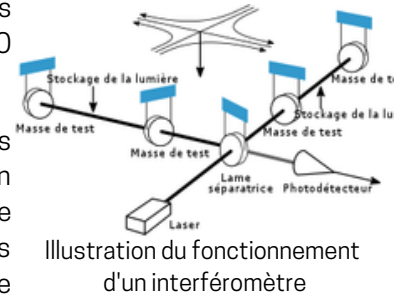


Définition du sujet d'étude

Gravity Spy est un projet issu du site [Zooniverse](https://www.zooniverse.org/) et est centré sur l'analyse de données d'ondes gravitationnelles produites par des interféromètres répartis partout dans le monde : LIGO (aux États-Unis), Virgo (en Italie) et KAGRA (au Japon).

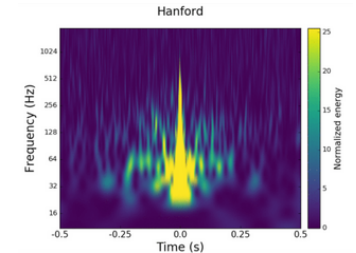
Ces interféromètres permettent de capter de petites déformations de l'espace-temps grâce à son installation gigantesque (instrument mesurant plusieurs kilomètres de longueur) et peuvent ainsi détecter des phénomènes cosmiques violents tels que la fusion de deux trous noirs ou de deux étoiles à neutrons.



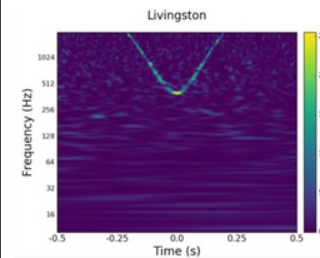
Introduction aux "glitches"

Les "glitches" dans l'étude des ondes gravitationnelles sont des perturbations brusques et imprévues dans les signaux d'ondes gravitationnelles qui viennent compliquer leur détection et leur analyse.

Les "glitches" ont des origines variées, parmi lesquelles figurent le bruit sismique causé par l'activité sismique qui entraîne des déplacements verticaux et horizontaux des miroirs, affectant ainsi la longueur des bras de l'interféromètre, ainsi que le bruit thermique causé par des variations de température qui provoquent également des fluctuations dans les longueurs des bras.



Exemple d'un glitch type "Koi Fish"



Exemple d'un glitch type "Whistle"

Afin de réduire leur impact, les "glitches" sont classés dans des catégories pour pouvoir mieux les identifier et qu'une intelligence artificielle puisse apprendre en utilisant le processus de machine learning. En effet, la base de données décrivant les nombreux types de "glitches" permet à l'IA de classer d'en classer des nouveaux rapidement et avec une bonne précision, ce qui facilite grandement l'analyse des données pour les astronomes.

Futur du projet

Le projet Gravity Spy a un avenir certainement radieux, à condition d'être alimenté par les données issues de la quatrième séance d'observation venant à être réalisée le 24 mai 2024. La poursuite de Gravity Spy sur les prochaines années est pertinente dans la mesure où elle s'axera uniquement sur la recherche de nouvelles méthodes d'analyse plutôt que sur un travail de compréhension du sujet réalisé cette année. De plus, l'étude des ondes gravitationnelles reste encore récente et aspire à se développer notamment avec des futurs projets ambitieux tels que LISA ou Einstein Telescope (ET).

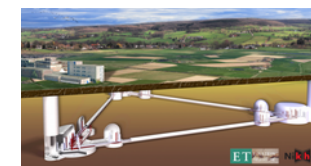


Illustration du projet ET

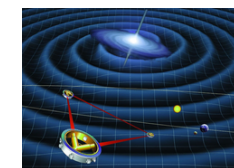
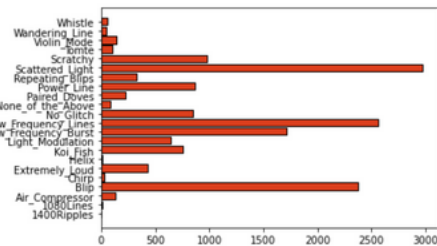


Illustration artistique du projet LISA (Laser Interferometer Space Antenna)

Approche proposée concernant les "glitches"

À l'aide des connaissances acquises lors de classifications de "glitches" sur le site Zooniverse, nous avons pu approcher le problème des "glitches" directement en analysant les données classées dans des fichiers au format Excel (.csv) afin de tirer des informations sur une large quantité de données.

Ainsi, nous avons élaboré un programme Python permettant d'analyser plusieurs milliers de données à la fois de manière efficace et pertinente. Ce programme comprend différentes fonctions qui prennent en compte des critères tels que : la date de capture de la donnée, sa fréquence, son SNR (ratio signal sur bruit), le type de glitch associé, l'indice de confiance de classification de l'IA, etc...



Exemple d'un graphique représentant le nombre de "glitches" par catégories au sein d'un fichier trié selon un indice de confiance de l'IA > 0.99

Pour en savoir plus

N'hésitez pas à visiter le site du Grand Projet de l'IPSA Toulouse pour avoir des informations supplémentaires sur Gravity Spy mais aussi sur les autres projets présentés ! Pour y accéder : <https://astrogp.celescope.fr/>

Adresse IPSA Toulouse : 40 boulevard de la Marquette, 31000 Toulouse

Sinon, vous pouvez nous contacter à l'adresse suivante : arthur.lebas@ipsa.fr

