

ORAUX INVITES

High-density electron–ion bunch formation and multi-GeV positron production via radiative trapping in extreme-intensity laser–plasma interactions

R. CAPDESSUS^{1,2}, L. GREMILLET^{3,4} and P. MCKENNA¹

¹ Department of Physics SUPA, University of Strathclyde, Glasgow G4 0NG, United Kingdom

² Université de Bordeaux - CNRS - CEA, CELIA, UMR5107, F33405 Talence, France

³ CEA, DAM, DIF, F-91297, Arpajon, France

⁴ LMCE, CEA, Université Paris-Saclay, 91680 Bruyères-le-Châtel, France

Multi-petawatt laser systems will open up a novel interaction regime mixing collective plasma and quantum electrodynamic processes, giving rise to prolific generation of gamma-ray photons and electron–positron pairs. Here, using particle-in-cell simulations, we investigate the physics of the interaction of a $10^{24} \text{ W cm}^{-2}$ intensity, 30 fs duration, circularly polarized laser pulse with a long deuterium plasma at classically overcritical electron density (10^{22} cm^{-3}). We show that radiative trapping of the plasma electrons causes a high-density ($\sim 5 \times 10^{23} \text{ cm}^{-3}$), quasineutral electron–ion bunch to form inside the laser pulse. This phenomenon is accompanied by up to $\sim 40\%$ energy conversion efficiency of the laser into gamma rays. Moreover, we find that both the radiation-modified Laplace force and the longitudinal electric field exerted on the positrons created by the multiphoton Breit–Wheeler process can accelerate them to GeV-range energies. We develop a theoretical model, the predictions of which provide a good match to the simulation results. Finally, we address the influence of the ion mass, showing that the laser absorption and positron acceleration is enhanced with deuterons compared to protons

References:

- [1] R Capdessus *et al* 2020 *New J. Phys.* **22** 113003

Préférence: oral

Statut de l'auteur inscrit au Forum: post-doc

FORUM ILP 2021

Première campagne expérimentale de production neutronique en attaque indirecte sur le LMJ

S. LIBERATORE, P. GAUTHIER, J.-L. WILLIEN, P.-E. MASSON-LABORDE
F. PHILIPPE, X. VAISSEAU, O. LANDOAS

Commissariat à l'Energie Atomique, DAM île de France
stephane.liberatore@cea.fr

Du 16 octobre au 21 novembre 2019 ont eu lieu sur le Laser MegaJoule (LMJ) une série de 10 tirs dont l'objectif principal était de produire des neutrons de fusion du deutérium (D_2) par l'implosion d'une capsule en plastique (dopé au silicium) placée au centre d'une cavité vide en or. La voie explorée ici est celle de l'attaque indirecte dans le cadre de la Fusion par Confinement Inertiel.

Pour réaliser cette série de tirs, une étude de dimensionnement a été menée sur la base de 6 chaînes laser disponibles, ce qui donne une énergie laser au centre chambre de l'ordre de 150 kJ. Ceci correspond à 12 quadruplets (48 faisceaux) entrant par les deux trous d'entrée laser de la cible avec des angles fixés par l'installation. La conséquence est que l'irradiation laser et le rayonnement X d'attaque de la capsule sont tridimensionnels (3D). A partir de ces conditions, une conception de cibles robustes et performantes a été menée. L'utilisation d'un code d'hydrodynamique radiative 3D a été nécessaire pour affiner cette recherche, ce qui a conduit à la définition d'un ensemble de cibles et à obtenir des calculs de prévisions expérimentales.

La campagne a été un grand succès. Les cibles tirées ont donné un nombre de neutrons de l'ordre de 10^{11} , ordre de grandeur prévu par les simulations. Le maximum atteint est d'environ $1,4 \cdot 10^{11}$ neutrons avec du D_2 , ce qui correspondrait à quelques 10^{13} neutrons pour un combustible deutérium tritium, comparable au rendement de la National Ignition Facility pendant ses premières années de fonctionnement.

