

# Assemblée générale 2023 - GdR APPEL

lundi 13 novembre 2023 - mercredi 15 novembre 2023

CEA



## Recueil des résumés



# Contents

Conception de lignes de transport pour les accélérateurs laser-plasma par effet de sillage	1
Simple few-shot method for spectrally resolving the wavefront of an ultrashort laser pulse .....	1
Prospective scientifique de l'INP sur la physique en régimes extrêmes et l'accélération laser-plasma .....	2
COXINEL : Laser plasma accelerator based seeded free electron laser .....	2
Fonctionnement d'un accélérateur laser-plasma kHz en continu avec pompage différentiel et étude de la nature du gaz sur la qualité du faisceau. ....	2
Ion acceleration from optically shaped high density gas jet targets .....	3
Modelling electron deflectometry measurements of magnetic fields in ultrahigh-intensity, femtosecond laser-solid interactions .....	4
First proton acceleration and X-ray emission at the Apollon laser facility .....	4
Accélération laser-plasma d'ions grâce des cibles façonnées optiquement autour de la densité critique .....	5
Installation laser Apollon : dernières améliorations et perspectives .....	5
Une brève introduction au logiciel de simulation GEANT4 .....	6
Sensibilisation à la physique du faisceau dans les accélérateurs laser-plasma .....	6
Applications and prospects of LPA and VHEE beams in Radiotherapy .....	6
$\alpha$ particle sources production through proton-boron nuclear reactions initiated by UHI lasers .....	7
Les avancements du projet LAPLACE (Laser Plasma Acceleration Center) .....	8
Utilisation des codes hydrodynamiques pour l'accélération de particules et présentation du code FLASH .....	8
PALLAS une ligne de test pour l'accélération laser-plasma .....	8
Modèle numérique de substitution pour le développement d'une source d'électron laser-plasma .....	9
Accélérateurs plasma dans le cadre de la stratégie européenne en physique des particules	9

Modélisation de la distribution transverse du laser dans l'accélération laser-plasma . . . .	10
Amplitude Roadmap for high average power ultraintense laser for plasma acceleration . .	10
L'IA au service de la simulation numérique de phénomènes physiques complexes –applica- tion à la fusion pour l'énergie . . . . .	11
Theoretical model of post acceleration and focalization of protons produced with TNSA	11
Caractérisation des émissions de neutrons produits par lasers extrêmes . . . . .	12
KAIO-Beamline –a modular high-repetition rate laser-plasma electron accelerator for a broad range of applications . . . . .	13
A novel laser-driven electron acceleration scheme based on a plasma-mirror injector . .	14
SCIPAC, nouveau GDR sur les accélérateurs de particules . . . . .	14
Update on PALLAS project . . . . .	15
Evolution des simulations PIC dans le paysage HPC . . . . .	16
EuPRAXIA - Avancement de la phase préparatoire . . . . .	16
EARLI : une source d'électrons alternative basée sur l'interaction laser-plasma . . . . .	16
Technologie laser pour accélération laser plasma : état de l'art et perspectives . . . . .	17
Discussion . . . . .	17

## Simulations électrons / 2

## Conception de lignes de transport pour les accélérateurs laser-plasma par effet de sillage

**Auteur:** Laury Batista<sup>1</sup>

**Co-auteurs:** Antoine Chance <sup>2</sup>; Damien Minenna <sup>3</sup>; Didier URIOT <sup>4</sup>; Nicolas Chauvin <sup>4</sup>; Phu Anh Phi Nghiem ; Samuel Marini <sup>4</sup>

<sup>1</sup> CEA Paris Saclay

<sup>2</sup> CEA Irfu

<sup>3</sup> CEA, IRFU

<sup>4</sup> CEA

**Auteur correspondant** laury.batista@cea.fr

Les accélérateurs laser-plasma (ALP) par effet de sillage sont une alternative prometteuse pour de nombreuses applications industrielles et médicales. Malgré d'importants progrès, l'utilisation des ALP pour des applications concrètes nécessite une amélioration de la qualité du faisceau et la qualité du transport. Les faisceaux des ALP sont différents des faisceaux étudiés dans les accélérateurs conventionnels. Une étude dédiée aux lignes de transport pour l'accélération laser plasma s'avère donc nécessaire. L'objectif est de contrôler la qualité du faisceau dans la ligne malgré les contraintes imposées par le faisceau sortant du plasma d'un ALP (émittance, dispersion en énergie et divergence importantes pour des petites tailles). Par conséquent, plusieurs configurations sont étudiées à l'aide de TraceWin et de codes d'optimisation. Grâce à cela, des lois d'échelles sont obtenues afin de d'imposer des limites aux caractéristiques du faisceau produit par l'étage plasma en fonction des applications ciblées. Cette étude s'inscrit dans les projets d'installation ALP que nous avons en charge.

## Simulations électrons / 3

## Simple few-shot method for spectrally resolving the wavefront of an ultrashort laser pulse

**Auteur:** Slava Smartsev<sup>1</sup>

**Co-auteurs:** Aaron Liberman <sup>2</sup>; Igor Andriyash <sup>3</sup>; Antoine Cavagna <sup>1</sup>; Alessandro Flacco <sup>4</sup>; Camilla Giaccaglia <sup>1</sup>; Jaismeen Kaur <sup>1</sup>; Joséphine Monzac <sup>1</sup>; Sheroy Tata <sup>2</sup>; Aline Vernier <sup>1</sup>; Victor Malka <sup>2</sup>; Rodrigo Lopez-Martens <sup>1</sup>; Jérôme FAURE <sup>5</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire d'Optique Appliquée (LOA)

<sup>2</sup> Weizmann Institute of Science

<sup>3</sup> Laboratoire d'Optique Appliquée

<sup>4</sup> LOA/ENSTA

<sup>5</sup> LOA

**Auteur correspondant** slava.smartsev@ensta-paris.fr

We present a novel and straightforward approach for the spatio-spectral characterization of ultrashort pulses: IMPALA (iterative multispectral phase retrieval for lasers) {1}. This minimally intrusive method relies on placing a mask with specially arranged pinholes in the beam path before the focusing optic and retrieving the spectrally-resolved laser wavefront from the speckle pattern produced at focus. We test the efficacy of this new method by accurately retrieving chromatic aberrations, such as pulse front tilt, pulse front curvature, and higher-order aberrations introduced by a spherical lens. The simplicity and scalability of this method, combined with its compatibility with single-shot operation, make it a promising candidate to become a new standard diagnostic tool in high-intensity laser facilities.

Indico rendering error

Could not include image: [401] Error fetching image

**References:**

{1} S. Smartsev et. al. arXiv:2307.15799

**Stratégie / 4**

## Prospective scientifique de l'INP sur la physique en régimes extrêmes et l'accélération laser-plasma

**Auteur:** Sébastien Corde<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Ecole polytechnique, LOA*

**Auteur correspondant** sebastien.corde@ensta-paristech.fr

L'Institut de Physique du CNRS a travaillé sur sa prospective scientifique pour nourrir la réflexion sur l'évolution de la physique à l'horizon 2030. Un des quinze ateliers concernait plus particulièrement la physique en régimes extrêmes, allant des très basses températures, des très hautes pressions à la physique des plasmas et aux sources et accélérateurs plasma notamment.

