue** à la galaxie une quantité phénoménale d'énergie !
- Les trous noirs ne sont qu'un **puits obscur**.  
Ce qui s'oppose à l'idée qu'à l'intérieur, on serait **ébloui par la lumière** qui y est aspirée.
- A l'intérieur d'un trou, le corps serait **désagrégé en particules élémentaires** qui seraient elles-mêmes comprimées en un point infiniment petit, la singularité.  
Mais dans les années 1950, des physiciens décrivent mathématiquement ce qui se passerait après le franchissement de « l'horizon des événements » du trou noir, **à savoir rien**.
- Un trou noir peut être de 4 fois à **20 milliards de fois plus massif** que notre soleil.  
On dit aussi que le **diamètre** extérieur d'un trou noir ne dépasse pas la soixantaine de kilomètres. Seulement le premier trou noir photographié de M87 a un diamètre de 38 milliards de kilomètres !  
Ensuite, selon Schwarzschild, n'importe quelle masse, comprimée dans un espace suffisamment restreint, crée un trou noir.  
Et selon Stephen Hawking, les trous de ver ne sont susceptibles d'exister que sur une **échelle subatomique**, c'est-à-dire sur une **dimension ultramicroscopique**.

Devant ces différents portraits du trou noir par les scientifiques, on ne peut qu'être perdu. Manifestement les trous noirs sont encore très déconcertants et énigmatiques.



Ainsi les trous de ver, s'ils existent, pourraient agir comme des portails, vers d'autres points dans notre univers et aussi vers des univers parallèles.

Ils pourraient être des passerelles à travers l'espace-temps, des tunnels qui, non seulement, relient un endroit à un autre mais également un moment à un autre.

Un trou de ver pourrait raccorder une partie de l'espace-temps à une autre partie plus ancienne ou plus moderne de l'espace-temps, comme une sorte de métro à travers le temps.

Alors imaginons cette situation.

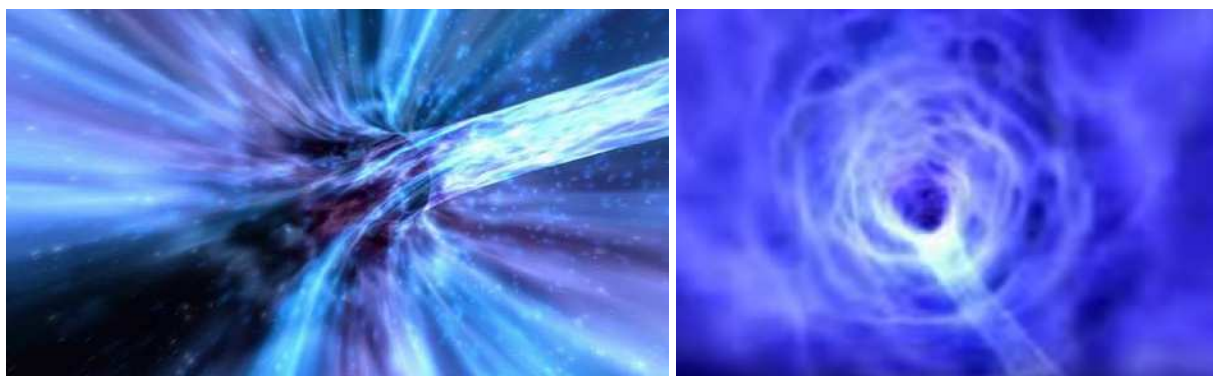
Le jour où nos instruments repèreront une planète habitable autour d'une autre étoile et que nous y détecterons de la vie intelligente. Cette découverte grandiose plongera l'humanité dans une problématique insoluble : celle des distances cosmiques. L'immensité de l'univers par rapport à la possibilité de l'explorer !

A l'échelle de l'univers, même à la vitesse de la lumière 300 000km/sec qui, pour nous, est extrêmement rapide, celle-ci est un véritable escargot, elle met des milliards d'années pour aller d'une galaxie à une autre galaxie.

La solution serait le trou de ver !

Prenons un exemple précis : on aimerait aller sur le système planétaire de Sirius, grosse étoile à une vingtaine d'années-lumière.

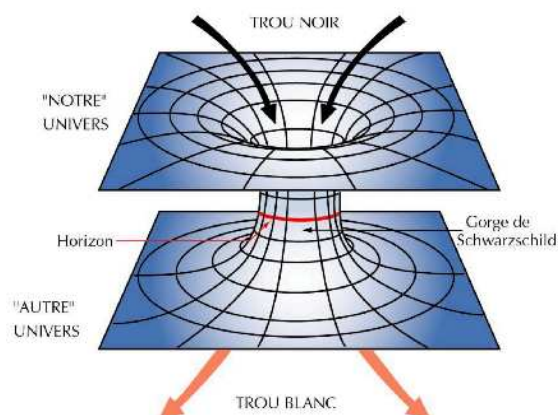
Il y aurait une sorte de porte des étoiles c'est-à-dire un trou noir dans les parages du système solaire dans lequel nous pourrions entrer.