Préférence: oral

Statut de l'auteur inscrit au Forum: chercheur

Envoyez ce fichier rempli à : paul-edouard.masson-laborde@cea.fr

Faisceaux d'ions accélérés par interaction d'un laser intense avec un jet de gaz dense

P. PUYUELO-VALDES*, J.L. HENARES, F. FANNACHI, T. CECCOTTI, J. DOMANGE, M. EHRET, E. D'HUMIERES, L. LANCIA, J.-R. MARQUES, X. RIBEYRE, J.J. SANTOS, V. TIKHONCHUK, et M. TARISIEN

*CENBG, CNRS-IN2P3, Université de Bordeaux, 33175 Gradignan cedex, France.
INRS-EMT, 1650 Blvd. Lionel-Boulet, Varennes (QC) Canada.*

LIDYL, CNRS, CEA, Université de Paris-Saclay, 91191 Gif-Sur-Yvette cedex, France.

CELIA, CNRS, CEA, Université de Bordeaux, UMR 5107, 33400 Talence, France.

Institut für Kernphysik, Technische Universität Darmstadt, 64289 Darmstadt, Germany.

LULI, CNRS, CEA, Sorbonne Université, Ecole Polytechnique, Institut Polytechnique de Paris, France.

* Centro de Laseres Pulsados (CLPU), Calle del Adaja 8, Villamayor, 37185, Salamanca, Spain ppuyuelo@clpu.es

Un faisceau d'ions bien caractérisé avec une petite divergence, un spectre en énergie contrôlable et produit à haut taux de répétition est nécessaire pour la majorité des applications envisagées pour les faisceaux d'ions accélérés par laser. L'utilisation de cibles gazeuses permet de résoudre le problème majeur de la génération de débris néfastes pour les optiques durant les tirs [1, 2]. Des protons accélérés par l'interaction du laser infra-rouge de l'installation PICO2000 avec une cible gazeuse supersonique d'hydrogène développée au CENBG, ont été observés à 0°, 30°, 70° et 80° par rapport à la direction incidente du laser. Pendant l'expérience, nous avons étudié l'influence du point de focalisation du laser (défini en plusieurs endroits du profil de densité du jet de gaz) sur les spectres observés et le rôle de l'ASE (Amplified Spontaneous Emission) qui modifie de façon notable les caractéristiques de la cible gazeuse avant l'interaction.

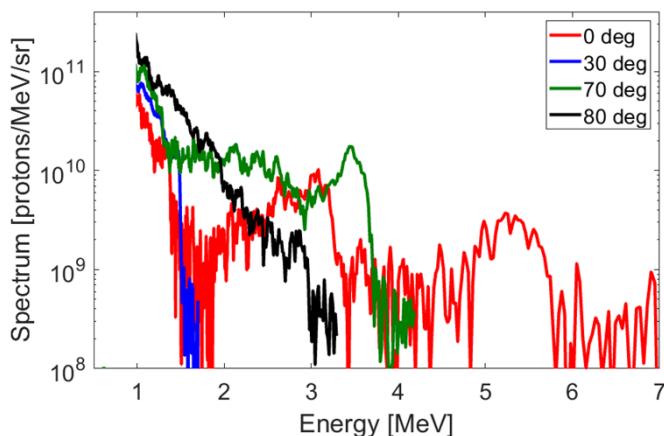


Figure 1 : Spectres en énergie des protons mesurés à 0° (rouge), 30° (bleu), 70° (vert) et 80° (noir) par rapport à l'axe du laser de l'installation PICO2000

Les spectres présentés sur la Figure 1 ont été observés dans les conditions optimales [3]. Ils comportent plusieurs structures qui reflètent les mécanismes d'interaction à l'œuvre : À 80°, dans la direction transverse au laser, le nombre de protons de basses énergies est de l'ordre de

10^{11} protons/MeV/sr et diminue rapidement avec l'énergie pour atteindre à quelques MeV 10^8 protons/MeV/sr, la limite de détection. À 70° , un plateau est observé, avec 10^{10} protons/MeV/sr entre 1 et 3,5 MeV ainsi qu'une structure plus ramassée à 3,4 MeV. À 0° , dans la direction du laser, le spectre présente des caractéristiques particulières. Le nombre de protons diminue de 10^{11} à 10^9 protons/MeV/sr entre 0,5 et 2 MeV. Au-delà, ce nombre de protons atteint 10^{10} protons/MeV/sr entre 1,7 et 3 MeV. Une troisième structure est présente avec un nombre de 5×10^{19} protons entre 4,3 et 5,3 MeV.

