Proposition

Groupement de Recherche

Accélérateurs Plasma PompEs par Laser

GdR APPEL

Résumé

Ce document présente la proposition de Groupement de Recherche (GdR) « Accélérateurs Plasma PompEs par Laser ». Ce GdR APPEL aura pour missions principales :

- de promouvoir au niveau français les échanges et la collaboration entre les équipes de recherche impliquées dans le domaine de l'accélération de leptons et de hadrons par laser dans un plasma,
- d'identifier, sur la base des installations françaises existantes et des résultats d'expériences actuels, les activités de recherches et développements nécessaires pour démontrer la faisabilité d'un « accélérateur laser plasma » capable de fournir des faisceaux à des utilisateurs de façon performante et fiable,
- de développer, en considérant les activités chez nos partenaires internationaux, une feuille de route nationale pour la décennie à venir pour mener à bien cette démonstration.

Le GdR APPEL sera complémentaire des GdRs existants autour de l'interaction laser-matière (LEPICE HDE ou Lasers énergétiques et intenses et plasmas sous conditions extrêmes, ACO CHOCOLAS, et UP). Il est ouvert à tous les chercheurs et personnels techniques, expérimentateurs et théoriciens, notamment ceux des domaines de l'accélération laser plasma et des accélérateurs conventionnels, souhaitant contribuer à l'élaboration de futurs accélérateurs basés sur des plasmas.

Sections CNRS concernées : 01, 04
Instituts du CNRS concernés : IN2P3, INP
Contacts : Brigitte Cros (LPGP), Nicolas Delerue (LAL)
Comité de rédaction : Brigitte Cros (LPGP), Nicolas Delerue (LAL), Alessandro Flacco (LOA), Fazia Hannachi (CENBG) et Arnd Specka (LLR)

1. INTRODUCTION

Les plasmas peuvent supporter des gradients d'accélération de plusieurs dizaines à des centaines de GV/m, ce qui les rend très intéressants comme milieux accélérateurs. L'accélération de particules suivant l'interaction d'un laser de haute intensité avec un gaz ou un solide suscite un intérêt grandissant, car il a été démontré qu'il est possible d'accélérer des protons à des énergies de l'ordre de quelques dizaines de MeV et des électrons à des énergies de plusieurs GeV dans des plasmas de longueurs inférieures à 10 cm.

Ces progrès récents sont l'aboutissement d'une décennie de travaux effectués par de multiples équipes de physiciens des plasmas à travers le monde, accompagnés par le développement incessant depuis la fin des années 1990 des systèmes laser. Le niveau de performance atteint et les propriétés originales des faisceaux de particules créés dans l'interaction laser-plasma, ont attiré l'attention d'un certain nombre de physiciens des accélérateurs conventionnels, et les échanges se multiplient en particulier à la faveur de projets européens, comme par exemple le projet Européen ARIES (http://aries.web.cern.ch/). Le passage des concepts d'accélération à la conception d'un accélérateur est la prochaine étape importante à réaliser, et constitue le cœur du projet européen EuPRAXIA (http://www.eupraxia-project.eu/) ; les perspectives à long terme sont discutées dans le cadre du groupe d'étude international ALEGRO créé en 2017. Au niveau français, le projet Apollon CILEX sera un outil important pour étudier les mécanismes d'accélération dans une nouvelle gamme de paramètres. En Allemagne, le projet ATHENA (Helmholtz ARD distributed test Facility) vient d'être lancé avec pour objectif la mise au point d'accélérateurs (électrons, ions) et de sources de rayonnement ultra-compactes basées sur l'accélération plasma.

Dans ce contexte la communauté française concernée par ces thématiques, issue de différentes institutions, souhaite se donner un cadre lui permettant de se rencontrer et de s'organiser autour d'objectifs communs. C'est la motivation de ce GdR APPEL, dont le rôle sera de rassembler le plus grand nombre d'acteurs du développement de ces futurs accélérateurs, de rendre visible et attractive cette activité, et de permettre à la communauté française de porter de façon concertée des projets accélérateurs ambitieux.

2. THEMATIQUE ET ENJEUX

2.1 Thématiques scientifiques

L'interaction d'un laser intense et de courte durée d'impulsion avec un gaz ou un solide produit des particules rapides et du rayonnement dans une large gamme de longueurs d'onde, du THz au rayonnement X. La thématique du GdR est le développement d'accélérateurs de particules basés sur des concepts d'accélération à fort gradient mis en œuvre lors de l'interaction laser-plasma et illustrés sur les figures 1 et 2. Ce développement inclut la prise en compte du transport, des diagnostics et de l'environnement des faisceaux accélérés.

L'accélération d'ions et d'électrons ont des caractéristiques différentes par la gamme de paramètres des faisceaux laser ou des plasmas mis en jeu. Cependant un grand nombre de techniques

expérimentales relatives au transport du faisceau laser, à la mise en œuvre et au diagnostic des plasmas et des faisceaux de particules ou de rayonnement sont semblables et le développement des échanges entre ces deux communautés doit être poursuivi et soutenu.

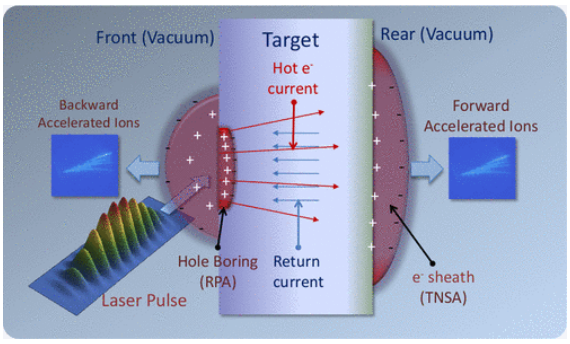

Figure 1 : Illustration schématique de la génération de particules et de rayonnement lors de l'interaction d'un laser intense avec un solide (source [Mac2013]).

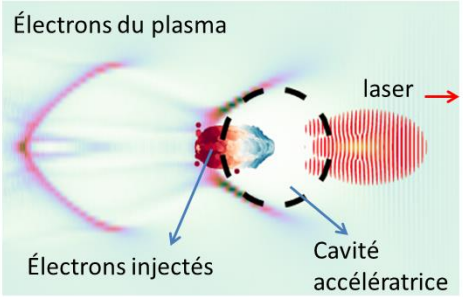

Figure 2 : Simulation de l'injection et de l'accélération d'électrons dans le sillage d'un laser intense focalisé dans un plasma sous dense (P. Lee, Thèse 2018).

L'accélération dans les plasmas pilotée par faisceaux de particules présente de nombreuses synergies avec l'accélération laser plasma, néanmoins son étude est moins répandue car sa mise en oeuvre nécessite l'utilisation de faisceaux relativistes de très forte charge et de très courte durée, comme ceux développés au SLAC National Accelerator Laboratory sur FACET. L'utilisation de faisceaux de particules générés par un accélérateur laser plasma est envisagée dans des schémas dits « hybrides » pour exciter des ondes de plasma.

2.1.1 Etat de l'art et enjeux électrons

L'excitation d'ondes de plasma dans le sillage d'un faisceau laser dans un plasma sous dense, c'est-à-dire de faible densité par rapport à la densité de réflexion des ondes électromagnétiques par la matière, est associée à la création d'un champ électrique longitudinal d'amplitude dans la gamme 1-100GV/m. Cette amplitude élevée et la propagation de l'oscillation à la vitesse de la lumière dans le milieu font du sillage laser-plasma un mécanisme très attractif pour l'accélération de particules relativistes.