Dans cette présentation, je présenterais le travail réalisé dans le cadre de cette prospective scientifique, de manière générale ainsi qu'au sein de l'atelier physique en régimes extrêmes. Après avoir résumé les grandes thématiques et les enjeux identifiés pour l'horizon 2030 par l'atelier extrêmes dans son texte de prospective, je discuterais les directions et développements potentiels pour l'accélération laser-plasma qui sont ressortis de cet exercice.

**Installations / 5**

## COXINEL : Laser plasma accelerator based seeded free electron laser

**Auteur:** amin ghaith<sup>1</sup>

**Co-auteurs:** Arie Irman <sup>1</sup>; Marie Emmanuelle COUPRIE <sup>2</sup>; Marie LABAT <sup>3</sup>; Ulrich Schramm <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *HZDR*

<sup>2</sup> *Synchrotron SOLEIL*

<sup>3</sup> *SOLEIL*

**Auteur correspondant** a.ghaith@hzdr.de

The commissioning of a seeded free electron laser (FEL) using a Laser Plasma Accelerator (LPA) source consisting of the COXINEL beamline and HZDR DRACO 100 TW driving laser is reported. Several diagnostics are installed along the beamline to transport and characterize the electron beam, synchronize and align it with the laser seed to attain FEL amplification. A UV spectrometer is installed at the end of the beamline for undulator radiation characterization and FEL measurements. We present the methods used that led to the first LPA based seeded FEL at 270 nm wavelength, as well as the future prospects of the COXINEL experiment.

**Électrons / 6**

## Fonctionnement d'un accélérateur laser-plasma kHz en continu avec pompage différentiel et étude de la nature du gaz sur la qualité du faisceau.

**Auteur:** Joséphine MONZAC<sup>1</sup>

**Co-auteurs:** Slava Smartsev <sup>2</sup>; Julius Huijts ; Lucas Rovige ; Igor Andriyash <sup>3</sup>; Aline Vernier <sup>2</sup>; Jaismeen Kaur <sup>2</sup>; Antoine Cavagna <sup>2</sup>; Zhao Cheng ; Rodrigo Lopez-Martens <sup>2</sup>; Jérôme FAURE <sup>1</sup>

<sup>1</sup> LOA

<sup>2</sup> Laboratoire d'Optique Appliquée (LOA)

<sup>3</sup> Laboratoire d'Optique Appliquée

**Auteur correspondant** josephine.monzac@ensta-paris.fr

L'accélération d'électrons par interaction laser-plasma au kHz suscite un vif intérêt pour des applications médicales et industrielles, notamment en raison de sa capacité à produire des faisceaux d'électrons stables et à accumuler très rapidement un grand nombre de tirs.

Actuellement, les systèmes laser kHz sont limités à des impulsions de quelques millijoules. Pour atteindre les intensités relativistes nécessaires à l'accélération laser-plasma, ces impulsions sont fortement focalisées et compressées temporellement jusqu'à quelques femtosecondes 1.

Pour bénéficier des avantages des faisceaux d'électrons accélérés par LPA au kHz dans les applications, il est préférable de fonctionner en continu. Cela implique d'utiliser un système de cible fonctionnant avec un flux continu de gaz, qui peut également délivrer des gaz légers (He, H<sub>2</sub>) pour minimiser les pertes d'énergie dans les impulsions laser dues à la défocalisation par ionisation 2.

Nous présenterons nos derniers résultats sur les faisceaux d'électrons relativistes générés par un accélérateur LPA kHz opérant en continu. Nous avons utilisé le système laser Salle Noire au LOA, qui délivre des impulsions de 4 fs avec des énergies de 2,5 mJ sur cible. Nous avons généré des faisceaux à faible divergence avec des spectres étroits centrés autour de 8 à 12 MeV, tout en maintenant une très grande stabilité du pointé du faisceau et de la charge d'un tir à l'autre. L'élément essentiel pour obtenir ces résultats et opérer en continu réside dans notre système de pompage différentiel qui nous a permis d'utiliser un flux continu de gaz légers tels que l'hélium ou l'hydrogène. La présentation inclura une étude paramétrique de l'influence de la nature du gaz utilisée sur la qualité des faisceaux d'électrons accélérés.

1 D. Guénot et al. Nature Photon. 11, 293–296 (2017)

2 L. Rovige et al. Phys. Rev. Accel. Beams 23, 093401 (2020)

Ions / 7

## Ion acceleration from optically shaped high density gas jet targets

**Auteur:** Kristal Bontemps<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LP2IB

**Auteur correspondant** bontemps@cenbg.in2p3.fr

The ENL group (LP2IB) aims to accelerate ions up to several tens of MeV by the interaction of a high-intensity laser with an overcritical gas jet. This gas target is self-regenerating and does not create debris; so it can be used with the new generation of high-power lasers operating at high repetition rates.

One way to accelerate ions in a gas jet is to create a shock wave at its centre where the density is overcritical ( $n_c \approx 10^{21} \text{cm}^{-3}$ ) with a strong gradient. This acceleration process is called Collisionless Shock Acceleration (CSA). However, around the gas jet, there is an extended peripheral zone with low molecular density where the laser pulse interacts and is degraded, thus losing its integrity and

its energy needed to trigger the CSA process. To address this problem our collaboration aims to minimise this low density region by shaping the gas jet with a low intensity prepulse. An experimental campaign at GSI on the PHELIX laser facility has been set up with a low-energy prepulse (1J,  $\tau = 500\text{fs}$ ) that precedes the intense main pulse (same pulse duration,  $E \in [50;100]\text{J}$  i.e. an intensity  $\sim 1020\text{W.cm}^{-2}$ ) by less than 1ns. To characterise the modified target interacting with the main pulse, a small part of the pulse is frequency doubled to illuminate a Nomarski interferometer and an shadowgraphy setup, and the kinetics of the target shaping is recorded with a streak camera illuminated with a backlighting laser of few ns. The accelerated ions are measured at different angles ( $0^\circ$ ,  $45^\circ$  and  $90^\circ$ ) by 3 Thomson parabolas equipped with Image Plates from which energy spectra can be extracted. First results will be presented in this talk.