On emprunterait ce raccourci de l'espace-temps et, par une sorte de symétrie du trou noir, un trou blanc, on sortirait du côté de Sirius.

Et quand on calculerait le temps de trajet, on aurait la stupéfaction de s'apercevoir que l'on peut faire le voyage très rapidement, beaucoup plus vite que la lumière !

On n'aurait pas dépassé la vitesse de la lumière, mais pourtant on aurait changé d'espace-temps, simplement en empruntant un raccourci dans l'espace... et dans le temps.



Supposons que nous y réussissions, que nous parvenions à atteindre d'autres planètes civilisées, on pourrait en profiter pour examiner comment celles-ci ont traversé, ce que l'on peut appeler, « l'examen de passage de gestion de leur puissance », ce que nous sommes en train de passer sur Terre.

On risque de trouver deux cas de figures.

Ou bien des planètes qui sont couvertes de débris radioactifs, ce sont les civilisations qui n'ont pas été capables de passer cet examen.

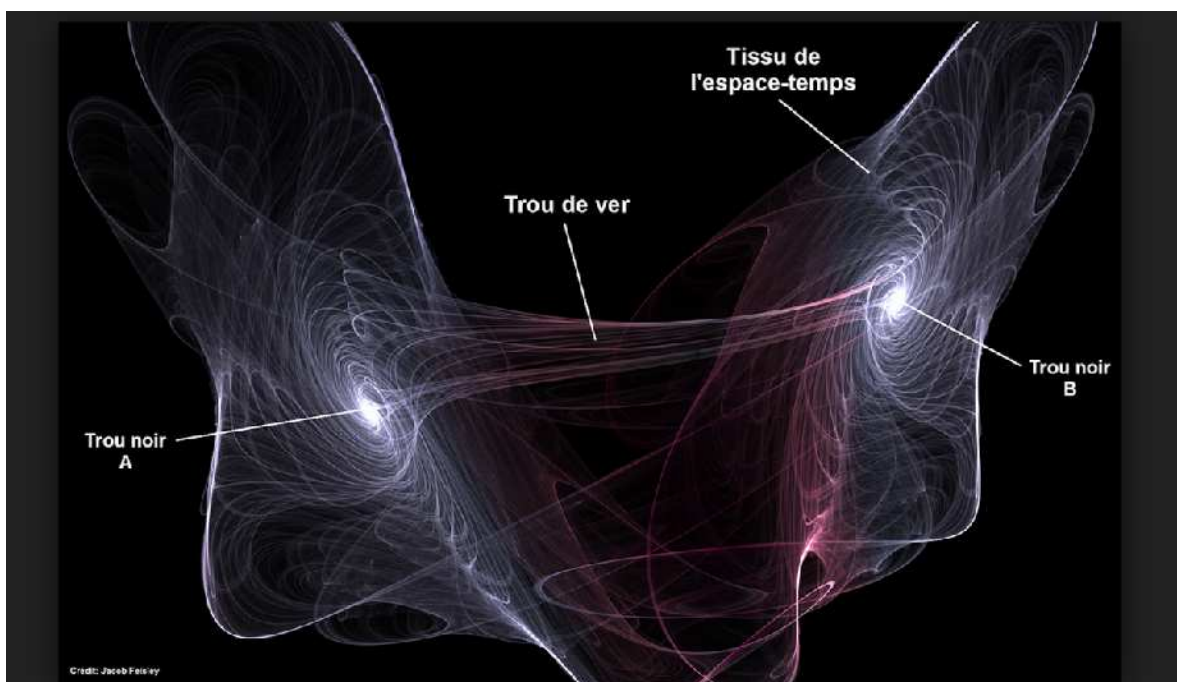
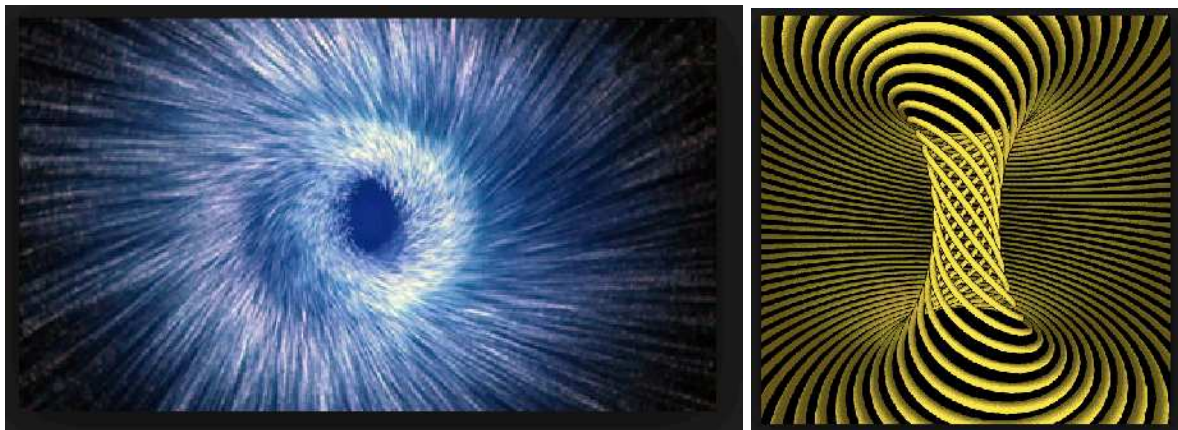
Ou au contraire, des planètes vertes qui sont en santé, les gens ont réussi à passer cet examen, à coexister avec leur puissance, à l'utiliser pour le bien de la société et non pas pour s'autodétruire. On pourra leur poser quelques questions, leur demander de bons conseils pour nous assurer que notre planète restera habitable.