Plusieurs avancées importantes ont permis de démontrer l'intérêt du sillage laser pour l'accélération d'électrons :

- des mécanismes non linéaires [WLu2007] d'injection d'une population d'électrons du plasma dans l'onde plasma leur permettent d'être piégés puis accélérés jusqu'à une centaine de MeV sur des distances millimétriques ; de très nombreuses publications existent sur ce sujet très vaste, allant de la démonstration de techniques de précision de l'injection d'électrons [Fau2006] jusqu'à l'augmentation de la charge accélérée pour les plus récentes [Cou2017] ;

-ces mécanismes ont été combinés à du guidage pour démontrer l'accélération d'électrons jusqu'à 4.5 GeV sur une distance de 9 cm [Lee2014] ;

-la stabilité des faisceaux produits et leur transport ont commencé à être étudiés [Han2014], [Wei2011] ;

-la modélisation de ces mécanismes repose sur des simulations particulaires, dites PIC, qui permettent l'interprétation fine de nombreuses expériences [Fer2016], [Lee2016].

Ces résultats ont démontré que l'accélération laser plasma par sillage laser est un mécanisme très prometteur pour la réalisation d'accélérateurs compacts. Pour passer de la démonstration de principe à la définition d'un accélérateur, les efforts doivent porter sur les moyens d'améliorer les propriétés des électrons.

Les principaux enjeux sont maintenant le contrôle de la qualité des faisceaux d'électrons obtenus et leur fiabilisation, avant de pouvoir passer à une montée en énergie des électrons ou à leur utilisation pour des applications.

Parmi les actions clés à entreprendre dans les prochaines années on peut mentionner :

- Etudier la faisabilité d'un accélérateur laser plasma extrapolable à haute énergie pour évaluer l'accélération laser plasma pour les futurs accélérateurs ;
- Combiner forts gradients et étage accélérateur sur des longueurs de l'ordre du mètre ;
- Accélérer des électrons à des énergies de plusieurs GeV ;
- Développer des sources de positrons ;
- Utiliser des faisceaux d'électrons denses et courts générés par laser pour étudier la physique des accélérateurs faisceau plasma ;
- Construire une installation de test pour les études d'accélération laser plasma et rassembler une communauté de physiciens ;
- Développer une source d'électrons relativistes fiable pour les applications et rassembler une communauté d'utilisateurs.

2.1.2 Etat de l'art et enjeux ions

L'accélération d'ions par interaction d'un laser à haute intensité avec un gaz ou un solide suscite un intérêt grandissant. Il est aujourd'hui possible d'accélérer des protons à des énergies de l'ordre de plusieurs dizaines de MeV. A la différence des ions produits dans les accélérateurs conventionnels, l'accélération par laser peut créer des faisceaux d'ions avec une charge beaucoup plus importante, une émittance très faible, un spectre large et avec une très courte durée, de l'ordre de quelques picosecondes.

De plus, les dispositifs d'accélération laser-plasma sont très versatiles et permettent de produire des sources de différentes espèces d'ions dans des gammes d'énergie variées. Suivant l'application désirée, les caractéristiques des faisceaux d'ions accélérés par laser (énergie maximale, dispersion en énergie, divergence et intensité du faisceau) doivent pouvoir être contrôlées. Ces caractéristiques sont directement déterminées par les mécanismes à l'origine de l'accélération des ions lors de l'interaction du laser avec la cible.

L'accélération des ions par laser est communément réalisée par l'irradiation d'une cible mince avec un laser ultra-court, fortement focalisé, à des intensités dépassant 10^{19} W/cm^2. Le principal mécanisme d'accélération d'ions connu est le Target Normal Sheath Acceleration (TNSA) dans

lequel les ions présents à la surface de cibles solides sont mis en mouvement par les champs électriques (TV/m) formés à la frontière plasma-vide, résultant de la présence d'électrons fortement chauffés par le laser [Wil2001]. D'autres mécanismes potentiellement plus avantageux d'accélération par pression de radiation (Radiation Pressure Acceleration, RPA) ou par choc électrostatique (Collisionless Shock Acceleration, CSA) ont été observés, mais ils sont plus exigeants par rapport aux conditions d'interaction laser-plasma. Tous ces mécanismes peuvent se superposer, selon les conditions d'interaction [Mac2013].

Parmi les résultats les plus récents, on peut citer :

- Des énergies de deutérons proches de 100 MeV par nucléon ont été obtenues sur l'installation laser TRIDENT du Los Alamos National Laboratory en utilisant la combinaison de deux schémas d'accélération dans une cible solide, puis dans un plasma peu dense[ROT2013].

- Des énergies de protons maximales proches de 85 MeV ont été obtenues au GSI, à Darmstadt sur le laser PHELIX (10^{20} W/cm^2, 500 fs) avec des cibles de quelques microns d'épaisseurs en régime TNSA. 10^9 ions par MeV ont été mesurés à ces énergies [Wag2016].

- Des faisceaux de protons avec une énergie maximale autour de 93 MeV ont été observées sur le laser 2 PW du GIST en Corée du Sud en irradiant un laser 800-nm 30-fs en polarisation circulaire avec une intensité de 6.1×10^{20} W/cm^2 sur des cibles de plastique de 15 nm d'épaisseur en régime RPA [Kim2016].

- Des expériences très récentes réalisées sur le laser VULCAN au Royaume-Uni qui ont démontré l'obtention d'une énergie de proton maximale proche de 100 MeV avec des cibles ultra-fines. Les paramètres du laser étaient 2.6×10^{20} W/cm^2, 500 fs [Hig2018].

2.2 Contexte international et positionnement des équipes françaises

L'accélération laser plasma est un domaine très dynamique dont le développement a commencé à susciter un intérêt marqué avec l'obtention de faisceaux d'électrons au-delà du GeV sur quelques cm dès 2006 [Lee2006] et de faisceaux de protons maintenant proches de 100 MeV [Hig2018].

La multiplication des résultats expérimentaux et numériques issus de petites équipes est complétée par des projets plus gros autour d'installations laser, en particulier les systèmes laser de classe PetaWatt. Dans le paysage foisonnant des installations laser se distinguent à moyen terme deux projets d'envergure orientés vers le développement d'accélérateurs d'électrons, K-BELLA aux USA et EuPRAXIA en Europe. Pour K-BELLA l'objectif est de développer une technologie laser au kHz, afin d'augmenter la puissance moyenne et l'efficacité des lasers pour l'accélération laser plasma et contribuer ainsi au développement d'accélérateurs pour la physique des particules. En Europe le projet EuPRAXIA (Design Study H2020) rassemble 16 partenaires pour concevoir puis construire un accélérateur d'électrons à 5 GeV basé sur des technologies plasma, fiable, pour des applications au Laser à électrons libres et au développement d'accélérateurs. Dans le domaine plus récent de l'accélération des ions dans l'interaction laser plasma, les efforts des équipes se portent encore sur la démonstration et la compréhension des nombreux mécanismes d'accélération prédits. L'initiative

ATHENA en Allemagne, financée en 2018 et qui vise, entres autres, à mettre au point notamment un accélérateur plasma d'ions, est la première initiative notable à l'échelle européenne.

La communauté française est active dans de nombreux projets au niveau local, national et international, elle est largement impliquée dans le projet EuPRAXIA et contribue à la thématique d'accélération laser plasma, entres autres, dans le cadre du projet CILEX.