## Simulations électrons / 8

# Modelling electron deflectometry measurements of magnetic fields in ultrahigh-intensity, femtosecond laser-solid interactions

**Auteur:** Stylianos Passalidis<sup>1</sup>

**Co-auteurs:** Sébastien Corde<sup>2</sup>; Xavier Davoine<sup>1</sup>; Max Gilljohann<sup>3</sup>; Olena Kononenko<sup>3</sup>; Yuliia Mankovska<sup>3</sup>; Pablo San Miguel Claveria<sup>4</sup>; Laurent Gremillet<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CEA DAM DIF

<sup>2</sup> Ecole polytechnique, LOA

<sup>3</sup> Ecole Polytechnique, LOA

<sup>4</sup> Laboratoire d'Optique Appliquée (IP Paris)

**Auteur correspondant** stylianos.passalidis@cea.fr

We examine numerically the processes of magnetic field generation in relativistic femtosecond laser-solid interactions. Our study is motivated by a recent experiment at LOA, whereby the B fields induced in a thin ( $\sim 20\ \mu\text{m}$ ) solid foil by a  $\sim 1019\ \text{Wcm}^{-2}$ ,  $\sim 30\ \text{fs}$  laser pulse were diagnosed via electron deflectometry. In contrast to a previous experiment<sup>1</sup>, the  $\sim 100\ \text{MeV}$ -range probe beam was produced by an auxiliary laser-wakefield accelerator, and injected into the solid foil through its rear (non-irradiated) surface. The mean angular deflection and root-mean-square (rms) spread of the beam electrons after exiting the irradiated foil surface showed nontrivial dependencies on delay time and transverse position with respect to the driving laser pulse.

We compare these measurements with the results of 2D collisional particle-in-cell simulations run under conditions as close as possible to the actual ones. Notably, we take into account the 2D preplasma created by the laser's pedestal and describe self-consistently the interaction of the probe electrons with the induced plasma fields. Two main B-field generation mechanisms are found to account for the observed electron deflections: (i) the collisionless current filamentation instability<sup>2</sup>, which excites strong ( $>103\ \text{T}$ ), kinetic-scale fields around the laser spot<sup>[3]</sup>; (ii) the fountain-like motion of the fast electrons near the plasma-vacuum boundaries, which leads to azimuthal B fields surrounding the laser spot up to  $\sim 100\ \mu\text{m}$  radii<sup>[4,5]</sup>.

Our synthetic deflectometry maps reproduce qualitatively the experimental data as regards both the mean and rms deflections. To shed further light on the simulation results, we proceed with a quasistatic approach which enables the respective effects of the small- and large-scale field components to be isolated as a function of the location and time of probing.

## References

- 1 G. Raj et al., Phys. Rev. Res. 2, 023123 (2020).
- 2 A. Bret, L. Gremillet, and M. Dieckmann, Phys. Plasmas 17, 12050 (2010).
- [3] J. C. Adam et al., Phys. Rev. Lett. 97, 205006 (2006).
- [4] G. Sarri et al., Phys. Rev. Lett. 109, 205002 (2012).
- [5] W. Schumaker et al., Phys. Rev. Lett. 110, 015003 (2013).

Ions / 9

## First proton acceleration and X-ray emission at the Apollon laser facility

**Auteur:** Weipeng YAO<sup>1</sup><sup>1</sup> LULI CNRS**Auteur correspondant** yao.weipeng@polytechnique.edu

We present the first results from the commissioning of the short-focal-length area of the Apollon laser facility, which was performed with the main laser beam (F1), scaled to a nominal power of 3 petawatts. This beam delivered on-target pulses of 40 J average energy and 22 fs duration. Stable acceleration of protons (above 50 MeV) and strong emission of X-rays were recorded, showing good laser-to-target coupling efficiency. This will be followed in 2024 by a last commissioning stage at the 10 petawatt level.

Ions / 10

## Accélération laser-plasma d'ions grâce des cibles façonnées optiquement autour de la densité critique

**Auteur:** Antoine MAITRALLAIN<sup>1</sup><sup>1</sup> LP2iB/ENL**Auteur correspondant** maitrall@cenbg.in2p3.fr

L'accélération laser plasma (ALP) d'ions a été principalement étudiée dans le cadre de l'interaction d'une impulsion laser intense avec une cible solide conduisant à l'accélération d'ions grâce au mécanisme TNSA (Target Normal Sheath Acceleration). D'autres processus d'accélération rentrent en jeu lorsque des cibles dont la densité est proche de la densité critique sont utilisées. Ces milieux sont obtenus à partir de cibles solides pré-explosées ou bien de jets de gaz à haute pression et surdensés. Parmi les mécanismes d'ALP obtenus avec ces conditions d'interaction, les simulations numériques (PIC) prédisent que le CSA (Collisionless Shock Acceleration) permettrait d'accélérer des ions de manière quasi-mono énergétiques et sur l'axe du laser, ce qui est idoine pour leur utilisation en physique fondamentale ou pour des applications. Malheureusement les profils de densité obtenus grâce à ces jets de gaz ne permettent pas d'obtenir des cibles fines et présentant des gradients raides, idéales pour la mise en œuvre du CSA. Il apparait alors nécessaire de façonner optiquement ces cibles pour se rapprocher des conditions d'interactions optimales. Lors de cette présentation, je reviendrai sur certains mécanismes d'accélération qui peuvent intervenir ainsi que sur les résultats expérimentaux obtenus ces dernières années sur ce type de cibles.

Installations / 11

## Installation laser Apollon : dernières améliorations et perspectives

**Auteur:** Dimitrios PAPADOPOULOS<sup>1</sup><sup>1</sup> LULI/Apollon**Auteur correspondant** dimitrios.papadopoulos@polytechnique.edu

Dans cet exposé, nous présentons les développements récents de l'installation laser multi-PW d'Apollon. Des détails seront fournis sur la récente mise à niveau du laser au niveau de puissance de crête de 4 PW et sur les perspectives d'avenir.

**Outils de simulations / 12**

## Une brève introduction au logiciel de simulation GEANT4

**Auteur:** Arnaud HUBER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LP2IB/CELLIA

**Auteur correspondant** huber@lp2ib.in2p3.fr

GEANT4 pour GEometry ANd Tracking est un logiciel multiplateforme dont le code source est en accès libre. Développé par et pour les besoins du CERN, il permet la simulation de particules à travers la matière par la méthode dite de Monte-Carlo. Le code et ses spécificités seront présentés ainsi que quelques exemples précis applicables à l'accélération laser-plasma.

**Simulations électrons / 13**

## Sensibilisation à la physique du faisceau dans les accélérateurs laser-plasma

**Auteur:** Phu Anh Phi Nghiem<sup>None</sup>

**Auteur correspondant** phu-anh-phi.nghiem@cea.fr

Pour un accélérateur laser-plasma avec communauté d'utilisateurs, le faisceau de particules accélérées occupe une place centrale, tant au niveau de la structure de l'accélérateur qu'à celui des utilisateurs auxquels il est destiné. Un tel faisceau est décrit par des paramètres tout à fait particuliers, obéissant à des phénomènes physiques spécifiques qui se manifestent à des endroits bien définis de l'accélérateur. La conception d'un accélérateur laser-plasma devrait suivre une stratégie tenant pleinement en compte cette physique du faisceau.