Les spectres mesurés ont été reproduits en simulations en utilisant conjointement le code hydrodynamique FLASH [4] et le code PIC-2D PICLS [5]. Le code FLASH a permis de calculer le profil de densité de la cible gazeuse, fortement modifié par l'ASE du laser, vu par l'impulsion principale. Ce profil de densité réel est ensuite introduit dans le code PIC pour reproduire l'interaction de la cible modifiée avec l'impulsion laser picoseconde principale. Globalement les formes des spectres sont bien reproduites dans les simulations. L'auto-focalisation et « l'auto-canalisation » du laser sont responsables de l'accélération des protons dans la direction transverse. Des chocs consécutifs au processus de « hole boring » du à la pression de radiation du laser [6] sont à l'origine de l'accélération dans la direction longitudinale et donnent des structures en forme de plateau dans les spectres. Des structures piquées, sont également observées aux énergies plus élevées et à différents angles, dans les simulations.

A notre connaissance, ce sont les premiers spectres de protons accélérés à plusieurs MeV produits dans l'interaction entre un laser infra-rouge et une cible gazeuse supersonique. Jusqu'ici les spectres en énergie atteignaient à peine 1 MeV d'énergie maximale [7,8]. Dans la même expérience, des particules alpha ont été accélérées jusqu'à 15 MeV à partir de cibles d'Hélium [9].

Dans le futur, il est envisagé de modifier le profil de densité des cibles gazeuses pour favoriser notamment l'accélération par choc dans la direction longitudinale. Cela peut être obtenu en développant de nouvelles buses et/ou en utilisant un laser annexe pour façonnner leur profil de densité [10].

References:

- [1] J. L. Henares, T. Tarisien, P. Puyuelo, J.-R. Marquès, T. Nguyen-Bui, F. Gobet, X. Raymond, M. Versteegen and F. Hannachi; Optimization of critical-density gas jet targets for laser ion acceleration in the collisionless shockwave acceleration regime, Journal of Physics: Conference Series, vol.1079, 012004 (2018).
- [2] J. L. Henares, P. Puyuelo-Valdes, F. Hannachi, T. Ceccotti, M. Ehret, F. Gobet, L. Lancia, J.-R. Marquès, J. J. Santos, M. Versteegen and M. Tarisien; Development of critical-density gas jet targets for laser-driven ion Acceleration, Rev. Sci. Instrum., vol. 90, 063302 (2019).
- [3] P. Puyuelo Valdes, J.L. Henares, F. Hannachi, T. Ceccotti, J. Domange, M. Ehret, E. d'Humieres, L. Lancia, J.-R. Marquès, X. Ribeyre, J.J. Santos, V. Tikhonchuk, and M.Tarisien; Proton acceleration by collisionless shocks using a supersonic H₂ gas jet target and high power infrared laser pulses, Phys. plasma, vol. 26, 123109 (2019)
- [4] B. Fryxell, K. Olson, P. Ricker, F. X. Timmes, M. Zingale, D. Q. Lamb, P. MacNeice, R. Rosner and H. Tufo; FLASH: An adaptivemesh hydrodynamics code for modelling astrophysical thermonuclearflashes, Astrophysical Journal Supplement, vol. 131, 273334 (2000).
- [5] Y. Sentoku and A.J. Kemp; Numerical Methods for Particle Simulations at Extreme Densities and Temperatures: Weighted Particles, Relativistic Collisions and Reduced Currents, Journal of Computational Physics, vol. 227 (14), p. 6846-6861 (2008).
- [6] S.C. Wilks, W.L. Kruer, M. Tabak and A. B. Langdon; Absorption of ultra-intense laser

pulses, Phys. Rev. Lett., vol. 69, 1383 (1992).