CILEX est un EquipEx liant les partenaires français signataires du projet jusqu'en 2021, autour de la conception et de l'utilisation des faisceaux du laser APOLLON pour les expériences. Ce projet devrait permettre de tester des schémas non accessibles avec d'autres installations et constitue un outil exceptionnel. Son utilisation pour tester des schémas accélérateurs originaux et exigeants doit être aménagée pour permettre à la communauté française de se maintenir au meilleur rang international.

Cette installation, les équipements qui l'accompagnent, et les équipes partenaires constituent des atouts majeurs de cette thématique. L'accélération laser plasma multi-étages pour l'accélération d'électrons est la voie vers les hautes énergies : elle suscite l'intérêt de la communauté internationale et peu de groupes ont les moyens pour la mettre en place expérimentalement. Les défis scientifiques et techniques associés sont à la mesure des performances de l'installation APOLLON et du savoir-faire des équipes partenaires. L'association des compétences laser, plasma, accélérateurs conventionnels et l'excellence des équipes impliquées sont des atouts majeurs pour le projet, reconnus au niveau international. La taille de l'installation permettra d'attirer une large communauté internationale autour de la thématique de l'accélération laser plasma si une structure de collaboration adaptée permet sa mise en place. Enfin, cette installation renforce le potentiel de la communauté de se positionner internationalement pour la construction d'un accélérateur laser plasma optimisé, suite de l'étude menée au niveau européen dans le cadre du projet EuPRAXIA.

Un des enjeux de l'accélération d'ions est le fonctionnement à plus haute cadence tel qu'envisagé dans le cadre de CILEX Apollon, pour lequel l'utilisation de jets de gaz denses paraît très prometteuse. Un groupe de travail ALP_IONS a déjà été mis en place autour de plusieurs expériences en cours de réalisation au LULI, CPLU Salamanque et au LOA dont l'objectif est de trouver les conditions laser, de jet de gaz ou de cibles solides qui permettent l'accélération de paquets d'ions intenses à haut taux de répétition. Les équipes françaises disposent d'outils et de compétences complémentaires qui permettront de réaliser des simulations puis d'optimiser les mécanismes dans les conditions expérimentales accessibles auprès des lasers mono-coups existants. Au LOA la production semi-automatique d'un faisceau de protons focalisé et maitrisé à un taux de répétition de 0.6 Hz a été démontrée [Pommarel2017]. A moyen terme, ces études seront menées de façon plus exhaustive avec le laser APOLLON à une cadence d'un tir par minute. Ce travail comporte plusieurs volets en cours de réalisation : l'optimisation des simulations PICS en tenant compte des caractéristiques réelles des lasers utilisés et des cibles gazeuses (CELIA), la mise au point de jets de gaz supersoniques et denses, de dimensions micrométriques (CENBG et LULI), la mise au point de diagnostics adéquats pour mesurer les propriétés des faisceaux d'ions produits (LIDYL et CENBG), la mise en forme et la caractérisation de ces faisceaux pour l'utilisation dans des cas réels d'applications (LOA). Ce groupe a dans le cadre de ce GdR vocation à s'élargir à de nouveaux partenaires.

La définition concertée d'une feuille de route française sur l'accélération laser plasma devrait permettre de mieux coordonner les équipes impliquées et d'attirer des forces complémentaires issues de la communauté des accélérateurs conventionnels.

2.3 Objectifs

Les objectifs de ce GdR seront de:

- Regrouper la communauté française en capacité de contribuer aux recherches et développements ayant pour finalité la mise au point de futurs accélérateurs utilisant l'accélération laser plasma ;
- Rendre plus visible la communauté française autour de cette thématique ;
- Contribuer aux réflexions stratégiques pour la définition d'une feuille de route nationale sur cette thématique ;
- Mettre en place une structure de coordination des efforts expérimentaux nationaux et de la participation aux projets internationaux.

Un calendrier indiquant les principaux jalons (soulignés) est envisagé de la façon suivante:

Année 1 (2019-2020) :
- identification des contributions des équipes partenaires à la thématique et communication : <u>création d'un site web</u>, <u>d'une liste de diffusion</u>, revue des outils et moyens de la communauté, choix des modes d'interaction entre les équipes et axes
- <u>discussion de propositions</u> d'expériences en coordination

Année 2 (2020-2021) :
- Organisation de réunions préparatoires pour <u>élaborer une feuille de route</u> nationale APPEL
- <u>Préparation et suivi d'expériences</u> en coordination (installations nationales ou internationales)

Année 3 (2021-2022) :
-<u>Point sur le fonctionnement</u> du GdR : premier bilan des actions de coordination, revue des actions collaboratives initiées à travers le GdR, discussion des futures orientations
- <u>Proposition de feuille de route nationale</u>, discussion de propositions de projets accélérateurs

Année 4 (2021-2022) :
-<u>Proposition de projet accélérateur et feuille de route détaillée</u>
- <u>Proposition de structure de coordination au-delà de la durée du GdR</u>

3. AXES DE TRAVAIL

Le GdR regroupera les équipes intéressées des laboratoires participants, autour de 5 axes de travail :
Axe1 : Concepts d'accélération (ACA)
Axe2 : Conception de futures machines (ACM)
Axe3 : Modélisation et simulation (AMS)
Axe4 : Activité expérimentale (AAE)

Axe5 : Du concept à l'application (ADCA)
Pour chaque axe, des groupes spécifiques pour les ions et les électrons seront constitués suivant les besoins. Chaque axe effectuera un bilan de l'état de l'art international et du positionnement de la communauté française, afin d'identifier des contributions pertinentes au niveau international et de proposer collectivement un ou des projets accélérateurs, contribuant également à définir une feuille de route française sur les accélérateurs laser plasma. L'interaction des différents axes est schématisée sur la figure 3 :

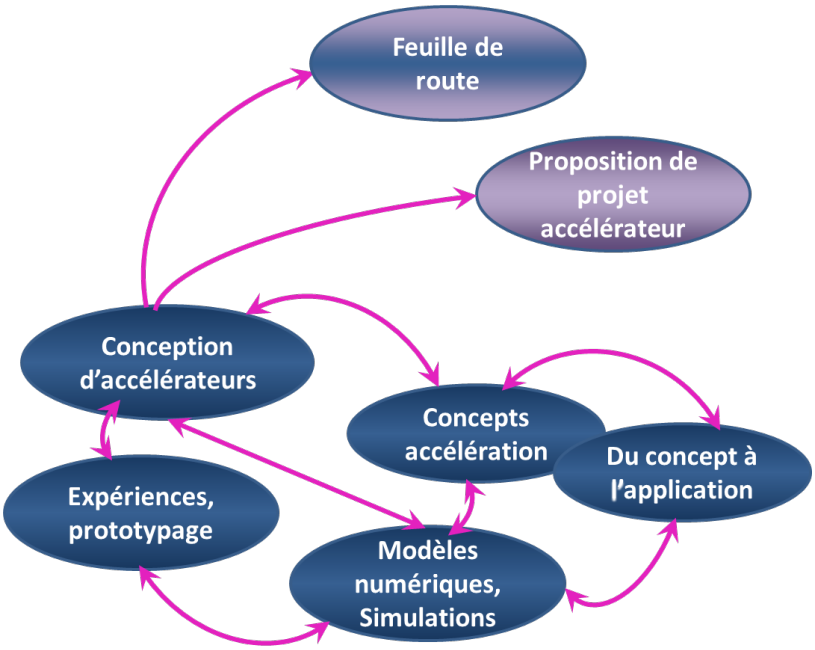

Figure 3 : schéma d'interaction des axes de travail conduisant à la définition de projets d'accélérateurs et à une feuille de route

L'activité des axes est décrite dans les sections suivantes. Différentes équipes issues des laboratoires dont les noms sont mentionnés pour chaque axe ont déjà indiqué leur intérêt. Les groupes de travail associés aux différents axes sont ouverts et leur composition pourra évoluer en fonction des besoins et de l'activité pendant la durée du GdR.