**Électrons / 14**

## Applications and prospects of LPA and VHEE beams in Radiotherapy

**Auteurs:** Abhishek Panchal<sup>1</sup>; sandrine.dobosz.dufrénoy<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CEA Paris-Saclay

<sup>2</sup> CEA-Paris Saclay / DRF-IRAMIS-LIDYL

**Auteur correspondant** abhishek.panchal@cea.fr

Radiotherapy is a primary modality of cancer treatment and the discovery of the FLASH effect has shed new light on the potential applications of Laser Plasma Accelerators as a source for Very High Energy Electron beams. Flash radiotherapy (FLASH-RT) is a relatively recent irradiation technology that involves the ultra-fast delivery of radiation treatment at dose rates (>40Gy/s) orders of magnitude higher than conventional RT ( $\approx$ Gy/min). Many recent studies have also highlighted the potential benefits of using

VHEE over photons or protons as they exhibit enhanced sparing of the surrounding healthy tissue and reduced susceptibility to tissue inhomogeneities.

In this perspective, laser driven particle sources are promising sources as they can produce short bunches (femtosecond scales) of very high energy electrons (tens of MeV) translating to peak dose rates of up to  $10^{11}$  Gy/s. We will present prospects of LPA as a source for studying the FLASH effect and strategies for dose measurement of high-dose rate sources.

## Simulations ions / 15

### $\alpha$ particle sources production through proton-boron nuclear reactions initiated by UHI lasers

**Auteur:** Thomas Carrière<sup>1</sup>

**Co-auteurs:** A McNamee ; C Verona ; D Batani ; D Giulietti ; D Lattuada ; D Margarone ; D Molloy ; D Raffestin ; D Singappuli ; F Consoli ; F Consoli ; F Filippi ; G A P Cirrone ; G Cristofari ; G Di Giorgio ; G G Rapisarda ; G L Guardo ; G Petringa ; H Larreur ; J A Perez-Hernandez ; K Batani ; L Giuffrida ; L Volpe ; M Alonzo ; M Cipriani ; M Ehret ; M Huault ; M Krupka ; M La Cognata ; M R D Rodrigues ; M Scisciò ; P L Andreoli ; Ph Nicolai ; R De Angelis ; R Lera ; S Agarwa ; S Palmerini ; S Singh

<sup>1</sup> *Université de Bordeaux*

**Auteur correspondant** thomas.carriere@u-bordeaux.fr

Proton-Boron nuclear reactions have been actively studied these last few years as a possible way of producing secondary alpha particles sources. Proton acceleration by interaction of ultra-high intense lasers with hydrogenated targets is the preferred way to initiate those type of reactions. 1 The alpha particles sources are studied for production of radio-isotopes as medical applications to be able to achieve an effective alternative to cyclotrons classically used.

The two main mechanisms of ion acceleration studied for this nuclear scheme are the Target Normal Sheath Acceleration (TNSA) and the Hole-Boring (HB) process. In the first case, protons are accelerated at the rear side of the target via the electrostatic field induced by laser driven electrons escaping from the target. The exponential shape of the proton energy spectrum induces a great number of nuclear reactions throughout a Boron secondary target despite a decrease of the cross-section above the main resonance at 675 keV.

For the Hole-Boring process, ions are accelerated at the front side thanks to the electric field induced by the electrons pushed by the radiation pressure of these high laser intensities. Accelerated protons interact directly with boron atoms contained within the same target 2. Different types of targets have been studied both numerically and experimentally for Hole-Boring based alpha production.

Particle-in-Cell (PIC) and Monte-Carlo simulations have been conducted to better understand experimental campaigns done on the VEGA-III laser at CLPU, Salamanca, Spain in november 2022 and march 2023. This laser is characterized by a short pulse duration, 30fs and a high-repetition rate of 1Hz. The two ion acceleration schemes have been studied numerically to better understand the experimental data and to further the analysis. Angular analysis of particle bunches (protons, carbon ions and alpha) has been done to support experimental results obtained on CR-39 track diagnostics. Simulations have thus allowed to discriminate traces found on these diagnostics and given confidence on the number of alpha particles obtained.

1 Margarone Daniele, Alessio Morace, Julien Bonvalet, Yuki Abe, Vasiliki Kantarelou, Didier Raffestin, Lorenzo Giuffrida, et al. « Generation of  $\alpha$ -Particle Beams With a Multi-KJ, Peta-Watt Class Laser System ». *Frontiers in Physics* 8 (9 septembre 2020): 343. <https://doi.org/10.3389/fphy.2020.00343>.

2 Margarone, Daniele, Julien Bonvalet, Lorenzo Giuffrida, Alessio Morace, Vasiliki Kantarelou, Marco Tosca, Didier Raffestin, et al. « In-Target Proton-Boron Nuclear Fusion Using a PW-Class Laser ». *Applied Sciences* 12, no 3 (28 janvier 2022): 1444. <https://doi.org/10.3390/app12031444>.

**Installations / 16****Les avancements du projet LAPLACE (Laser Plasma Acceleration Center)****Auteur:** Stéphane Sebban<sup>None</sup>**Auteur correspondant** stephane.sebban@ensta-paris.fr

LAPLACE est le premier centre de recherche français sur l'accélération de particules par interaction laser-plasma. Il associe recherche et innovation pour le développement d'accélérateurs de nouvelle génération et la mise à disposition de sources intenses et ultrabrèves de faisceaux d'électrons énergétiques ou de rayons X pour des applications académiques et industrielles. Dans le cadre du contrat de plan État-Région 2022-2027, ce projet est financé depuis 2022 à hauteur 7 M€ sur 5 ans par différents partenaires : le Minarm (ENSTA), le MESR, la Région Ile de France et le CNRS. Nous ferons ici un point d'étape sur l'avancement du projet en cours au Laboratoire d'Optique Appliquée.

**Outils de simulations / 17****Utilisation des codes hydrodynamiques pour l'accélération de particules et présentation du code FLASH****Auteur:** Margaux François<sup>1</sup>**Co-auteurs:** Emmanuel d'Humières<sup>1</sup>; Xavier Ribeyre<sup>2</sup><sup>1</sup> CELIA<sup>2</sup> CEA**Auteur correspondant** margaux.francois@u-bordeaux.fr

Pour préparer des expériences d'interaction laser-matière et étudier les résultats de mesures obtenus des simulations numériques sont nécessaires. Il existe différents types de code pour les différents régimes de physiques mis en jeu. Les codes PIC (Particle in Cell) pour la physique à l'échelle des particules ou les codes hydrodynamiques pour les échelles beaucoup plus grandes pour laquelle des grandeurs moyennées sont utilisées.

Les codes hydrodynamiques sont utiles pour la physique macroscopique, la taille des systèmes est supérieure au millimètre et la durée de la physique mise en jeu est supérieure à la nanoseconde. Ils sont dans ce cas-là utiles pour connaître la physique globale du système (densité, température, champ magnétique...). Ces grandeurs peuvent ensuite être utilisées comme conditions initiales pour d'autres codes (PIC par exemple).

Nous présenterons quelques cas où des codes hydrodynamiques ont été utilisés pour l'accélération de particules, le calcul de pré-plasma dû aux pré-impulsions pour le TNSA, le sculptage de jet de gaz pour l'accélération de proton par choc électrostatique et la simulation de la création de guides d'onde pour l'accélération d'électron par sillage dans des jets de gaz ou des capillaires.