[7] F. Sylla, A. Flacco, S. Kahaly, M. Veltcheva, A. Lifschitz, V. Malka, E. d'Humières, I Andriyash and V. Tikhonchuk; Short Intense Laser Pulse Collapse in Near-Critical Plasma, Phys. Rev. Lett., vol. 110, 085001 (2013).

[8] S. N. Chen, M. Vranic, T. Gangolf, E. Boella, P. Antici, M. Bailly-Grandvaux, P. Loiseau, H. Pépin, G. Revet, J. J. Santos, A. M. Schroer, M. Starodubtsev, O. Willi, L. O. Silva, E. d'Humières and J. Fuchs; Collimated protons accelerated from an overdense gas jet irradiated by a 1 mm wavelength high-intensity short-pulse laser, Sci Reports, vol.7, 20452322 (2017).

[9] P. Puyuelo-Valdes, J-L. Henares, F. Hannachi, T. Ceccotti, J. Domange, M. Ehret, E. D'Humieres, L. Lancia, J-R. Marquès, J. Santos and M. Tarisien; Laser driven ion acceleration in high-density gas jets, Proc. SPIE 11037, Laser Acceleration of Electrons, Protons, and Ions V, 110370B (2019).

[10] O. Tresca, N. P. Dover, N. Cook, C. Maharjan, M. N. Polyanskiy, Z. Najmudin, P. Shkolnikov, and I. Pogorelsky; Spectral Modification of Shock Accelerated Ions Using a Hydrodynamically Shaped Gas Target, Phys. Rev. Lett., vol. 115, 094802 (2015)

Préférence: oral (sous réserve de l'acceptation d'une présentation orale par le comité)

Statut de l'auteur inscrit au Forum: post-doc / je present mon travail de these

FORUM ILP 2021

Enhanced ion acceleration using the high-energy petawatt PETAL laser

D. Raffestin 1, 2 , L. Lecherbourg 3 , I. Lantuéjoul 3 , B. Vauzour 3 , P. E. Masson-Laborde 3 , 4 , X. Davoine 3, 4 , N. Blanchot 1 , J.L. Dubois 2 , X. Vaisseau 3 , E. d'Humières 2 , L. Gremillet 3, 4 , A. Duval 3 , Ch. Reverdin 3 , B. Rosse 3 , G. Boutoux 3 , J.E. Ducret 5 , Ch. Rousseaux 3 , V. Tikhonchuk 2 , D. Batani 2

1 CEA, DAM, CESTA, F-33116 LE BARP, France

2 Centre Laser Intenses et Applications, Université de Bordeaux-CNRS-CEA, UMR 5107, 33405 TALENCE, France

3 CEA, DAM, DIF, F-91297 ARPAJON, France

4Université Paris-Saclay, CEA, LMCE, 91680 Bruyères-le-Châtel, France

5 CEA, DRF, IRFU, GANIL, F-14000 CAEN, France

The high-energy petawatt PETAL laser system was commissioned at CEA's Laser Mégajoule (LMJ) facility during the 2017-2018 period. This paper reports in detail on the first experimental results obtained at PETAL on energetic particle and photon generation from solid foil targets, with special emphasis on proton acceleration. Despite a moderately relativistic ($< 10^{19}$ W/cm²) laser intensity, proton energies as high as 51 MeV have been measured, significantly above those expected from preliminary numerical simulations using idealized interaction conditions. Improved hydrodynamic and kinetic simulations, taking account of the actual laser parameters, show the importance of the hot-electron production in the extended, low-density preplasma created by the laser pedestal. This occurs through two main pathways: (i) stimulated backscatter of the incoming laser light, triggering stochastic electron heating in the resulting counter-propagating laser beams; (ii) laser filamentation, leading to local intensifications of the laser field and plasma channeling, both effects tending to boost the electron acceleration. Moreover, due to the large (~ 100 μ m) waist and ps-long duration of the PETAL beam, the hot electrons can sustain a high electrostatic field at the target rear side for a long time, thus enabling efficient target normal sheath acceleration of the rear-side protons. The particle distributions predicted by our numerical simulations are consistent with the measurements.