3.1 Axe 1 : Concepts d'accélération (ACA)

Au-delà de la grande variété de mécanismes déjà identifiés pour accélérer des électrons et des ions dans l'interaction laser plasma, le potentiel de découverte de nouveaux mécanismes ou de nouveaux régimes d'interaction reste élevé. La définition de besoins spécifiques à la conception d'accélérateurs est un cadre propice au dépassement des performances actuelles et à l'exploration de gammes de paramètres permettant de relever les défis posés par les futurs accélérateurs basés sur l'accélération laser plasma, comme par exemple les questions d'efficacité, de forte puissance moyenne, ou de fiabilité.

L'activité de cet axe sera développée à travers :

-Le recensement (parmi les participants de ce GdR et dans la littérature) des savoirs pertinents pour le développement d'accélérateurs ;
- L'échange avec l'axe « conception de futures machines » pour proposer les concepts les mieux adaptés aux fonctions visées ;

- L'échange avec les axes simulation et expériences afin de définir les méthodes pour tester et valider les concepts proposés ;
-L'exploration des retombées possibles dans d'autres champs d'application.

3.2 Axe 2 : Conception de futures machines (ACM)

Un accélérateur laser-plasma sera constitué d'éléments permettant d'assurer son fonctionnement et la caractérisation des faisceaux produits dans un environnement adapté. L'axe conception de futures machines recensera les besoins et identifiera les contraintes pour la construction d'un accélérateur laser-plasma et proposera des solutions pour l'ensemble et les éléments de la machine en s'appuyant sur les autres axes du GdR.

Cela inclut la définition des performances attendues pour les systèmes lasers et pour les milieux accélérateurs. Cela inclut aussi la définition du transport, de la focalisation, de stabilisation (temporelle et spatiale) et de la caractérisation des faisceaux avec le développement d'optiques et de diagnostics adaptés. L'environnement de l'expérience est aussi très important : des précautions doivent être prises afin de ne pas mettre en danger la sécurité et la santé des personnels. Le vide dans les enceintes de l'expérience doit être de qualité suffisante pour permettre une préservation de la qualité du faisceau.

Pour chacun des éléments ci-dessus le GdR va d'abord identifier quel est l'état de l'art et ce qui est disponible communément en France. Sur la base de ces informations il identifiera ensuite les paramètres réalistes de chaque élément dans le but de définir un accélérateur laser-plasma stable basé sur des technologies maîtrisées. Là où il sera identifié que l'état de l'art est insuffisant, les participants du groupe de travail définiront un programme de recherche adapté. Là où il sera identifié que ce qui est disponible communément en France est insuffisant les participants définiront comment acquérir cette compétence en France.

3.3 Axe 3 : Modélisation et simulation (AMS)

Cet axe de travail a pour objectifs d'identifier les efforts de modélisation, et de simulation nécessaires et de contribuer à l'interprétation de la physique en jeu dans l'accélération laser-plasma.

L'accélération laser-plasma est essentiellement décrite par les équations de Maxwell-Vlasov ainsi que par des conditions initiales pour un faisceau laser et un étage plasma. Le travail de modélisation consiste à déterminer d'une part des méthodes numériques pour résoudre ces équations ou à trouver des jeux d'équations donnant des solutions approchées et, d'autre part, une description fidèle des conditions initiales. Dans certains contextes, des équations complémentaires doivent également être ajoutées pour prendre en compte des effets collisionels ou quantiques. Le GDR oeuvrera pour la validation et l'amélioration des modèles utilisés afin qu'ils répondent aux besoins de la communauté.
Les modèles en place devront être implémentés dans des codes de simulations. Il s'agit de codes complexes articulés autour d'une interface utilisateur d'entrée, un cœur de calcul massivement parallèle donnant une description 3D réaliste et une interface de sortie produisant les résultats. Le GDR permettra de mettre en relation physiciens, numériciens, experts en calcul scientifique et utilisateurs ; synergie essentielle aux activités de développement, de maintenance mais aussi de déploiement des codes dans les centres de calculs nationaux et européens ainsi que pour l'obtention d'allocations de temps de calcul dans ces centres. Le GDR sera notamment le lieu privilégié d'échange de savoir-faire et de validation mutuelle entre les codes existants. Il facilitera également la

mise en place de standards et de bonnes pratiques dans les méthodes ainsi que dans les formats de données. Enfin, pour les simulations englobant plusieurs étages d'accélération ou de diagnostic, des interfaces entre différents codes doivent être mises en place. Il reviendra au GDR de rassembler les diverses expertises nécessaires à la mise au point de ces interfaces.

Le GDR encouragera les collaborations étroites entre les communautés numériques et expérimentales. La communauté numérique sera un soutien fort à la conception expérimentale et à l'interprétation des résultats. Les expériences envisagées comprennent les accélérations d'électrons (sillage laser, ...), d'ions (TNSA, RPA, chocs) ou de positrons par effets QED, la décélération de faisceaux de particules dans les plasmas.

3.4 Axe 4 : Activité expérimentale (AAE)

L'objectif de cet axe sera de réaliser une concertation des acteurs pour la mise au point de programmes, et la constitution de collaborations pour la mise en œuvre et le suivi d'expériences d'accélération (CILEX et installations françaises, installations européennes, ...).

Le groupe de travail cherchera à optimiser et coordonner les efforts des équipes de recherche françaises sur les thématiques expérimentales relevant de ce GdR: caractérisation et optimisation des faisceaux lasers UHI à haut taux de répétition, expériences d'accélération d'électrons et d'ions, techniques de détection et de caractérisation des faisceaux, production de cibles etc.

3.5 Axe 5 : Du concept à l'application (ADCA)

Le but de ce groupe de travail sera d'identifier parmi les concepts d'accélération existant ceux qui présentent des performances permettant d'envisager des applications pratiques.

Des initiatives locales sont apparues récemment autour d'accélérateurs plasma, par exemple pour la production de radio-isotopes ou de rayonnement. Ce groupe de travail sera le lieu idéal pour faire le bilan des projets existants, chercher les synergies éventuelles et proposer des axes de collaboration.

4. ORGANISATION

La structure proposée est illustrée par l'organigramme de la figure 4:

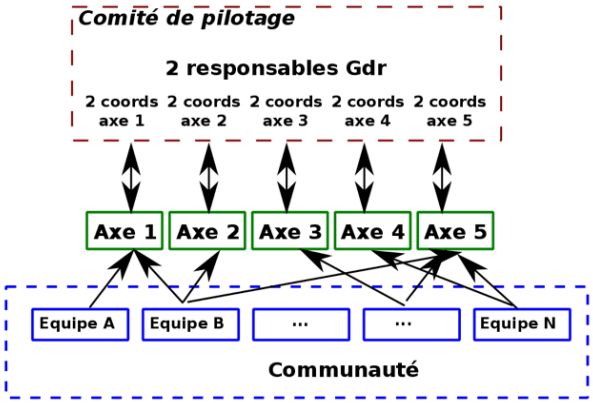

Figure 4 : Schéma de gouvernance du GdR APPEL et voies de communication des différents groupes

Le GdR sera coordonné par un binôme, ci-après désigné par **binôme de direction (BD)** du GdR, dont l'un des membres sera issu de préférence de la communauté des plasmas et l'autre de préférence de la communauté des accélérateurs. Ce BD représentera le GdR à l'extérieur et assurera les relations avec les institutions concernées. La nomination de ce binôme sera faite par le CNRS sur proposition du comité de pilotage. Le BD veillera à ces que les objectifs définis soient atteints en concertation avec le comité de pilotage du GdR. Le BD a la charge de réunir le comité de pilotage, et de préparer l'ordre du jour.