Le code FLASH est un code hydrodynamique open-source développé à l'université de Rochester (Flash Center for Computational Science). Il possède de nombreux modules utiles pour la physique des hautes densités d'énergie (laser, MHD non idéale, transport radiatif, maillage adaptatif...).

**Simulations électrons / 18****PALLAS une ligne de test pour l'accélération laser-plasma****Auteur:** Coline Guyot<sup>None</sup>**Auteur correspondant** coline.guyot@ijclab.in2p3.fr

Les très forts gradients accélérateurs atteignables dans un plasma font de la recherche autour des accélérateurs laser-plasma un axe d'intérêt majeur et ce notamment pour de potentielles applications compactes de sources de lumière ou même de collisionneurs. Cependant, même si de nombreux progrès ont été accomplis, des efforts importants sont encore nécessaires pour produire des faisceaux d'électrons qui atteignent des standards de qualité et de stabilité qui se rapprochent de ceux établis par les accélérateurs Radio-Fréquence.

Le projet PALLAS, élaboré dans le cadre d'EuPRAXIA, est une installation test qui cherche à réduire cet écart. Pour ce faire, le projet s'articule autour de trois axes de recherche clés: le contrôle avancé du laser, le développement autour des cibles plasma (cellules de gaz) ainsi que la manipulation des faisceaux d'électrons produits. Le travail présenté porte sur les efforts déjà réalisés et la stratégie envisagée pour la ligne de test de PALLAS, notamment sur les questions liées aux fortes divergence, dispersion en énergie et variations tir-à-tir.

## Simulations électrons / 19

### Modèle numérique de substitution pour le développement d'une source d'électron laser-plasma

**Auteur:** Gueladio Kane<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IJCLAB

**Auteur correspondant** gueladio.kane@universite-paris-saclay.fr

La conception de la cible plasma pour l'expérience PALLAS repose sur des études numériques (Particle In Cell) PIC ainsi que des simulations de dynamique des fluides et d'un banc d'essai expérimental équipé de diagnostics du profil de densité du plasma. Le banc d'essai possède également un spectromètre permettant d'évaluer les différentes espèces qui constituent le plasma. L'espace des paramètres à explorer pour l'optimisation des paramètres du faisceau d'électrons est vaste et fortement couplé. L'utilisation de méthode numérique d'exploration et d'optimisation peut permettre de surmonter cette difficulté 1.

Nous présenterons la réalisation d'un modèle numérique élaboré par technique d'apprentissage profond de la source d'électrons de PALLAS, basé sur 15000 simulations effectuées pour les paramètres d'entrées suivant : L'intensité du laser, le profil de densité de la cible et la distribution des espèces. Ces études paramétriques ont été réalisées avec le code PIC Smilei 2 en utilisant une décomposition en mode azimutal et l'approximation d'enveloppe, avec un faible nombre de particules par cellule [3]. Sur la base de ces données de simulations, nous avons construit des modèles d'apprentissage automatique (GP, réseau neuronal et arbres de décision) avec une validation croisée KFold [4] afin de limiter le surapprentissage. Le modèle de substitution est ensuite utilisé pour sonder rapidement l'ensemble des paramètres d'intérêt, prédire l'optimum et interpréter les relations entre les paramètres. L'objectif de ces études est d'aider à la conception de la cible plasma et de déterminer les points de travail de l'injecteur laser-plasma pour une énergie, une charge, une émittance et une divergence de faisceau spécifique.

## Stratégie / 20

### Accélérateurs plasma dans le cadre de la stratégie européenne en physique des particules

**Auteur:** Brigitte Cros<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LPGP-CNRS-Université Paris Saclay

**Auteur correspondant** brigitte.cros@u-psud.fr

La dernière mise à jour de la stratégie européenne a souligné le besoin en recherche et développement accélérateurs, en particulier pour les technologies plasma. Suite à la publication de ce document des

discussions sont en cours au sein de la communauté internationale pour définir les actions prioritaires de la feuille de route et rechercher des financements.  
Je présenterai l'état des lieux des propositions et l'organisation en cours de mise en place.

## Simulations électrons / 21

### Modélisation de la distribution transverse du laser dans l'accélération laser-plasma

**Auteurs:** Ioaquin Moulanier<sup>1</sup>; Francesco Massimo<sup>2</sup>; Lewis Dickson<sup>3</sup>; gilles maynard<sup>4</sup>; Brigitte Cros<sup>5</sup>

<sup>1</sup> LPGP

<sup>2</sup> LPGP - CNRS

<sup>3</sup> ITFIP - LPGP - Université Paris Saclay

<sup>4</sup> LPGP Univ. Paris-Sud CNRS

<sup>5</sup> LPGP-CNRS-Université Paris Saclay

**Auteur correspondant** ioaquin.moulanier@universite-paris-saclay.fr

Les propriétés du faisceau d'électrons piégés et accélérés lors de l'interaction laser plasma sont très liées à la qualité du faisceau laser et au profil de densité du plasma. Pour reproduire fidèlement en simulation les observations expérimentales, une connaissance du laser utilisé est nécessaire.

Pour les simulations numériques de l'accélération laser-plasma (ALP) dans le régime non-linéaire, le travail présenté utilise une modélisation précise de la distribution transverse de l'intensité du laser. L'application du Gerchberg-Saxton Algorithm with Mode Decomposition (GSA-MD 1) a permis de reconstruire fidèlement les mesures de fluence laser dans le vide faites lors de campagnes expérimentales à APOLLON et au Lund Laser Centre [1, 2, 3].

Les solutions produites sous forme de décomposition en modes propres ont ensuite été utilisées en entrée de simulations PIC quasi-3D cylindriques. Il a été démontré que, comparé à des simulations utilisant un laser symétrique idéal, ces simulations réalistes produisent des résultats en meilleur accord avec les diagnostics expérimentaux [2, 3].

Ces résultats permettent d'établir une méthode de prédiction plus fiable des caractéristiques des électrons produits par ALP, en plus de pouvoir étudier de manière plus approfondie les corrélations non-linéaires entre la dynamique du laser asymétrique et celle des électrons.

1 I. Moulanier et al., *JOSA B* 40, Issue 9, pp. 2450 - 2461 (2023)

2 I. Moulanier et al., *Physics of Plasmas* 30, 053109 (2023)

[3] L. T. Dickson et al., *Physical Review Accelerators and Beams* 25, 101301 (2022)

## Table ronde / 22

### Amplitude Roadmap for high average power ultraintense laser for plasma acceleration

**Auteur:** franck falcoz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Amplitude*

**Auteur correspondant** franck.falcoz@amplitude-laser.com

We will show the main developments that we are following to increase the average power of Petawatt systems. We will mainly focus on the different solutions proposed to overcome the thermal issues induced by the increase of the repetition rate (>100Hz) : cooling of the TiSa crystals, gratings..

We will also present the status of the development for our 10J/200Hz pump laser that could be used for these high energy, high repetition rate TiSa laser.

