



Institut de physique

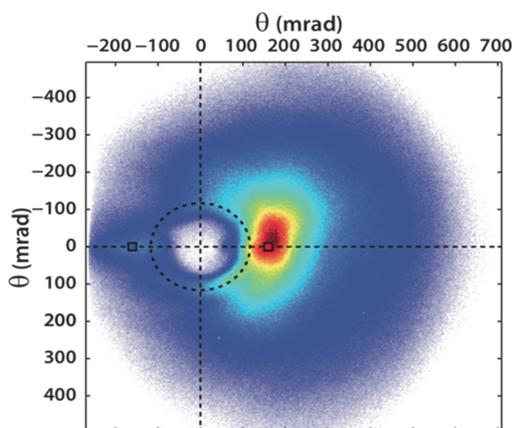
Actualités scientifiques

Des électrons qui accélèrent en surfant sur une impulsion laser

Avril 2016

Des physiciens viennent pour la première fois d'accélérer des électrons « dans le vide », c'est-à-dire à l'aide du seul champ électrique ultra-intense d'une impulsion laser. Jusqu'à présent, l'accélération d'électrons mettait en jeu le champ électrique produit par une impulsion laser dans un plasma, et non le champ électrique de l'impulsion laser elle-même.

Le champ électrique présent dans les impulsions lumineuses ultra-intenses que l'on sait produire aujourd'hui dépasse le milliard de kilovolts par mètre, soit assez pour réaliser un accélérateur de particules relativement compact. Toutefois, pour en profiter, il faut injecter dans ce champ des électrons déjà assez rapides pour qu'ils accompagnent cette vague lumineuse et qu'ils soient accélérés en surfant sur son front. C'est ce qu'ont réalisé pour la première fois dans le monde des physiciens du LIDYL (CEA/CNRS/Univ. Paris Sud) et du LOA (CNRS/X/ENSTA Paristech) en accélérant des électrons à une énergie de 10 mégaelectronvolts sur une distance de seulement 80 micromètres. Pour cela, ils ont mis à profit un miroir plasma qui, tout en réfléchissant une impulsion laser femtoseconde, a injecté dans cette dernière des électrons rapides excités par cette même impulsion lors de sa réflexion sur le miroir. Ce travail est publié dans la revue *Nature Physics*.



Profil du faisceau d'électrons issu du miroir plasma. Les couleurs reflètent l'intensité des électrons émis. Déviés du fait de l'accélération de 1.5 MeV à 10 MeV sur une distance de 80 μm par l'impulsion laser, l'impulsion d'électrons de haute énergie est bien visible au centre de la figure (tache rouge), tandis que peu d'électrons sont émis dans la direction du faisceau lumineux réfléchi (tache blanche).

© Fabien Quéré (LIDYL-UH) – Jérôme Faure (LOA).

Pour ce travail, les physiciens ont utilisé des impulsions laser femtosecondes produites par le laser UH100 de l'Iramis, un laser dont la puissance crête atteint 100 térawatts et qui délivre 10 fois par seconde une impulsion lumineuse longue de 25 femtosecondes à une longueur d'onde de 800 nanomètres. La clé du succès de cette expérience a été de parvenir à injecter des électrons de vitesse suffisamment élevée dans le champ laser. L'idée des chercheurs a été d'utiliser un miroir plasma obtenu en focalisant les impulsions laser à incidence oblique sur une plaque de silice. Afin d'optimiser l'interaction de cette impulsion avec la matière, la silice est pré-ionisée quelques centaines de femtosecondes avant l'arrivée de l'impulsion par une première impulsion mille fois moins intense. Le plasma obtenu a une densité électronique croissant progressivement jusqu'à son maximum sur une épaisseur très faible (quelques dizaines de nanomètres) et surtout contrôlable. Lorsque l'impulsion intense interagit avec ce plasma, il se crée dans ce dernier un champ électrique qui pré-accélère des électrons à environ 1 MeV, soit 0.95 fois la vitesse de la lumière. Les électrons sont alors suffisamment rapides pour surfer sur l'impulsion laser fléchée par le miroir et être ainsi accélérés jusqu'à des énergies de 10 MeV.

Cette méthode d'injection a pu voir le jour grâce au travail de développement réalisé sur les miroirs plasmas et notamment par le contrôle accru de la rampe de densité électronique sur la face avant du miroir plasma.

En savoir plus

Vacuum laser acceleration of relativistic electrons using plasma mirror injectors, M. Thevenet¹, A. Leblanc², S. Kahaly², H. Vincenti¹, A. Vernier¹, F. Quéré² et J. Faure¹, *Nature Physics* (2015)

- Retrouvez l'article sur la base d'archives ouvertes [arXiv](#)

Contact chercheur

Jérôme Faure, directeur de recherche CNRS

Fabien Quéré, chercheur CEA

Informations complémentaires

¹Laboratoire Interactions, Dynamiques et Lasers (LIDYL)

²Laboratoire d'Optique Appliquée (LOA)

cnrs

www.cnrs.fr

Institut de Physique

CNRS - Campus Gérard Mégie

3 rue Michel-Ange, 75794 Paris Cedex 16

T 01 44 96 42 53

inp.com@cnrs.fr

www.cnrs.fr/inp

Illustration du bandeau : © Jérémy BARANDE/Permission to use granted by Newport Corporation