Le BD et les coordinateurs des axes de travail formeront le **comité de pilotage (CP)** du GdR, en charge de définir une stratégie commune élaborée à partir des propositions des axes de travail, de proposer les actions du GdR et de veiller à leur exécution, et de définir l'utilisation du budget du GdR. Le CP est le lieu où se discute la coordination entre les axes.

Chaque **axe de travail** sera coordonné par un **binôme d'axe (BA)** en charge d'animer le travail des axes et de représenter la communauté et l'activité de l'axe au sein du CP. Les axes de travail rassemblent les équipes participantes des laboratoires identifiés.

Au-delà des équipes identifiées au moment de la formation du GdR, un des objectifs du GdR sera d'attirer de nouvelles équipes partenaires intéressées pour contribuer au développement ou à l'utilisation d'accélérateurs laser plasma. Les industriels intéressés par les développements liés à ce GdR seront invités à participer à certaines réunions du GdR.

5. ACTIONS

Le GdR organisera un certain nombre d'actions pour réaliser ses objectifs (décrits section 2.3) :

Rencontre annuelle

Une rencontre sur deux jours de l'ensemble des équipes du GdR sera organisée chaque année. Une partie de la rencontre sera dédiée à des réunions des axes de travail, et l'autre à des présentations plénières sur les activités des axes de travail et sur les résultats relatifs aux objectifs du GdR obtenus par la communauté. Ces rencontres seront l'occasion de présenter l'activité collaborative autour des installations existantes (plateformes expérimentales et centres de calculs), et d'échanger autour des modalités d'accès, ou de la préparation d'expériences.

Diffusion de l'information

Un site web (https://www.gdr-ALP.fr/) et une liste de diffusion (FORUM-GDR-ALP-L@in2p3.fr) permettront de faire circuler l'information entre les membres. Une lettre trimestrielle rédigée par le bureau et diffusée à la liste permettra de tenir tous les membres des dernières publications associées au but poursuivi.

Réunions de travail par axes

Les coordinateurs d'axe de travail veilleront à ce que chaque axe de travail se réunisse au moins une fois par an (en plus de la rencontre annuelle du GdR) pour discuter des progrès de chacun des participants.

Préparation de documents

Un **rapport de synthèse** faisant l'état des lieux des recherches actuelles en France et à l'étranger orientées vers la réalisation d'un accélérateur laser-plasma sera préparé dès la première année d'existence du GdR.

Une **feuille de route** des activités accélérateurs laser plasma au niveau national, montrant l'insertion dans le paysage international, sera proposée. Cette feuille de route sera accompagnée d'une **proposition de projets accélérateurs** à moyen et long terme, et d'une **proposition de structure de coordination** des activités expérimentales au-delà de la durée du GdR.

6. MOYENS

Le GdR APPEL est proposé par 19 équipes partenaires totalisant plus de 60 chercheurs permanents. La liste de ces équipes est présentée dans le tableau 1.

6.1 Équipements utilisés par les partenaires

Les équipes partenaires utilisent les installations laser ultra-intenses nationales et internationales, indiquées dans le tableau 1.

Les laboratoires CELIA, LIDYL, LOA, et LUMAT disposent d'installations laser développées pour répondre aux objectifs d'un programme interne au laboratoire, utilisées par les équipes internes et partiellement ouvertes aux utilisateurs externes. L'accès aux installations du LULI est complètement géré par un appel à propositions international et une sélection par un comité de programme.

Le LAL dispose d'un photo-injecteur qui sera prochainement utilisé pour des expériences d'accélération plasma par injection externe.

Plusieurs plateformes expérimentales maintenues par les laboratoires permettent la préparation des dispositifs expérimentaux et des diagnostics.

Plusieurs codes de calculs sont utilisés par les partenaires, des codes PICS pour décrire l'interaction laser plasma comme SMILEI, WARP, PICLS, CALDER ou des codes pour modéliser la propagation des particules dans des éléments accélérateurs, comme TraceWin, OPERA

6.2 Budget propre

Ce budget est établi sur la base d'une estimation de 50 participants actifs.

Le coût des rencontres sera d'un voyage en train et d'une nuit d'hôtel par an et par participant soit environs 500€/an/personne. Total : 25k€

Le coût des réunions de travail sera d'un voyage en train pour les participants n'étant pas issus du laboratoire hôte de ces réunions (soit 200€/personne/an/2). Total : 5k€.

Le budget total nécessaire au GdR sera donc de 30k€.

Tableau 1 : Récapitulatif des équipes partenaires du GdR APPEL, les outils numériques et plateformes expérimentales qu'elles utilisent ou qu'elles développent.

Laboratoire	Tutelles	Equipe	Outils numériques	Plateforme expérimentale
CELIA	CEA/CNRS/Université Bordeaux	IFCIA	OCEAN, PICLS	_
CELIA	CEA/CNRS/Université Bordeaux	PETRUX		laser Eclipse (CELIA), et utilisateurs externes des installations laser LULI2000 et ELFIE au LULI (Ecole Polytechnique, France), VEGA2 et VEGA3 au CLPU (Salamanque, Espagne), PHELIX au GSI (Darmstadt, Allemagne).
CENBG	CNRS/ Université Bordeaux	Excitations Nucléaires par lasers		LULI, CELIA Aurore et Eclipse, PHELIX GSI, Accélérateurs
CPhT	EP/CNRS	Interaction laser plasma	WAKE	
DACM	CEA	Laboratoire d'étude et de développement des accélérateurs	TraceWin (développé au DACM), WARP, OERA, cluster de calcul 256 cœurs	Laboratoire vide pour test de surface
DAM	CEA DAM DIF	DPTA	PIC CALDER CALDER-CIRC	
IRSD	CNRS	IRSD		APOLLON
LAL	CNRS/ Université Paris Sud	ESCULAP		PHIL, LASERIX
LCP	CNRS/ Université Paris Sud	CLIO		LEL CLIO
LIDYL	CEA/CNRS	PHI- Physique à Haute Intensité		UHI100
LLR	CNRS/ École Polytechnique	GALOP	Smilei	APOLLON ,UHI100, (LOA Salle Jaune)
LOA	ENSTA/EP/CNRS	APPLI: Application des sources ultrarapides à la physique du solide		Salle Noire 2.0
LOA	ENSTA/EP/CNRS	FLEX: Sources de Rayonnements X ultra-brèves et intenses par		Salle jaune du LOA

		laser		
LOA	ENSTA/EP/CNRS	SPL: Sources Particules par Laser		Salle jaune du LOA
LPGP	CNRS/ Université Paris Sud	ITFIP	WARP, WAKE	utilisateurs UHI100, LLC (U Lund), à terme APOLLON
LPGP	CNRS/ Université Paris Sud	LXA		PHIL, LASERIX
LPGP	CNRS/ Université Paris Sud	TMP-DS		Décharges capillaires
LULI	CNRS/ EP/ CEA/ Sorbonne Université	Equipe d'exploitation du laser et des salles d'expériences de l'installation APOLLON		APOLLON
LUMAT	CNRS/ Université Paris Sud	Laserix		LASERIX
SOLEIL	CNRS/CEA	COXINEL		Salle Jaune du LOA