**Outils de simulations / 23****L'IA au service de la simulation numérique de phénomènes physiques complexes – application à la fusion pour l'énergie****Auteurs:** Morad Ben tayeb<sup>1</sup>; Julien Mathiaud<sup>2</sup>; Jean-Luc Feugeas<sup>1</sup><sup>1</sup> CELIA, CEA/CESTA<sup>2</sup> Université de Rennes 1, Institut de Recherche Mathématique de Rennes**Auteur correspondant** morad.ben-tayeb@u-bordeaux.fr

Les techniques d'Intelligence Artificielle sont de plus en plus présentes dans le monde de la recherche scientifique. La Fusion par Confinement Inertiel pour l'Énergie, comme l'ensemble de la physique, bénéficie également de ces progrès. Dans ce domaine, le CEA/DAM, au sein du laboratoire CELIA, développe des outils numériques pour la simulation de phénomènes physiques complexes soumis à des exigences de performances auxquelles ces méthodes offrent des solutions attractives. Ce travail présente comment des réseaux de neurones artificiels sont entraînés avec les codes hydrodynamiques du CELIA pour se substituer à des modules de physique. Les premiers essais ont été menés pour la simulation du transport électronique non local multidimensionnel qui joue un rôle déterminant pour la simulation des plasmas magnétisés pour les expériences de fusion pour l'énergie; ils révèlent des gains significatifs en termes de temps de simulation en gardant une bonne précision. D'autres applications seront présentées.

**Simulations ions / 24****Theoretical model of post acceleration and focalization of protons produced with TNSA****Auteur:** Clément LACOSTE<sup>1</sup>**Co-auteurs:** Arthur HIRSCH ; Emmanuel d'Humières <sup>2</sup>; Matthieu Bardon <sup>1</sup>; Patrizio Antici <sup>3</sup>; Vladimir Tikhonchuk <sup>2</sup><sup>1</sup> CEA<sup>2</sup> CELIA<sup>3</sup> INRS**Auteur correspondant** clement.lacoste@u-bordeaux.fr

The concept of the Travelling Wave Tube (TWT) was conceived in 1947 [1], followed by analytical models in the 1950s [2,3,4]. The growing interest of this system takes source with the domain of high power and high frequency microwave devices such as the gyrotrons, the relativistic travelling wave tubes or the free-electron lasers.

The concept of TWT involves utilizing an incident electron beam to amplify the amplitude of an input electromagnetic field through coupling between the beam and a current propagating in a helix.

Applications of TWT include satellite communication systems, an electronic countermeasures or radar systems permitted by a wide instantaneous bandwidth, high gain and light weight.

On the other hand, laser-driven ion acceleration is currently one of the most dynamic research domains due to its compactness and numerous applications such as isochoric heating, isotope or neutron production, plasma radiography, and nuclear fusion in a fast ignition scheme. The concept involves interacting a high-intensity laser beam with a solid target. The laser beam's pre-pulse creates plasma on the target, and the main pulse accelerates electrons, generating charge separation and a static electric field of several TV/m. This field accelerates protons to a range of MeV to tens of energy. However, the angular divergence of Target Normal Sheath Acceleration (TNSA) is still too high, and the energy distribution of protons is poorly controlled, limiting the application possibilities.

In this context, the idea to implement a system coupled to TNSA was conceived to post-accelerate and focus the proton beam, termed the helical coil [5]. The concept involves retrieving a discharge current, created by the laser-plasma interaction, using a helix. The physics of current propagation in this helix is analogous to coupled transmission systems [2,3]. However, the helical coil is not yet optimized. The current dispersion prevents continuous post-acceleration and focusing of ions along the helix length [6]. Similar issues have been observed in coupled transmission systems, leading to the idea of adding a tube around the helix [4]. This new setup helps reduce current dispersion in the helix. Consequently, we implemented a tube around the helical coil to create a helical coil with tube (HCT) and demonstrated that the HCT bunches the proton beam in energy and increases the energy cut-off. However, post-acceleration is also limited due to proton beam depopulation at the targeted energy, depending on the HCT geometry (radius and pitch). This is why we propose to vary the geometry and consequently the targeted energy of the HCT as a function of the proton propagation axis, which we refer to as the varying helical coil with tube (VHCT).

#### Références

- 1 Rudolf Kompfner. The traveling-wave tube as amplifier at microwaves. *Proceedings of the IRE*, 35(2) :124–127, 1947.
- 2 John Robinson Pierce. *Traveling-wave tubes*. The bell System technical journal, 29(2) :189–250, 1950.
- [3] GS Kino and SF Paik. Circuit theory of coupled transmission systems. *Journal of Applied Physics*, 33(10) :3002–3008, 1962.
- [4] JP Freund, MA Kodis, and NR Vanderplaats. Self-consistent field theory of a helix traveling wave tube amplifier. *IEEE transactions on plasma science*, 20(5) :543–553, 1992.
- [5] Satyabrata Kar, Hamad Ahmed, Rajendra Prasad, Mirela Cerchez, Stephanie Brauckmann, Bastian Aurand, Giada Cantono, Prokopis Hadjisolomou, Ciaran LS Lewis, Andrea Macchi, et al. Guided post-acceleration of laser-driven ions by a miniature modular structure. *Nature communications*, 7(1) :1–7, 2016.
- [6] M Bardon, JG Moreau, L Romagnani, C Rousseaux, M Ferri, F Lefèvre, I Lantuéjoul, B Etchessahar, S Bazzoli, D Farcage, et al. Physics of chromatic focusing, post-acceleration and bunching of laser-driven proton beams in helical coil targets. *Plasma Physics and Controlled Fusion*, 62(12) :125019, 2020.

1

Ions / 25

## Caractérisation des émissions de neutrons produits par lasers extrêmes

**Auteur:** Ronan LELIEVRE<sup>1</sup>

**Co-auteurs:** Amokrane Allaoua <sup>2</sup>; Cort Gautier <sup>3</sup>; David Kob <sup>4</sup>; François Trompier <sup>5</sup>; Guillaume Boutoux <sup>6</sup>; Ishay Pomerantz <sup>4</sup>; Itamar Cohen <sup>4</sup>; Julien Fuchs <sup>1</sup>; Quentin Ducasse <sup>2</sup>; Tessa Waltenspiel <sup>1</sup>; Weipeng YAO <sup>7</sup>; Xavier Davoine <sup>8</sup>

<sup>1</sup> *Laboratoire pour l'Utilisation des Lasers Intenses, UMR 7605 CNRS-CEA-École Polytechnique-Université Paris VI, 91128 Palaiseau, France*

<sup>2</sup> *Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire, IRSN, PSE-SANTE/SDOS/LMDN, Cadarache, Saint-Paul-lès-Durance 13115, France*

