

100 ans de la théorie de la relativité générale

Palais de la découverte

Du 15 septembre 2015 au 3 avril 2016

À l'occasion du Centenaire de la relativité générale, le Palais de la découverte consacre à la rentrée une exposition sur cette théorie d'Albert Einstein, à l'origine d'une nouvelle conception de l'espace et du temps. Les applications du principe de relativité sont nombreuses et fructueuses, allant du très concret GPS à la description de l'évolution de l'Univers en passant par la trajectoire des planètes autour du Soleil. Cette exposition est une plongée dans les idées souvent simples mais toujours géniales qui ont permis l'émergence de cette théorie de la gravitation qu'est la relativité générale.



C'est en 1905 qu'Albert Einstein opère une première rupture avec la physique classique issue des idées de Galilée, en développant la théorie de la relativité restreinte. Celle-ci donne naissance, entre autres, à l'important concept d'espace-temps. Espace et temps ne sont plus des grandeurs absolues mais dépendent l'une de l'autre. Idée déconcertante **qui implique qu'un observateur voit une horloge en mouvement tourner moins vite qu'une horloge fixe**. Dix ans plus tard, Albert Einstein étend la relativité restreinte pour en faire une théorie de la gravitation. Le monde réalise alors que les masses courbent l'espace-temps.

À partir du 15 septembre, à l'occasion du centenaire de cette immense avancée scientifique, **le Palais de la découverte propose de suivre les chemins qui mènent à ces concepts**. Décryptée et vulgarisée par cette exposition, la théorie d'Albert Einstein sera accessible à tous.

Une introduction historique présente la situation de la physique à la fin du XIX^e siècle, avec l'apparente incompatibilité entre les lois de la mécanique de Galilée d'une part, et les lois de propagation de la lumière d'autre part, car la lumière se propage toujours à la même vitesse, quel que soit le mouvement de l'observateur.

Une seconde partie présente l'évolution du principe de relativité en commençant par celui de Galilée et en expliquant comment Einstein le fera évoluer afin de réconcilier les lois de la mécanique avec celles de la lumière : c'est la relativité restreinte. En 1915, il généralisera cette dernière, donnant naissance à la relativité générale. Cette théorie est en fait une théorie de la gravitation qui va très vite supplanter celle de Newton par ses prédictions plus précises.

La théorie de la relativité générale passe avec succès tous les tests expérimentaux, énoncés dans la troisième partie de l'exposition. Le premier d'entre eux se déroule en 1915. Einstein explique alors la trajectoire de Mercure autour du Soleil, ce que ne faisait pas parfaitement la théorie de Newton. Il déclarera à cette occasion: « *Voici venue la fin de mes tourments. Ce qui m'a fait le plus plaisir, c'est de constater que ma théorie concordait avec le déplacement du périhélie de Mercure* ».

Nouveau succès en 1919 : une équipe d'astronomes, dirigée par Arthur Eddington, part mesurer le déplacement de la position apparente de deux étoiles produit par la courbure de l'espace-temps engendrée par la masse du Soleil. Là encore, cette prédiction de la Relativité est en parfait accord avec les observations d'Eddington. Cet événement médiatisé fera d'Albert Einstein une célébrité mondiale dès 1920.

La formation des trous noirs, zones de l'espace d'où ni la lumière ni la matière ne peuvent s'échapper et les ondes gravitationnelles, que les expériences LIGO et VIRGO tentent de détecter, seront des sujets également abordés par l'exposition. Cette dernière s'attardera particulièrement sur une application contemporaine de la théorie de la relativité générale : le système de géolocalisation par satellites, dont le GPS est l'exemple le plus connu. La modernité des théories d'Einstein et leurs retentissements encore aujourd'hui surprendront à coup sûr le public.

Enfin, l'exposition se conclut sur les limites de la théorie d'Albert Einstein, que les développements des dernières décennies tentent de dépasser à travers la théorie des cordes ou la gravitation quantique à boucles... **Rendez-vous au Palais de la découverte !**

AUTOUR DE L'EXPOSITION

Cycle 1915-2015 : L'odyssée de l'espace-temps

(proposé par la Société astronomique de France et l'Observatoire de Paris)

Entre septembre 2015 et janvier 2016, le Palais de la découverte mène un cycle de conférences sur le thème des « fabuleuses mutations ». C'est le caractère déstabilisant de la science qui est mis en avant. Les mutations les plus mythiques de la science moderne et leurs effets sur la société seront abordés. Einstein y a évidemment toute sa place, car ses théories nous obligent à reconsidérer l'Univers et son histoire et bouleversent l'idée que l'Homme se fait de sa place dans ce cosmos revisité.

Jeudi 15 octobre à 19h

La relativité générale, en avance sur son temps

En 1915, la nouvelle théorie d'Einstein rend compte de l'avance du périhélie de Mercure, alors seule anomalie de la théorie de Newton. Mais il faudra attendre longtemps avant que la relativité générale prenne son plein essor.

Avec Jean Eisenstaedt, directeur de recherche émérite à l'Observatoire de Paris.