Tableau 2 : Coordinateurs des axes de travail lors de la formation du GdR

	Nom de l'axe	Coordinateurs
Axe 1	Concepts d'accélération (ACA)	Phi N'GHIEM (DACM), Alessandro Flacco (LOA)
Axe 2	Conception de futures machines (ACM)	Marie-Emmanuelle Couprie (SOLEIL), Antoine Chance (DACM)
Axe 3	Modélisation et simulation (AMS)	Arnaud Beck (LLR), Xavier Davoine (DAM/DIF), Emmanuel d'Humières (CELIA)
Axe 4	Activité expérimentale (AAE)	Livia Lancia (LULI), Arnd Specka (LLR), Medhi Tarisien (CENBG)
Axe 5	Du concept à l'application (ADCA)	Rui Prazeres (LCP), Sophie Kazamias (LPGP)

Références :

[Cou2017] J.P. Couperus et al.,Nature Communications **8**, 487 (2017)
[Fau2006] J. Faure et al., Nature **444**, 737 (2006)
[Fer2016] J. Ferri et al. Scientific Reports **6**,27846 (2016)
[Han2014] M. Hansson et al.,Phys Rev. ST AB **17,** 031303 (2014)
[Hig2018] A. Higginson et al., Nat. Com. **9** 724 (2018)
[Kim2016] I.J. Kim et al.,Physics of Plasmas **23**, 070701 (2016)
[Lee2006] W.P. Leemans et al.,Nature Physics **2**, pages 696 (2006)
[Lee2014] W.P. Leemans et al.,Phys Rev. Lett. 113, 245002 (2014)
[Lee2016] P. Lee et al.,Phy sRev AB, **19** 112802 (2016).
[Mac2013] A. Macchi et al, Rev Mod Phys **85** (2013) et références citées
[ROT 2013] M. Roth et al., Phys. Rev. Lett. **110**, 044802,(2013)
[Wag2016] F. Wagner et al. , Phys. Rev. Lett. **116** 205002 (2016)
[Wei2011] R. Weingartner, Phys. Rev. ST Accel. Beams **14**, 052801 (2011)
[Wil2001] S.C. Wilks et al, Phys of Plasma **8,** 542 (2001)
[WLu2007] Wei Lu et al., Phys Rev.ST Accel. Beams **10**, 061301 (2007)

ANNEXE :

Présentation des équipes partenaires

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Laboratoire : CELIA

Tutelles : CEA / CNRS / Université de Bordeaux

Equipe(s) concernées par la thématique du GDR : equipe IFCIA

Liste des membres de ces équipes (précisez chercheurs, ITA,ITRF, postdocs, doctorants,…) :

Emmanuel Dhumières (professeur)
Thanh-Ha Nguyn (Ingénieur CEA)
Philippe Nicolaï (Ingénieur CEA)
Rachel Nuter (Ingénieur CEA)
Xavier Ribeyre (Ingénieur CEA)
Vladimir Tikhonchuk (Professeur)

Objectifs scientifiques de cet (ces) équipe(s) : Nous développons des outils numériques pour simuler l'interaction laser-plasma, et en particulier l'accélération de particules. Nous utilisons deux codes « Particle In Cell » (OCEAN et PICLS) que nous exploitons sur les clusters de calcul. Nos objectifs scientifiques sont la production de particules énergétiques et leur utilisation pour la génération de sources secondaires.

Plateformes expérimentales utilisées :

Quelques publications représentatives des activités :

"Maxwell solvers for the simulations of the Laser-matter interaction", R. Nuter, M. Grech, P. Gonzalez de Alaiza Martinez, G. Bonnaud, E. d'Humières, European Physical Journal D, 68, 177 (2014)
"Stimulated Raman scattering in the relativistic regime in near critical plasmas", J.G. moreau, E.d'Humières, R. Nuter and V.T. Tikhonchuk, Physical Review E, 95, 013208 (2017)

Collaborations nationales et internationales :

collaboration avec le LULI.

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Laboratoire : CELIA

Tutelles : CEA / CNRS / Université de Bordeaux

Equipe(s) concernées par la thématique du GDR : équipe PETRUX

Liste des membres de ces équipes (précisez chercheurs, ITA, ITRF, postdocs, doctorants,…) :

Michael Ehret (Doctorant)
Didier Raffestin (Ingénieur CEA)
João Jorge Santos (Maître de Conférences)

Objectifs scientifiques de cet (ces) équipe(s) : Nous développons et réalisons des expériences d'interaction laser-plasma, en particulier sur l'accélération de particules. Nos objectifs scientifiques dans le cadre du GdR sont la production de particules énergétiques et leur utilisation pour la génération de sources secondaires.

Plateformes expérimentales utilisées : Laser Eclipse au CELIA, ainsi qu'en tant qu'utilisateurs externes les installations laser LULI2000 et ELFIE au LULI (Ecole Polytechnique, France), VEGA2 et VEGA3 au CLPU (Salamanque, Espagne), PHELIX au GSI (Darmstadt, Allemagne).

Quelques publications représentatives des activités :

J. J. Santos *et al.*, Physics of Plasmas **25**, 056705 (2018) – invited APS DPP 2017
Laser-driven strong magnetostatic fields with applications to charged beam transport and magnetized high energy-density physics

M. Bailly-Grandvaux *et al.*, Nature Communications **9**, 102 (2018), **DOI :** 10.1038/s41467-017-02641-7
Guiding of relativistic electron beams in dense matter by laser-driven magnetostatic fields

Collaborations nationales et internationales :

Collaborations nationales avec le LULI, le LOA, le CENBG et l'équipe LYDIL au CEA/DSM et le CEA/DAM/DIF.
Collaborations internationales avec le CLPU (Espagne), TUD et GSI (Allemagne), UCSD (Etats-Unis), ILE (Japon).

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Laboratoire : CENBG

Tutelles : CNRS-IN2P3 et Université de Bordeaux

Personnels chercheurs et enseignants chercheurs : 41

Equipes concernées par la thématique du GDR : Excitations Nucléaires par lasers

Membres de ces équipes (precisez chercheurs, ITA,ITRF, postdocs, doctorants).