<sup>3</sup> *LANL, PO Box 1663, Los Alamos, New Mexico 87545, USA*

<sup>4</sup> *Tel-Aviv University, P.O. Box 39040, Tel Aviv 6997801, Israel*

<sup>5</sup> *IRSN*

<sup>6</sup> *CEA, DAM, DIF, 91297 Arpajon, France*

<sup>7</sup> *LULI CNRS*

<sup>8</sup> *CEA DAM DIF*

**Auteur correspondant** [ronan.lelievre@polytechnique.edu](mailto:ronan.lelievre@polytechnique.edu)

Les lasers ultra-intenses représentent un nouveau moyen de produire des champs neutroniques, plus compact et versatile que les réacteurs nucléaires ou les accélérateurs. Le champ électrique créé par l'impulsion laser au sein d'une cible fine peut atteindre plusieurs TV/m, permettant l'accélération de protons de plusieurs dizaines de MeV. Ces protons peuvent ensuite être interceptés par une seconde cible, appelée convertisseur, dans laquelle ils vont induire des réactions nucléaires et donc la production de neutrons <sup>1</sup>. Cette technique est ainsi capable de générer des flux très intenses ( $10^8$ - $10^9$  neutrons par tir) à des énergies allant jusqu'à quelques dizaines MeV, permettant alors d'envisager de faire de l'imagerie neutronique <sup>2</sup> ou de reproduire en laboratoire le processus rapide de nucléosynthèse responsable de la création des éléments lourds au-delà du bismuth [3].

Pour prouver la faisabilité de ces applications et afin d'assurer la radioprotection de ces installations lasers, il est donc nécessaire de caractériser ces champs neutroniques. Les détecteurs passifs, ou possédant une électronique ultra-rapide, semblent être des candidats de choix pour s'adapter aux caractéristiques des sources de neutrons produits par laser (émissions très brèves et intenses, environnement bruité, ...). En complément d'un travail de simulation des termes sources et de la réponse des détecteurs via l'utilisation du code Monte-Carlo Geant4, des dosimètres à bulles, un dispositif Temps de Vol ainsi que des échantillons d'activation ont été utilisés sur diverses installations, comme APOLLON et PETAL, afin d'optimiser et de caractériser ces émissions neutroniques. Les premiers résultats des mesures quantitatives obtenus lors de ces expériences seront, ici, présentés.

<sup>1</sup> Phys. Plasmas 11, 3404 (2004).

<sup>2</sup> Radiat. Phys. Chem. 71, 853-861 (2004).

[3] Matter Radiat. Extremes 7, 024401 (2022).

Table ronde / 26

## KAIO-Beamline – a modular high-repetition rate laser-plasma electron accelerator for a broad range of applications

**Auteur:** François Sylla<sup>None</sup>

**Co-auteurs:** Alex Dickson <sup>1</sup>; Bernhard Hidding <sup>2</sup>; Christian Greb <sup>3</sup>; Cédric Sire <sup>4</sup>; Geoffrey Galle <sup>4</sup>; Jaismeen Kaur <sup>5</sup>; Louis Daniault <sup>6</sup>; Markus Büscher <sup>3</sup>; Rodrigo Lopez-Martens <sup>5</sup>; Roman Adam <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Strathclyde

<sup>2</sup> HHUD

<sup>3</sup> FZJ

<sup>4</sup> SourceLAB

<sup>5</sup> Laboratoire d'Optique Appliquée (LOA)

<sup>6</sup> LOA

**Auteur correspondant** [sylla@sourcelab-plasma.com](mailto:sylla@sourcelab-plasma.com)

The novel KAIO-Beamline was designed to address the use of laser-plasma accelerators (LPA) for scientific and societal applications. Its modular design incorporates (i) an industrial-grade high average power laser system, (ii) an efficient temporal post-compression stage, based on multi-pass cell technology <sup>1</sup>, to reach optimal electron acceleration conditions in the few-cycle <sup>2</sup>, and (iii) a compact electron accelerator module with integrated user interface and data management system. The KAIO-Beamline approach is compatible with a wide range of commercial laser platforms.

Here we will present the first performance results of the KAIO-Beamline using a commercial AS-TRELLA Ti:Sapphire laser (Coherent Inc.), delivering 40 fs pulses at 1 kHz repetition rate with energies up to 7 mJ. The laser pulses are comprehensively characterized with novel spatio-temporal metrology tools, such as INSIGHT [3] and TIPTOE [4] techniques.

**References**

- 1 L. Daniault, et al., *Opt. Lett.* 46, 5264 (2021)  
 2 D. Guénot et al., *Nature Photonics* 11(5), 293-297 (2017)  
 [3] A. Borot and F. Quéré, *Opt. Express* 26, 26444 (2018)  
 [4] W. Cho et al., *Sci Rep* 9, 16067 (2019)

## Électrons / 27

### A novel laser-driven electron acceleration scheme based on a plasma-mirror injector

**Auteur:** Thomas Clark<sup>1</sup>

**Co-auteurs:** Adrien Leblanc <sup>2</sup>; Henri Vincenti <sup>1</sup>; Luca Fedeli <sup>3</sup>

<sup>1</sup> CEA

<sup>2</sup> Laboratoire d'Optique Appliquée

<sup>3</sup> CEA - Saclay

**Auteur correspondant** thomas.clark@cea.fr

Nowadays, laser-driven accelerators can accelerate electron beams to multi-GeV energies over a few centimeters. 1 The development of advanced injection schemes (e.g., ionization injection, shock injection...) has made it possible to increase the amount of accelerated charge or to improve the quality of the accelerated beams. However, the principal limitation of laser-driven electron accelerators is that they cannot provide electron beams with, at the same time, high charge and high quality, which is necessary for most envisaged applications of these techniques, such as, for instance, FLASH radiotherapy/radiobiology.<sup>2</sup>

The main issue is that in conventional injection schemes electrons are injected from a low density gas, and thus injecting a large amount of charge is very challenging.

We propose a new concept for a laser-plasma acceleration injector, which could provide high quality and high charge electron beams. This concept is based on an optical device called a "plasma mirror" to inject a substantial amount of charge. [3] This plasma mirror is coupled with a gas-jet, so that electrons extracted from the plasma mirror can be injected in the accelerating structure created by the laser in the gas-jet and can be further accelerated. In this contribution we will present numerical simulation results and preliminary proof-of-principle experimental results that confirm that high-quality, high-energy, and high-charge beams can be accelerated with this technique.[5]

References:

1 Petawatt Laser Guiding and Electron Beam Acceleration to 8 GeV in a Laser-Heated Capillary Discharge Waveguide, A. J. Gonsalves et al., *Physical review letters* 2019 Radiobiology of the FLASH effect, A.A.Friedl & al. *Med Phys.*49(3) [2022]

[3] Vacuum laser acceleration of relativistic electrons using plasma mirror injectors, M. Thévenet et al., *Nature Communications*, 12, pp.355-360 [2016]

[5]Pushing the Frontier in the Design of Laser-Based Electron Accelerators with Groundbreaking Mesh-Refined Particle-In-Cell Simulations on Exascale-Class Supercomputers, Luca Fedeli, Axel Huebl, France Boillod-Cerneux, Thomas Clark et al., SC22 [2022]