Préférence: oral (sous réserve de l'acceptation d'une présentation orale par le comité)

Statut de l'auteur inscrit au Forum: chercheur

Envoyez ce fichier rempli à : paul-edouard.masson-laborde@cea.fr

FORUM ILP 2021

10 PetaWatt Laser System for Extreme Light Physics

S. Ricaud, F. Lureau, G. Matras, S. Laux, B. Beaurepaire, C. Radier, O. Chalus, O. Casagrande, T. Morbieu, A. Pellegrina, E. Etter, P. Calvet, G. Rey, C. Derycke, A. Baleanu, A. Gradinariu, L. Boudjemaa, C. Simon-Boisson
THALES LAS, 2 avenue Gay Lussac Elancourt
Thales Systems Romania, Bucarest, Romania
sandrine.ricaud@fr.thalesgroup.com

Ultra-high intensity laser pulses are required by researchers for a growing number of applications like laser-based particle acceleration, generation of ultrafast energetic electrons and ions, attosecond generation, etc...

Over the past decades, several laser systems have been built worldwide with peak power exceeding 1 PetaWatt. However, it is necessary to increase further laser peak power for some extreme light applications such as high field physics or generation of high-energy protons in the range of 200-400 MeV. We present results obtained on the first 10PW laser at ELI-NP installation, in Romania. We demonstrated a laser system delivering pulses at 1 shot/min with a peak power of 10.9PW.

We report on the performance of 10 PW beamline describing results obtain in the final integration stage.

Préférence: oral

Statut de l'auteur inscrit au Forum: Ingénieur chez Thales

Envoyez ce fichier rempli à : paul-edouard.masson-laborde@cea.fr

FORUM ILP 2021

1^{ers} résultats de la campagne ILP « Shock Ignition » sur l'installation laser LMJ-PETAL

S.D. BATON¹, A. COLAITIS², C. ROUSSEAU³, G. BOUTOUX³, S. BRYGOO³, L. JACQUET³,
C. REVERDIN³, M. KOENIG¹, D. BATANI², A. CASNER², E. LE BEL^{2,4}, D. RAFFESTIN²,
V. TIKHONCHUK², J. TRELA², L. LE-DEROFF⁴, W. THEOBALD⁵, G. CRISTOFORI⁶, L.A. GIZZI⁶,
P. KOESTER⁶, L. LABATE⁶, K. SHIGEMORI⁷

¹ *LULI, CNRS-CEA-Ecole Polytechnique-Sorbonne Université, F-91128 Palaiseau cedex, France*

² *CELIA-Université de Bordeaux-CNRS-CEA, Talence F-33405, France*

³ *CEA, DAM, DIF, F-91297 Arpajon, France*

⁴ *CEA, DAM, CESTA, F-33114 Le Barp, France*

⁵ *Laboratory for Laser Energetics, University of Rochester, USA*

⁶ *INO, CNR, Pisa, Italy*

⁷ *Institute of Laser Engineering, University of Osaka, Japan*

E-mail : sophie.baton@polytechnique.edu

Dans l'ignition par choc, schéma alternatif pour la fusion par confinement inertiel, les électrons chauds produits par les instabilités paramétriques lors de l'interaction des faisceaux laser à haute intensité avec le plasma de couronne, peuvent avoir un effet bénéfique ou préjudiciable suivant leurs énergies et le moment où ils apparaissent [1]. Pour étudier leur impact, une campagne expérimentale dans le cadre de l'ILP a été réalisée sur l'installation LMJ-PETAL pour produire un choc fort dans des conditions plasma que l'on retrouve dans le schéma d'allumage par choc. Pour évaluer les effets des électrons chauds sur le choc, le système de lissage temporel laser SSD, qui a un effet modérateur sur l'instabilité de diffusion Raman stimulée, principale source des électrons chauds, a été enclenché ou non.