Jeudi 22 octobre à 19h

De la relativité générale au Big Bang

De la théorie d'Einstein découlent les trous noirs, les ondes gravitationnelles, l'Univers en expansion et les modèles de Big Bang. Un siècle plus tard, les travaux de ses héritiers ont abouti à une cosmologie de haute précision mêlant relativité, physique quantique et observations du ciel profond.

Avec Jean-Pierre Luminet, directeur de recherche au CNRS, laboratoire d'astrophysique de Marseille.

Jeudi 29 octobre à 19h

Tester la relativité générale

Tous les tests expérimentaux confirment cette théorie, alors qu'un seul suffirait à l'invalider. Dans le Système solaire, ce sont notamment l'avance du périhélie de Mercure et la déflexion de la lumière des étoiles. Par l'observation de pulsars binaires, c'est en particulier la perte d'énergie par émission d'ondes gravitationnelles, confirmée à 0,01 % près.

Avec Gilles Esposito-Farèse, chercheur à l'Institut d'astrophysique de Paris.



Jeudi 12 novembre à 19h

Les sombres mystères de l'Univers

Les physiciens disposent de deux grandes théories, la Relativité Générale et le modèle standard des particules, issu de la physique quantique. Mais ils butent sur l'origine de l'Univers, la matière noire et l'énergie sombre. Jusqu'à quel point devront-ils contester leurs théories pour lever ces mystères ?

Avec **Jean-Michel Alimi**, directeur de recherche au CNRS, laboratoire Univers et théories de l'Observatoire de Paris, chercheur associé à l'Institut d'astrophysique de Paris; **Aurélien Barrau**, professeur à l'Université Joseph-Fourrier de Grenoble, chercheur au laboratoire de physique subatomique et de cosmologie du CNRS; **Philippe Brax**, directeur de recherche à l'Institut de physique théorique du CEA, à Saclay, chercheur associé à l'Institut d'astrophysique de Paris; **Pier Stefano Corasaniti**, chargé de recherche au CNRS, laboratoire Univers et théories de l'Observatoire de Paris.

Modérateur : **Jean-Pierre Martin**, physicien nucléaire, président de la commission de cosmologie de la Société astronomique de France (SAF).

Jeudi 19 novembre à 19h

À l'épreuve des trous noirs

Longtemps considérés comme d'étranges solutions d'équations complexes, les trous noirs sont rentrés dans le bestiaire de l'astrophysique. Bientôt, une nouvelle génération d'instruments permettra d'observer leur environnement immédiat, éprouvant ainsi la relativité générale et les théories qui la dépassent.

Avec **Éricourgoulhon**, directeur de recherche au CNRS, Laboratoire Univers et théories, Observatoire de Paris.

Jeudi 3 décembre à 19h

Interrogations philosophiques sur l'Univers

Qu'est-ce que l'espace-temps ? Que devient la notion de temps et de causalité en relativité générale ? Quelle est notre place dans cet Univers immense, à l'histoire démesurément longue ?

Avec **Jean-Michel Alimi**, directeur de recherche au CNRS, laboratoire Univers et théories de l'Observatoire de Paris, chercheur associé à l'Institut d'Astrophysique de Paris; **Luciano Boi**, maître de conférences au Centre d'analyse de mathématiques sociales, École des hautes études en sciences sociales (EHESS); **Jean-Marc Lévy-Leblond**, professeur émérite de l'Université de Nice, directeur de la revue *Alliage*.

Modérateur : **Philippe Pajot**, journaliste scientifique au magazine *La Recherche*.

Jeudi 10 décembre à 19h

L'espace-temps déformé : les lentilles gravitationnelles

Les lentilles gravitationnelles résultent de déformations de l'espace-temps autour d'objets astrophysiques aussi divers que les exoplanètes, les trous noirs, les étoiles, les galaxies et les grandes structures. Ces phénomènes spectaculaires peuvent-ils remettre en cause la relativité générale ?

Avec **David Valls-Gabaud**, directeur de recherche au CNRS, Observatoire de Paris, chercheur invité à l'Institute of Astronomy, Université de Cambridge, Angleterre.

Informations pratiques

Palais de la découverte

Avenue Franklin Roosevelt - 75008 Paris
Ⓜ Franklin Roosevelt ou Champs-Élysées Clemenceau

Horaires

Ouvert tous les jours, sauf le lundi, de 9h30 à 18h, et le dimanche de 10h à 19h.

Ouvertures exceptionnelles jusqu'à 19h :

tous les samedis jusqu'au 16 août 2016, et du 17 octobre au 1^{er} novembre, du 19 décembre au 23 décembre, du 26 décembre au 30 décembre et les 2 et 3 janvier 2016.

Tarifs

9€, TR : 7€ (+ de 65 ans, enseignants, - de 25 ans, familles nombreuses et étudiants).

Supplément : 3€ pour le planétarium.

→ Gratuit pour les - de 6 ans, les demandeurs d'emploi et les bénéficiaires des minimas sociaux, les visiteurs handicapés et leur accompagnateur.

01 56 43 20 20

www.palais-decouverte.fr



Information presse

Julie Moulas

01 40 05 81 98

06 29 78 72 28

julie.moulas@universcience.fr