

Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon
Compte-rendu de la séance publique du mardi 17 mai 2016

Avec la communication de notre confrère Joseph Remillieux, intitulée :

**« L'étonnante actualité du centenaire de la théorie de la gravitation d'Einstein
De la chute libre dans un ascenseur à l'onde gravitationnelle émise par la
coalescence de deux trous noirs »**

Le Président Pierre Crépel annonce le décès de Madame Anne-Marie Chouillet et rappelle son œuvre et son rôle à l'occasion du bicentenaire de la mort de Diderot, il se lance ensuite, à l'aide d'un bout de ficelle tenu à la main, dans une brillante démonstration sur les équations différentielles, et leurs solutions dans la physique des ondes, qui lui sert de transition entre les cordes vibrantes de la musique de la semaine dernière et les vibrations de l'espace temps qui seront le propos de notre confrère Joseph Remillieux, qu'il n'est plus nécessaire de présenter.

Conférence publique

Dans une première partie, notre confrère décline les étapes suivies par Albert Einstein pour passer de la relativité restreinte à la relativité générale qui, adoptant le principe d'équivalence entre la masse inertielle et la masse pesante, unifie la mécanique de Newton, la gravitation et la relativité. Parmi ses prédictions, restait à vérifier l'existence « d'ondes gravitationnelles » qui devaient être extrêmement difficiles à observer. Elle vient de l'être, cent ans plus tard, dans une publication couronnant les efforts d'un programme de recherche audacieux et de grande ampleur. Joseph Remillieux explique le phénomène astronomique à la source de cette découverte, on voit là s'ouvrir une branche complètement nouvelle de l'Astrophysique, puis il termine en évoquant les développements instrumentaux en cours et futurs au sol et dans l'espace : LIGO, VIRGO, LISA etc.

Discussion :

Le Père Dominique Bertrand demande depuis quand on connaît la vitesse de la lumière. La réponse, collective, est que c'est le résultat d'une longue progression, commencée par Gallilée, avec une intuition plutôt qu'une mesure. Römer, par l'observation des éclipses de Io de Jupiter, met en évidence le temps mis par la lumière pour parcourir le rayon de l'orbite terrestre, avec une précision meilleure que celle avec laquelle on connaissait ce rayon à l'époque. Fizeau et Michelson réaliseront les premières mesures directes au milieu de XIXème siècle.

M. Formenti, partant du principe qu'une expérience de physique doit pouvoir être reproduite, demande si l'observation de GW150914 sera renouvelée. Le conférencier réponds que, bien que non encore publiées, d'autres détections ont

déjà été acquises, et, avec les gains en sensibilité supplémentaires attendus, on va assister à une profusion d'évènements, jusqu'à même, on peut s'y attendre, mettre en évidence un fond cosmologique des ondes émises par tous les événements gravitationnels qui ont eu lieu depuis le Bigbang.

Philippe Mikaeloff pense qu'Einstein aurait été fasciné par l'exposé que l'on vient de suivre, puis il revient sur la valeur de la constante cosmologique de l'équation d'Einstein. Avec la récente démonstration de l'accélération de l'expansion, elle a perdu le caractère artificiel qu'elle avait d'abord eu quand Einstein l'avait introduite, à regret, pour essayer de retrouver un Univers statique conforme aux dogmes de l'époque. La valeur de cette constante est elle connue ? Est-elle variable ? Indique-t-elle qu'il pourrait exister des masses négatives, autrement dit répulsives ?

Joseph Remillieux répond que les théoriciens pensent qu'effectivement cette constante intègre à juste titre dans l'équation d'Einstein une action répulsive du vide qui agit sur la matière des galaxies en s'opposant à la gravitation. Ses effets sur l'expansion n'ont commencé à être perceptibles que depuis un ou deux milliards d'années.

Jean-Paul Martin rappelle qu'il reste encore un gros écart entre l'énergie du vide et les effets observés, mais que l'on est en bonne voie de résoudre le problème.

Quant aux particules de masse négative, certains théoriciens comme Gabriel Chardin spéculent sur l'idée que ce pourrait être une propriété des particules d'antimatière, créées lors du Bigbang à égalité avec les particules de matière, et qui ont disparues, repoussées vers les confins de notre univers observable.

Le graviton est la particule que la mécanique quantique associe à l'onde gravitationnelle. Cependant, ce serait le seul boson connu de spin égal à deux. La portée infinie de l'onde gravitationnelle, se propageant à la vitesse de la lumière, implique une masse nulle pour le graviton, comme celle du photon.

Jean-Paul Martin ajoute que la très faible interaction du graviton fait qu'il sera très difficile de construire un instrument capable de le détecter, cependant il pourrait se manifester indirectement à l'intérieur d'un trou noir, où la relativité rejoint la théorie quantique dans le cadre de la théorie des cordes, fermées, où il apparaît tout naturellement avec son spin deux.

Notre confrère Michel Dürr demande si ces ondes transportent de l'énergie, et comment celle-ci se dissipe. La réponse est que oui, certainement, elles transportent de l'énergie, par exemple celle équivalente aux 3 masses solaires de matière disparue dans la coalescence des 2 trous noirs. Est-ce que de l'énergie se dissipe, par exemple quand l'onde traverse la Terre et la déforme ? L'interaction étant très faible, la dissipation ne peut être que très faible, Jean-Paul Martin fait remarquer qu'il doit y avoir une certaine diffusion par effet Compton des

milliards de gravitons qui accompagnent l'onde, ce qui implique une certaine dissipation d'énergie.

Christian Dumas a observé que tout ce qui concerne les miroirs dans les instruments a été un peu occulté lors d'une journée consacrée au sujet à l'Académie des sciences, alors qu'il a l'impression que cette technologie a joué un rôle essentiel dans la découverte. Joseph Remillieux passe la parole à son fils Alban qui a travaillé 10 ans au Laboratoire des Matériaux Avancés qui les a fabriqués sur le campus de la Doua. Il fait d'abord remarquer que pendant 10 ans, LIGO n'a obtenu aucune détection, puis que le remplacement de ses miroirs par ceux fabriqués à Lyon par le LMA a fait gagner un facteur 4 de sensibilité, qui a été immédiatement suivi par la détection de l'évènement GW150914. Il y a encore des gains attendus sur les matériaux des substrats des miroirs et leur refroidissement.

Sous la menace des foudres de l'archiviste, le président clôt la séance à 16h15

Compte rendu rédigé par François Sibille