Cette campagne expérimentale s'est déroulée en deux étapes : la première en avril 2019 dédiée à la caractérisation des électrons chauds et à l'estimation du niveau des instabilités paramétriques [2], et la deuxième en mars 2020, plus centrée sur l'influence des électrons chauds sur la propagation du choc fort.

Ce travail a été supporté par l'Institut Laser & Plasma et conduit dans le cadre du consortium EUROFusion via les Enabling Research Projects ENR-IFE15.CEA-02 and ENR-IFE19.CEA-01.

References:

[1] Ph. Nicolai et al. Phys. Rev. E 89 (2014) 033107 ; A. Colaitis et al., Phys. Plasmas 23 (2016) 072703 ; E.

Llor Aisa et al., Phys. Plasmas 24 (2017) 112711 ; J. Treła et al., Phys. Plasmas 25 (2018) 052707.

[2] S.D. Baton, A. Colaitis, C. Rousseaux et al., High Energy Density Physics 36 (2020) 100796.

Statut de l'auteur inscrit au Forum: chercheur au LULI

FORUM ILP 2021

Des atomes aux planètes : exploration ab initio des intérieurs planétaires

F. SOUBIRAN

CEA DAM-DIF, 91297 Arpajon, France

francois.soubiran@cea.fr

La découverte de plus de 4000 exoplanètes dont la plupart n'ont pas d'équivalent dans le système solaire stimule de nombreux domaines de recherche afin d'en comprendre la structure, la formation, l'évolution et l'habitabilité. Pour construire leurs modèles, les astrophysiciens ont besoin de connaître les propriétés physiques (équation d'état, diagrammes de phases, propriétés de transport,...) de matériaux très variés et ce sur de très larges gammes de pression et température. Dans ce contexte, les simulations numériques dites ab initio se sont révélées être des atouts immenses pour la détermination précise des propriétés de la matière à très haute pression. Cela a notamment permis des changements de paradigmes concernant la structure de certaines planètes comme par exemple l'érosion du cœur de Jupiter ou l'origine du champ magnétique dans les Super-Terres. Appuyées par les expériences laser, les simulations numériques ab initio constituent donc un outil essentiel pour la compréhension des exoplanètes ainsi que pour la détermination des cibles prioritaires pour les observations spatiales.

Préférence: oral

Statut de l'auteur inscrit au Forum: chercheur

Envoyez ce fichier rempli à : paul-edouard.masson-laborde@cea.fr

FORUM ILP 2021

Simulation numérique pour l'accélération plasma : récentes avancées et applications à DESY

M. Thévenet¹, G. Boyle¹, R. D'Arcy¹, S. Diederichs¹, A. Ferran Pousa¹,
S. Jalas², M. Kirchen², A. Maier^{1,2}, A. Martinez de la Ossa¹, J. Osterhoff¹

¹*Deutsches Elektronen Synchrotron (DESY), Notkestraße 85, 22607 Hamburg, Germany*

²*Center for Free-Electron Laser Science and Department of Physics Universität Hamburg
maxence.thevenet@desy.de*

Numerical simulation plays a critical role in modern science, and the particle-in-cell (PIC) method in particular has demonstrated its usefulness to further our understanding of laser-plasma interaction. Simulation tools are capable of solving problems of increasing complexity by combining progress in multiple areas: (i) more stable and more accurate numerical schemes; (ii) improved algorithms and coding practices; (iii) more performant hardware and (iv) improved workflows for higher efficiency. The first part of this presentation will address recent trends and practices in simulation tools for plasma acceleration. The second part will focus on the application of such numerical tools to theoretical and numerical studies of plasma acceleration at DESY and the University of Hamburg (UHH), in particular for the conceptual design of a plasma-based injector for the Petra IV storage ring [1], for optimization tasks directly supporting experiments [2] and for positron acceleration [3].