J Luis Hénarés : post doctorant, P Puyuelo Valdes : doctorante, F Hannachi chercheur, M Tarisien enseignant chercheur

Objectifs scientifiques de ces équipes : accélération laser-plasma, propriétés nucléaires en milieu plasma

Plateformes expérimentales utilisées par ces équipes : UHI Lasers nationaux et internationaux, accélérateurs

5 publications représentatives des activités :

Laser driven de-excitation of 84mRb, D.Denis-Petit, M Tarisien, Ch.21, Applications of Laser-Driven Particle Acceleration, Eds. Parodi, Bolton, Schreiber, CRC press, ISBN 9781498766418 (5th june 2018)

Optimization of critical-density gas jet targets for laser ion acceleration in the collisionless shockwave acceleration regime , J L Henares, M Tarisien, S. Amiroudine, F Gobet, J-R Marquès, T Nguyen-Bui, P Puyuelo, M.Versteegen and F. Hannachi, accepted to IOP Conference Series (2018),

Scintillators in high-power laser-driven experiments, M.Tarisien, J.L.Henares, C. Baccou, Th.Bonnet, F.Boulay, F.Gobet, M.Gugiu, F.Hannachi, S.Kisyov, C.Manailescu, V.Meot, F.Negoita, X.Raymond, G.Revet, L.Tudor, M.Versteegen, accepted to IEEE Transactions on Nuclear Science (2018)

Calculation of the rate of nuclear excitation by electron transition in an 84mRb plasma under the hypothesis of local thermodynamic equilibrium using a multiconfiguration Dirac-Fock approach, D. Denis-Petit, G. Gosselin, F. Hannachi, M. Tarisien, T. Bonnet, M. Comet, F. Gobet, M. Versteegen, P. Morel, V. Meot, and I. Matea, Phys. Rev. C 96, 024604 (2017),

Experimental and Monte Carlo absolute characterization of a medical electron beam using a magnetic spectrometer, F.Gobet, J.Caron, I.Bessieres, T.Bonnet, M.M.Aléonard, M.Antoine, P.Barberet, M.Comet, D.Denis-Petit, J.L.Feugeas, F.Hannachi, S.Hulin, G.Kantor, P.Nicolai, J.J.Santos, M. Tarisien, V.Tikhonchuk, and M.Versteegen, Radiation Measurements 86, 16 (2016)

Collaborations nationales et internationales en cours

LULI, CELIA, CEA LIDYL, CEA DAM, IFIN-HH (Roumanie)...

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Laboratoire : Centre de physique théorique (CPHT), Ecole polytechnique

Tutelles : Ecole polytechnique, CNRS (UMR7644)

Equipe concernée par la thématique du GDR : Interaction laser plasma

Liste des membres de cette équipe (précisez chercheurs, ITA,ITRF, postdocs, doctorants,…) : J. C. Adam, A. Couairon, A. Héron, S. Hüller, P. Mora, D. Pesme (chercheurs)

Objectifs scientifiques de cette équipe : Théorie et modélisation de l'interaction laser-plasma

Plateformes expérimentales utilisées : sans objet

Quelques publications représentatives des activités :

- Laser wakefield compression and acceleration of externally injected electron bunches in guiding structures, N. E. Andreev, V. E. Baranov, B. Cros, G. Maynard and P. Mora, and M.E Veysman, J. Plasma Phys. 79, 143 (2013).

- Numerical modeling of multi-GeV laser wakefield electron acceleration inside a dielectric capillary tube, B. S. Paradkar, B. Cros, P. Mora, and G. Maynard, Phys. Plasmas 20, 083120 (2013).

- Laser plasma acceleration of electrons with multi-PW laser beams in the frame of CILEX, B. Cros et al., Nucl. Instr. and Meth. A 740, 27 (2014).

- Transport line for a multi-staged laser-plasma acceleration: DACTOMUS, A. Chance et al., Nucl. Instr. and Meth. A 740, 158 (2014).

- A comparative study of plasma channels for a 100GeV electron accelerator using a multi-petawatt laser, B. S. Paradkar et al., Plasma Phys. Control. Fusion 56, 084008 (2014).

- J. D. Ludwig, P.-E. Masson-Laborde, S. Hüller, W. Rozmus, and S. C. Wilks, Enhancement and Control of Laser Wakefields via a Backward Raman Amplifier, Phys. Plasmas 25, 053108 (2018).

Collaborations nationales et internationales : LULI, LPGP, LOA

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Laboratoire : CEA Irfu/DACM

Tutelles : CEA

Personnels chercheurs et enseignants chercheurs : 130 (au DACM)

Equipes concernées par la thématique du GDR : laboratoire d'étude et de développement des accélérateurs

Membres de ces équipes (precisez chercheurs, ITA,ITRF, postdocs, doctorants).

Antoine Chance, Phi Nghiem, Claire Simon, Benoît Bolzon, Olivier Delferrière : ingénieurs-chercheurs

Objectifs scientifiques de ces équipes

Simulations de l'accélération plasma, transport de faisceau, diagnostics, calculs magnétiques

Plateformes expérimentales utilisées par ces équipes

Codes de calculs : TraceWin (développé dans le laboratoire), Warp, Opera

Cluster de calcul (256 cœurs)

Laboratoire vide pour test de surface

5 publications représentatives des activités

"Transport line for a multi-staged laser-plasma acceleration: DACTOMUS" A. Chancé et al, Nuclear Instruments & Methods in Physics Research A(2013)

"Transport and analysis of electron beams from a laser wakefield accelerator in the 100 MeV energy range with a dedicated magnetic line.", A. Maitrallain *et al.*, à être publié dans Nuclear Instruments & Methods in Physics Research.

"Design of a 5 GeV laser–plasma accelerating module in the quasi-linear regime", Xiangkun Li, Alban Mosnier, Phu Anh Phi Nghiem, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment (2018)

"Core-halo limit and internal dynamics of high intensity beams", P. A. P. Nghiem, M. Valette, N. Chauvin, N. Pichoff, and D. Uriot, Physics of Plasmas 2015 22:8

"Horizon 2020 EuPRAXIA design study", P A Walker et al., Journal of Physics: Conference Series

Collaborations nationales et internationales:

National : CileX

Européen : EuPRAXIA, ARIES

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Laboratoire : CEA DAM DIF

Tutelles :CEA

Equipe(s) concernées par la thématique du GDR : DPTA

Liste des membres de ces équipes (précisez chercheurs, ITA,ITRF, postdocs, doctorants,…) :

Xavier Davoine (chercheur). Cette liste pourra éventuellement s'allonger selon l'évolution de ce GDR.

Objectifs scientifiques de cet (ces) équipe(s) : Développement des sources de photons et de particules énergétiques générées par laser. Le travail se concentre sur l'amélioration de nos capacités à modéliser (simulation PIC) l'interaction laser plasma et l'accélération de particules par lasers et sur l'analyse de la physique en jeu.

Plateformes expérimentales utilisées :

Codes PIC CALDER et CALDER-CIRC

Quelques publications représentatives des activités :

S. Kalmykov *et al*., New J. Phys. **20** (2018) 023047
M. Lobet *et al*., PHYSICAL REVIEW ACCELERATORS AND BEAMS **20**, 043401 (2017)
J. Ferri *et al*., Scientific Reports **6**, 27846 (2016)
J. Ferri *et al*., PHYSICAL REVIEW ACCELERATORS AND BEAMS **19**, 101301 (2016)

Collaborations nationales et internationales : LOA, LULI, LLR, Université de Lund (Suède), Université du Nebraska (USA)

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Laboratoire : iRSD (UPS3364)

Tutelles : CNRS

Equipe(s) concernées par la thématique du GDR : iRSD

Liste des membres de ces équipes (précisez chercheurs, ITA,ITRF, postdocs, doctorants,…) :

Pierre ROBERT, ITA

Jean-Michel HORODYNSKI, ITA

Objectifs scientifiques de cet (ces) équipe(s) : unité d'expertise dans la prévention des risques au sein des installations nucléaires. Dans le cadre du projet Apollon, l'iRSD est intervenu en tant qu'expert dans les domaines de la radioprotection, la sûreté machine et la prévention des risques.

Plateformes expérimentales utilisées :

Quelques publications représentatives des activités : Dossiers administratifs : dossier d'autorisation ASN pour Apollon, dossier de sécurité pour la phase de montage d'Apollon, expertise des études de radioprotection et du système de sûreté machine d'Apollon, études de radioprotection pour l'installation ILE.