Car chez nous, on a de gros, gros problèmes !!!

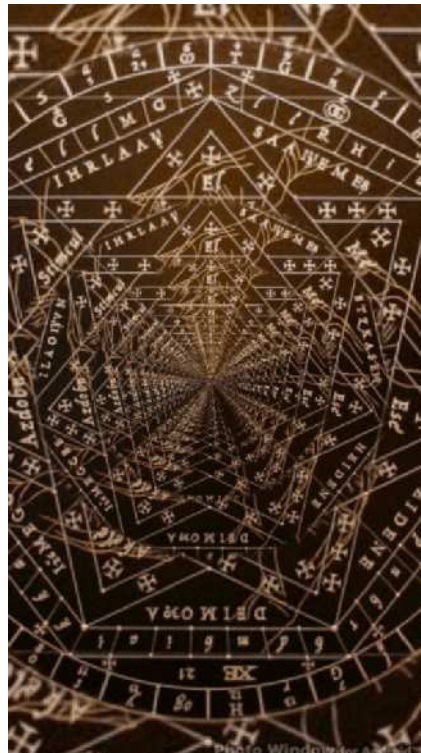
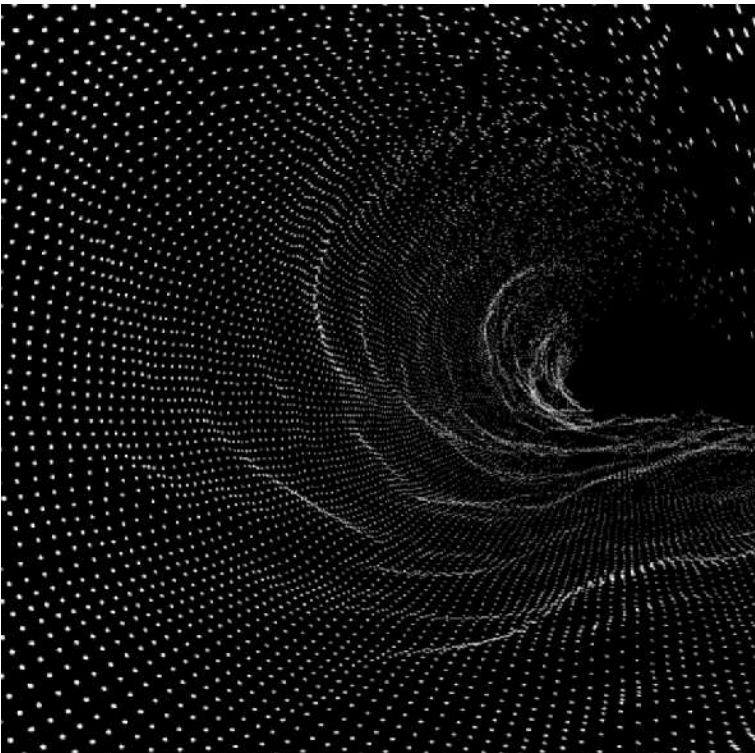
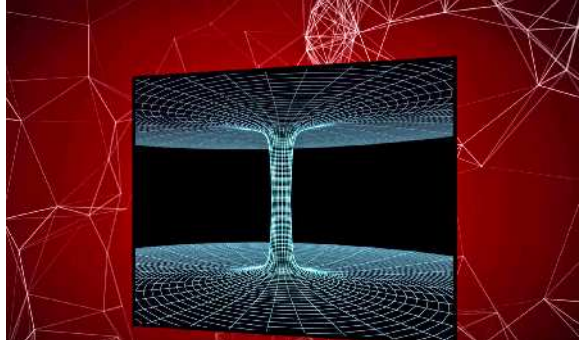
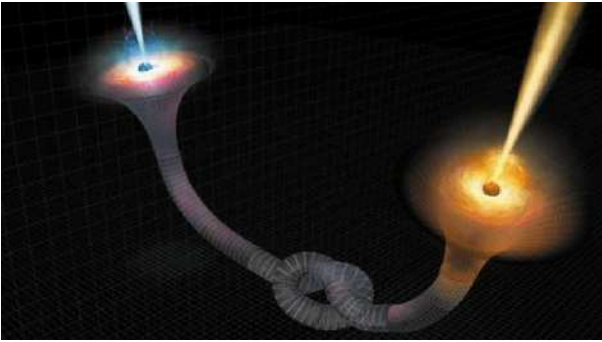
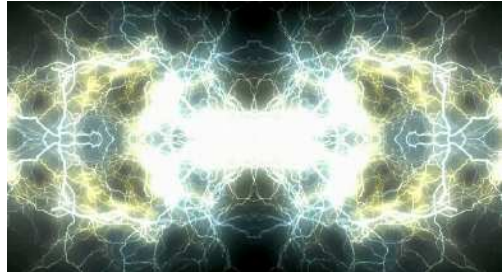
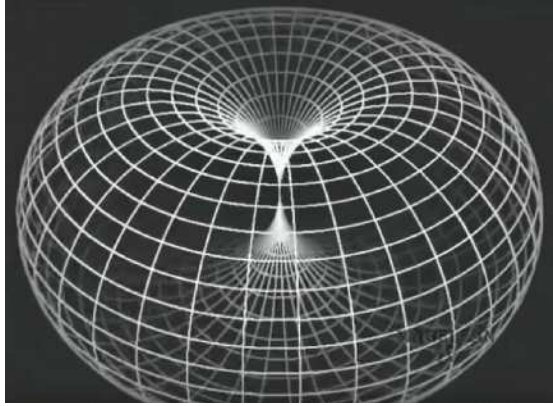
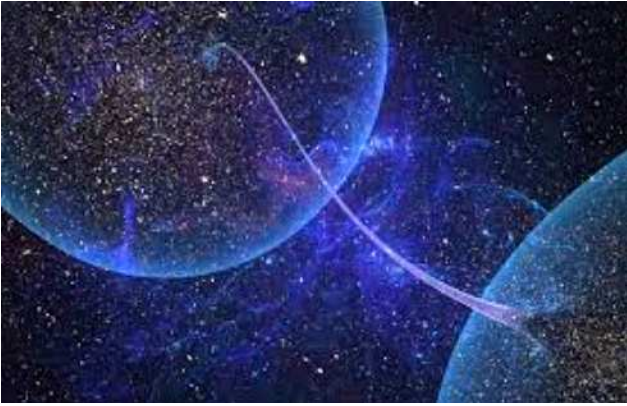
Si Einstein prévoit les trous de ver dans sa Relativité (et il a eu souvent raison dans ses prédictions mathématiques), ils n'ont encore jamais été observés dans l'espace.

Et cela n'arrivera peut-être jamais car si l'on entre dans un trou noir, il est impossible d'en ressortir ! En tout cas, de notre côté.

A quoi ressemblent-ils ? Quel serait la physionomie d'un trou de ver ? Chacun y va de sa proposition :











Cette dernière proposition est faite par le physicien théoricien français, Thibault Damour, spécialiste de la Relativité et membre de l'Académie des Sciences. Celle-ci me tient particulièrement à cœur...

Quoi qu'il en soit et aussi fascinantes que soient toutes ces théories, nous ne pourrions certainement pas en prouver la validité par l'expérience de notre vivant.

Mais l'idée d'explorer l'univers aussi facilement qu'en passant une porte est tentante !

De même que l'est celle de voyager dans le temps.

Pour le moment, nous devons nous contenter de rêver devant les œuvres de science-fiction telles que les films comme Interstellar, Contact !

Voilà, avec humour, à peu près notre réaction face aux trous noirs et trous de ver !