La simulation numérique joue un rôle central dans la recherche moderne, et la méthode particle-in-cell (PIC) en particulier s'avère très utile dans notre compréhension de la physique de l'interaction laser-plasma. Les outils de simulation peuvent résoudre des problèmes toujours plus complexes en combinant plusieurs facteurs : (i) des schémas numériques plus stables et plus précis ; (ii) de meilleurs algorithmes et techniques de programmation ; (iii) des processeurs plus performants et (iv) des workflows plus efficaces. La première partie de cette présentation portera sur les avancées récentes des outils de simulation de l'accélération plasma. La deuxième partie traitera de l'application des méthodes numériques pour des études théoriques et numériques de l'accélération plasma à DESY et à l'Université de Hambourg (UHH), en particulier pour le design d'un injecteur laser-plasma pour l'anneau de stockage Petra IV [1] ; pour optimiser des paramètres expérimentaux [2] ou pour étudier l'accélération de positrons [3].

Préférence : oral (invité par J. Faure au nom du GDR Ultrafast Phenomena)

Statut de l'auteur inscrit au Forum : chercheur

Références :

- [1] Agapov, Ilya, et al. "Status of the PETRA IV project. " *10th Int. Particle Accelerator Conf.(IPAC'19)* ", Melboune, Australia. 2019.
 - [2] Jalas, S. et al., *Bayesian optimization of a laser-plasma accelerator* accepted in PRL
 - [3] Diederichs, et al. *Phys. Rev. Accel. Beams* 23.12: 121301 (2020)
- Envoyez ce fichier rempli à: paul-edouard.masson-laborde@cea.fr

Driving strongly magnetized HED plasmas at Omega

G. Pérez-Callejo¹, M. Bailly-Grandvaux², C. McGuffey³, C. A. Walsh⁴, R. Florido⁵, M. A. Gigosos⁶, F. Beg², F. Suzuki-Vidal⁷, R. C. Mancini⁸, C. Vlachos¹, J. J. Santos¹

1. *Centre Lasers Intenses et Applications (CELIA), 13UMR 5107, F-33405 Talence, France*

2. *Center for Energy Research, University of California, San Diego*

3. *General Atomics, San Diego*

4. *Lawrence Livermore National Laboratory*

5. *iUNAT - Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35017 Las Palmas de Gran Canaria, Spain*

6. *Departamento de Física Teórica, Atómica y Óptica,
Universidad de Valladolid, 47071 Valladolid, Spain*

7. *Imperial College, London*

8. *Department of Physics, University of Nevada, Reno, NV 89557, USA*

We present the design and first results of a novel all-optical platform to magnetize laser-driven cylindrical implosions at the OMEGA facility. The cylindrical targets are filled with Ar-doped D2 gas and are symmetrically imploded using a 36-beam 15 kJ, 1.5 ns laser drive. To investigate the effects of magnetization, the implosion was characterized using X-ray imaging and the Ar line emission was recorded with the XRS spectrometer. According to proton probing, the seed B-field generated with a pair of laser-driven coil (LDC) targets was <10 T, likely due to the large inductance of the coils. We simulated the platform with 2-D numerical simulations using the MHD codes FLASH and GORGON, which predict that a seed B-field with strength varied over the range 10 to 50 T is compressed to 8 to 30 kT, respectively. Such a compressed magnetic field is strong enough to alter the characteristic conditions of the compressed core.

High power CW laser heating for the study of materials at very high temperature

Laurent Gallais

Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille,

Institut Fresnel, 13013 Marseille

laurent.gallais@fresnel.fr

Knowledge of material properties and their changes at high temperature, as well as the behaviour of the materials themselves, is critically important in numerous fields such as nuclear fission, fusion (plasma facing components), aerospace, defense and many industrial processes. For such studies, laser techniques are particularly suitable since they can easily drive materials to extreme temperatures with a very high amount of precision and control. They can be combined with contactless instruments (pyrometry, spectrometry, thermal imaging) to derive the thermophysical properties of materials. In this talk we will discuss on our recent contributions in this field with some studies conducted on Graphite (up to 3800 K), on Uranium dioxide (with generation of complex thermal gradients) and Tungsten (studies of recrystallization kinetics at high temperature).