## Stratégie / 28

### SCIPAC, nouveau GDR sur les accélérateurs de particules

**Auteur:** Maud BAYLAC<sup>1</sup>

**Co-auteurs:** Guillaume Olry ; Nicolas Pichoff <sup>2</sup>

<sup>1</sup> CNRS<sup>2</sup> CEA

**Auteurs correspondants:** maud.baylac@lpsc.in2p3.fr, guillaume.olry@ijclab.in2p3.fr, nicolas.pichoff@cea.fr

Un Groupement De Recherche (GDR) dédié à la R&D sur les accélérateurs de particules menée en France sera lancé fin 2023. De contour national, SCIPAC (SCIences of Particule ACcelerators) a pour mission principale de mener l'animation scientifique de la discipline pour promouvoir l'activité de recherche sur les accélérateurs. Il vise également à encourager les jeunes dans notre communauté. Structuré selon les types d'accélérateurs de la discipline (hadroniques, leptoniques, ions lourds), un axe est consacré à l'accélération laser plasma en vue de la construction d'un accélérateur.

**Installations / 29**

## Update on PALLAS project

**Auteurs:** Alexandre Gonnin<sup>1</sup>; Antoine MAITRALLAIN<sup>2</sup>; Arnaud BECK<sup>3</sup>; Arnd SPECKA<sup>4</sup>; Bruno LUCAS<sup>5</sup>; Charles-édouard DEMONCHY<sup>6</sup>; Christelle Bruni<sup>7</sup>; Coline Guyot<sup>None</sup>; Cédric Thaury<sup>8</sup>; Elsa Baynard<sup>9</sup>; Francesco Massimo<sup>10</sup>; Grégory Iaquaniello<sup>None</sup>; Gueladio Kane<sup>11</sup>; Jean Noel Cayla<sup>12</sup>; Julien Gautier<sup>8</sup>; Kevin Cassou<sup>13</sup>; Konrad Malkinski<sup>12</sup>; Moana Pittman<sup>14</sup>; Olena Kononenko<sup>15</sup>; Sophie Kazamias<sup>9</sup>; Viacheslav Kubytskyi<sup>7</sup>; Yann Peinaud<sup>16</sup>; denis douillet<sup>17</sup>; julien demailly<sup>18</sup>; pierre drobniak<sup>None</sup>

<sup>1</sup> *pole ingenierie / departement mecanique / service bureau d'etude*<sup>2</sup> *LP2iB/ENL*<sup>3</sup> *Laboratoire Leprince-Ringuet*<sup>4</sup> *LLR Ecole Polytechnique - CNRS/IN2P3*<sup>5</sup> *IJCLab*<sup>6</sup> *CNRS- LP2I Bordeaux*<sup>7</sup> *LAL*<sup>8</sup> *CNRS - LOA*<sup>9</sup> *Université Paris-Saclay*<sup>10</sup> *LPGP - CNRS*<sup>11</sup> *IJCLAB*<sup>12</sup> *CNRS - IJClab*<sup>13</sup> *IJClab.*<sup>14</sup> *Groupe ALEA / Plateforme LASERIX*<sup>15</sup> *Ecole Polytechnique, LOA*<sup>16</sup> *CNRS/IN2P3/IJCLAB*<sup>17</sup> *Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire*<sup>18</sup> *Laserix*

**Auteur correspondant** kevin.cassou@ijclab.in2p3.fr

The prototyping of accelerator based on laser-plasma technology (PALLAS) project is aiming to build a laser-plasma injector accelerator (LPI) test facility with the objective to deliver within a few years electron beam of 150-250 MeV, >30 pC, <1 mm.mrad emittance beam at 10 Hz with control and stability comparable with RF accelerator. The project developments are structured around advanced laser control 1, plasma target development [2,3] and electron beam characterization [4].

An update on the project progress will be given focusing on two aspects. Firstly, the recent numerical and experimental results in plasma targetry for localised ionisation injection target with two different approaches will be presented and discussed. Secondly on the control command aspect, the recent development for automated data acquisition using Tango Controls will be reported. Finally beamline commissioning plan for 2024 will be detailed.

- 1 S. Feister et al. HPLE (2023), G. Kane et al. EAAC (2023),
- 2 P. Drobniak et al. Phys. Rev. Accel. Beams 26, 091302 –Published 21 September (2023)
- [3] P. Drobniak et al. arXiv:2309.11921 (2023)
- [4] C. Guyot et al. to be submitted (2023)

## Outils de simulations / 30

### Evolution des simulations PIC dans le paysage HPC

**Auteur:** Arnaud BECK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Laboratoire Leprince-Ringuet*

**Auteur correspondant** beck@llr.in2p3.fr

Cette présentation expliquera les principes de base d'une simulation Particle-In-Cell et pourquoi elles dépendent fortement des super-calculateurs. Les évolutions récentes de ces derniers imposent en retour une manière différente d'aborder les simulations. Nous explorerons différentes possibilités de simulations PIC pour l'accélération laser-plasma offertes aujourd'hui.

## Installations / 31

### EuPRAXIA - Avancement de la phase préparatoire

**Auteur:** Arnd SPECKA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *LLR Ecole Polytechnique - CNRS/IN2P3*

**Auteur correspondant** specka@llr.in2p3.fr

Un bref rappel de l'enjeu et de l'implémentation du futur projet European Research Accelerator with Excellence in Applications (EuPRAXIA) sera donné. Ce projet a été inscrit à la feuille de route des infrastructures de recherche européennes (ESFRI roadmap) et vise à démontrer la faisabilité d'une user facility basée sur les accélérateurs plasma. Alors que le site du LNF (Frascati, Italie) réalisera le accélérateur plasma pompé par électrons (PWFA), plusieurs candidats de site sont en lice pour accueillir le LWFA. Un aperçu de ses opportunités de participation scientifique et technique dans la collaboration en cours de constitution formelle sera donné.

## Simulations électrons / 32

### EARLI : une source d'électrons alternative basée sur l'interaction laser-plasma

**Auteur:** Samuel Marini<sup>None</sup>

**Auteur correspondant** samuel.marini@cea.fr

Dans ce travail seront présentés les premiers résultats du projet EARLI pour la conception d'une source d'électrons pour le projet AWAKE Run 2 du CERN. Nous abordons l'accélération laser-plasma et la ligne de transport pour générer et transporter le faisceau d'électrons. Les faisceaux d'électrons provenant de cette source ont une charge de 100 pC et une énergie de 200 MeV, avec une faible dispersion d'énergie (environ 1,5%) et émittance (environ 4  $\mu\text{m}\cdot\text{rad}$ ). Cette étude marque une avancée dans le développement de sources d'électrons basées sur le laser-plasma pour des applications futures.

**Table ronde / 33**

## **Technologie laser pour accélération laser plasma : état de l'art et perspectives**

**Auteur:** Christophe Simon-Boisson<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Thales*

**Auteur correspondant** christophe.simonboisson@fr.thalesgroup.com

**Table ronde / 34**

## **Discussion**