



DES ONDES GRAVITATIONNELLES OBSERVÉES POUR LA PREMIÈRE FOIS AU LIGO

Publié le 12 février 2016



par Christian Du Brulle

Des ondes gravitationnelles, ces modulations de l'espace-temps prévues par la théorie de la relativité générale d'Einstein, ont été observées l'an dernier pour la première fois par l'expérience internationale LIGO, basée aux Etats-Unis. L'information a été révélée hier. Elle était dans l'air depuis quelques semaines.

La signature d'un événement survenu il y a 1,3 milliard d'années

Ces fluctuations de l'espace-temps ont en réalité été détectées par les interféromètres du [LIGO](#) (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) le 14 septembre 2015. Elles ont été générées par la collision de deux trous noirs affichant chacun une masse d'une trentaine de fois celle de notre Soleil.

« *Au cours de cette collision, l'équivalent de trois masses solaires se sont muées en ondes gravitationnelles* », indiquent les chercheurs membres de cette collaboration.

C'est cette transformation de la masse en ondes qui a été détectée par les interféromètres du LIGO... 1,3 milliard d'années après que cet événement se soit produit !

Des ondes imperturbables

C'est une première en astrophysique. Contrairement aux ondes électromagnétiques, les ondes gravitationnelles ne sont pas modifiées par la matière qu'elles rencontrent alors qu'elles se déplacent dans l'Univers.

Résultat : « *elles portent en elles la signature de l'événement qui les a engendrées* », rappellent les chercheurs du LIGO.

Un chercheur de l'ULB impliqué dans le LIGO

Un chercheur belge participe à l'expérience internationale LIGO. Le professeur [Christophe Collette](#), Chercheur qualifié [F.R.S.-FNRS](#) à l'[Université Libre de Bruxelles\(ULB\)](#), est ingénieur physicien et docteur en science appliquée.

Au sein de la collaboration LIGO, il travaille à l'amélioration des performances des détecteurs d'ondes gravitationnelles. Il développe les systèmes destinés à les isoler de toute perturbation extérieure.

"*Ces engins sont sensibles. Ils n'aiment pas les vibrations...*", explique-t-il.

Si les ondes gravitationnelles sont bien des phénomènes générés à l'échelon cosmique (les premières ondes de ce type ont été produites dans la foulée du Big Bang, lors de la naissance de l'Univers), leurs effets sont microscopiques. Les fluctuations de l'espace-temps, que les observatoires d'ondes gravitationnelles pistent sont de l'ordre du milliardième de milliardième de mètre, voire même moins.

"Dans ce contexte, la moindre nano-vibration perturbe les données", explique le scientifique.

"À l'ULB, dans mon laboratoire, nous tentons donc d'imaginer puis de modéliser et enfin de tester des systèmes qui réduisent les perturbations qui touchent les détecteurs de la collaboration Ligo."

Le bruit sismique traqué en collaboration avec l'Observatoire Royal de Belgique

"Nous tentons notamment de mesurer les plus infimes vibrations sismiques, d'en calculer l'intensité et d'apporter des contre-mesures", précise le professeur Collette. Un travail mené en collaboration avec l'Observatoire royal de Belgique et ses sismomètres.

"Mais attention, prévient-il. Nous ne nous intéressons pas ici aux gros tremblements de Terre. Nous parlons du bruit sismique, des vibrations engendrées, par exemple, par les mouvements océaniques sur l'ensemble de la planète ou encore par des phénomènes météorologiques, voire des activités humaines."

LIGO, VIRGO, LISA Pathfinder : trois expériences dans la course

Ligo est un de ces projets imaginés dès les années 1970 par la communauté scientifique pour tenter de "voir" passer une onde gravitationnelle.

[Virgo](#) est une initiative du même genre, située en Italie.

Lisa est un système spatial. Ces détecteurs fonctionnent tous sur le même principe. Ce sont des interféromètres. Ils regardent une portion de l'univers dans deux directions différentes. La modification du signal capté par l'instrument trahit le passage d'une onde gravitationnelle, laquelle dilate ou contracte l'espace-temps sur son passage. Le projet [Lisa Pathfinder](#) des [agences spatiales européenne \(ESA\)](#) et [américaine \(NASA\)](#) doit tester, en 2016, diverses technologies de pointe à ce sujet.

Une fois validées, ces technologies devraient déboucher sur la mise en orbite de trois satellites distants d'un million de kilomètres les uns des autres. Détail piquant: ces trois engins se regarderont mutuellement et précisément dans les yeux les uns des autres, via un laser.

Les distances précises entre ces satellites étant connues, le temps de parcours d'un rayon lumineux entre deux de ces engins sera, lui aussi, calculable avec précision.

Lorsqu'une onde gravitationnelle passera à proximité de ce système, elle modifiera l'espace-temps sur le trajet du rayon laser, allongeant ou réduisant les distances. La différence de temps constatée dans le temps de vol du rayon lumineux signera donc le passage de cette fameuse onde.

Pour les interféromètres au sol, Virgo (en Europe) et Ligo (aux États-Unis), c'est le même principe. Si ce n'est qu'ici, les lasers sont tirés dans deux directions différentes, formant un angle de 90 degrés, et qu'ils sont réfléchis par des miroirs après quelques kilomètres.

La combinaison des deux signaux livre une image interférométrique. La variation de cette image dénote un événement du type onde gravitationnelle.

Trois expériences qui veulent identifier le même phénomène, cela fait un peu compétition, non? "Pas du tout, estime le professeur Collette. Ce sont des instruments complémentaires. Et l'équipe qui remporte aujourd'hui la course va devoir compter sur les autres pour renforcer la pertinence de sa découverte !