References:

- [1] L. Gallais, T. Vidal, E. Lescoute, Y. Pontillon, J. L. Rullier, ‘High power continuous wave laser heating of graphite in a high temperature range up to 3800 K’, Journal of Applied Physics 129, 043102 (2021).
- [2] M. Minissale, A. Durif, P. Hiret, T. Vidal, J. Faucheux, M. Lenci, M. Mondon, G. Kermouche, Y. Pontillon, C. Grisolia, M. Richou, L. Gallais, ‘A high power laser facility to conduct annealing tests at high temperature’, Review of Scientific Instruments 91, 035102 (2020).
- [3] T. Vidal, L. Gallais, J. Faucheux, H. Capdevila, J. Sercombe, Y. Pontillon, ‘Simulation of reactivity initiated accident thermal transients on nuclear fuels with laser remote heating’, Journal of Nuclear Materials 530, 151944 (2020).

Envoyez ce fichier rempli à : paul-edouard.masson-laborde@cea.fr

FORUM ILP 2021

Physics of Weibel-Mediated Relativistic Collisionless Shocks

A. VANTHIEGHEM^{1,2,3}, M. LEMOINE^{2,3}, L. GREMILLET^{4,5}, G. PELLETIER⁶

¹*High Energy Density Science Division, SLAC National Accelerator Laboratory, Menlo Park, California 94025, USA*

²*Sorbonne Université, Institut Lagrange de Paris (ILP), 98 bis bvd Arago, F-75014 Paris, France*

³*Institut d'Astrophysique de Paris, CNRS – Sorbonne Université, 98 bis boulevard Arago, F-75014 Paris*

⁴*CEA, DAM, DIF, F-91297 Arpajon, France*

⁵*Université Paris-Saclay, CEA, LMCE, 91680 Bruyères-le-Châtel, France*

⁶*Université Grenoble Alpes, Centre National de la Recherche Scientifique–INSU, Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble, F-38041 Grenoble, France*

vanthieghem@slac.stanford.edu

Relativistic collisionless shock waves emerged as outstanding phenomena in high energy astrophysics. They can be found in a wide range of extreme astrophysical environments such as gamma-ray bursts, pulsar wind nebulae or active galactic nuclei in which they are often held responsible for cosmic ray acceleration and radiation emissions. In the absence of external magnetic field, these shock waves stem from the interaction of the ambient plasma with a beam of Fermi-accelerated suprathermal particles via microinstabilities scattering off the particles. In this talk, we present an analytical model corroborated by large-scale kinetic simulations that describes the dynamics of the precursor of relativistic unmagnetized collisionless shock waves in pair plasmas [1,2]. We show that one can find a specific frame in which the microturbulence is quasi-magnetostatic and that this frame is noninertial [3]. We then demonstrate that accounting for the pitch angle scattering in this noninertial microturbulence frame is sufficient to model the ambient plasma heating and slowdown up to the shock front [4]. In this framework, we then provide a description of the scattering of the beam of suprathermal particles in this microturbulence [5]. Finally, we then discuss how this model can be extended to relativistic electron-ion shock waves by accounting for the electrostatic field arising from the difference in inertia between electrons and ions, and show how it can be used to interpret the observational evidence of equipartition between electrons and ions in such shocks.

References:

- [1] M. Lemoine, L. Gremillet, G. Pelletier, A. Vanthieghem, Phys. Rev. Lett. 123, July 2019
- [2] A. Vanthieghem, M. Lemoine, I. Plotnikov, A. Grassi, M. Grech, L. Gremillet and G. Pelletier, Galaxies 8, April 2020
- [3] G. Pelletier, L. Gremillet, A. Vanthieghem, M. Lemoine, “Physics of relativistic collisionless shocks: The scattering-center frame”, Phys. Rev. E 100, July 2019
- [4] M. Lemoine, A. Vanthieghem, G. Pelletier, L. Gremillet, Phys. Rev. E 100, September 2019
- [5] M. Lemoine, G. Pelletier, A. Vanthieghem, L. Gremillet, Phys. Rev. E 100, September 2019

Préférence: oral

Statut de l'auteur inscrit au Forum: post-doc

Envoyez ce fichier rempli à : paul-edouard.masson-laborde@cea.fr