Collaborations nationales et internationales : ILE, Apollon

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Laboratoire : LAL

Tutelles : CNRS et Univ. Paris-Sud

Equipe(s) concernées par la thématique du GDR : ESCULAP

Liste des membres de ces équipes (précisez chercheurs, ITA,ITRF, postdocs, doctorants,…) :

Chercheurs :Nicolas Delerue, Christelle Bruni

ITA : Pierre Lepercq, Stéphane Jenzer, Denis Douillet, Vincent Chaumat, Noureddine El Kamchi, Alexandre Gonin, Viacheslav Kubitskyi,

Doctorants : Ke Wang

Post-doctorants : Harsh Purwar

Objectifs scientifiques de cet (ces) équipe(s) :

Etudier l'accélération-laser-plasma par injection externe.

Contribuer à APOLLON/CILEX et Eupraxia

Plateformes expérimentales utilisées :

Laserix, Photoinjecteur PHIL

Quelques publications représentatives des activités :

Status report of the ESCULAP project at Orsay: External injection of low energy electrons in a Plasma NIM A https://doi.org/10.1016/j.nima.2018.03.013

Longitudinal compression and transverse matching of electron bunch for external injection LPWA at ESCULAP Nim A https://doi.org/10.1016/j.nima.2017.12.014

Modeling of laser-plasma acceleration of relativistic electrons in the frame of ESCULAP project NIM A https://doi.org/10.1016/j.nima.2018.02.015

Collaborations nationales et internationales

- Groupe LASERIX
- INFN Frascati

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Laboratoire : LCP

Tutelles : CNRS-UPSUD

Personnels chercheurs et enseignants chercheurs :50

Equipes concernées par la thématique du GDR : CLIO

Membres de ces équipes (precisez chercheurs, ITA,ITRF, postdocs, doctorants) :

- Rui PRAZERES (DR)
- François GLOTIN (MC)

Objectifs scientifiques de ces équipes :

développement et fonctionnement du Laser à Electrosn Libres

Plateformes expérimentales utilisées par ces équipes :

Laser à Electrons Libres CLIO

5 publications représentatives des activités

Evidence for competition modes in a partially guided far-infrared free-electron laser
Ortega, J. -M.; Berthet, J. -P.; Glotin, F.; Prazeres, R
PHYSICAL REVIEW SPECIAL TOPICS-ACCELERATORS AND BEAMS Vol: 17 Issue: 10 Art Number: 100701, 2014

Laser beam profile analysis of a hole coupled free-electron laser
Prazeres, R ; Berthet, JP ; Glotin, F ; Ortega, JM ; Biswas, B ; Kale, U
PHYSICAL REVIEW SPECIAL TOPICS-ACCELERATORS AND BEAMS
13, 090702, 2010

Analysis of periodic spectral gaps observed in the tuning range of free-electron lasers with a partial waveguide
Prazeres, R ; Glotin, F ; Ortega, JM
PHYSICAL REVIEW SPECIAL TOPICS-ACCELERATORS AND BEAMS, 12, 2009

Measurement and calculation of the 'electron efficiency' on the 'CLIO' free-electron laser
Prazeres, R ; Glotin, F ; Ortega, M
EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL-APPLIED PHYSICS
29, 223- 230, 2005

Coherent and self-amplified infrared synchrotron radiation emitted by a 50MeV electron beam
Ortega J.M., Prazeres, R ; Glotin, F ; Jaroszynski, DA
PHYSICAL REVIEW E
57, 1053 – 1060, 1998

Collaborations nationales et internationales : XXX

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Laboratoire : CEA/DRF/IRAMIS/LIDYL

Tutelles :CEA, CNRS

Equipe concernée par la thématique du GDR : Physique à Haute Intensité (PHI)

Liste des membres de cette équipe (précisez chercheurs, ITA,ITRF, postdocs, doctorants,…) :

Chercheurs permanents : F. Quéré, P. Monot, S. Dobosz Dufrénoy, T. Ceccotti, H. Vincenti, O. Gobert

Objectifs scientifiques de cette équipe : La mission principale de l'équipe PHI est d'étudier l'interaction laser-plasma à ultrahaute intensité d'un point de vue fondamental, et d'en explorer les applications potentielles, aussi bien scientifiques que sociétales.

Plateformes expérimentales utilisées : Laser 100 TW UHI100 au CEA Saclay

Quelques publications représentatives des activités :

L. Fedeli et al, *Electron Acceleration by Relativistic Surface Plasmons in Laser-Grating Interaction*. Physical Review Letters. 2016;**116**(1):015001.

Gallardo González I.et al, *Effects of the dopant concentration in laser wakefield and direct laser acceleration of electrons*, New Journal of Physics, 2018, **20** (5):053011

M. Thevene, et al, *Vacuum laser acceleration of relativistic electrons using plasma mirror injectors* Nature Physics 2016, **12**, 355–360

Collaborations nationales et internationales : LOA, LULI, CNBG, Université Paris 6, LPGP, LLR, LAL, Lund University (Sweden), Queen's University (Belfast, Northern Ireland), Università di Pisa (Italia), Politecnico di Milano (Italie)

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Laboratoire : **LLR**

Tutelles : CNRS et Ecole Polytechnique

Personnels chercheurs et enseignants chercheurs : Arnaud Beck (IR), Arnd Specka (CR)

Equipes concernés par la thématique du GDR : GALOP , Groupe d'Accélération par Laser et Ondes Plasma

Membres de ces équipes (précisez chercheurs, ITA,ITRF, postdocs, doctorants). Arnaud Beck (IR), Martin Khojoyan (PostDoc), Francesco Massimo (PostDoc), Arnd Specka (CR), Imen Zemzemi (Doctorante)

Objectifs scientifiques de ces équipes : Étude expérimentale et modélisation de l'accélération par sillage laser. Développement de diagnostics et de systèmes de manipulation de faisceau auprès des accélérateurs laser plasma Développement et exploitation de code libre pour la simulation d'interaction laser-plasma (Smilei). Étude des applications des accélérateurs laser-plasma au sein du projet EuPRAXIA.

Plateformes expérimentales utilisées par ces équipes : APOLLON ,UHI100, (LOA Salle Jaune)

Plateformes simulation utilisées par ces équipes : CURIE, OCCIGEN, IRENE, FERMI, MARCONI

5 publications représentatives des activités

1. Physical processes at work in sub-30 fs, PW laser pulse-driven plasma accelerators: Towards GeV electron acceleration experiments at CILEX facility, A. Beck et al., Nucl.Instrum.Meth. A740 (2014) 67-73.

2. Mapping the X-Ray Emission Region in a Laser-Plasma Accelerator, S. Corde et al.. Phys.Rev.Lett. 107 (2011) 215004.

3. Controlling the Phase-Space Volume of Injected Electrons in a Laser-Plasma Accelerator, C. Rechatin et al.., Phys.Rev.Lett. 102 (2009) 164801.

4. Development of an Injector and a Magnetic Transfer Line in the Framework of Cilex, Antoine Chancé et al.. 10.18429/JACoW-IPAC2016-WEPMY004.

5. Load management strategy for Particle-In-Cell simulations in high energy particle acceleration, A. Beck et al. Nucl.Instrum.Meth. A829 (2016) 418-421.

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Page vide suite à la repagination de la fiche suivante.

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Laboratoire **: Laboratoire d'Optique Appliquée**

Tutelles : ENSTA-ParisTech, Ecole Polytechnique, CNRS-UMR7639

Personnels chercheurs et enseignant-chercheurs : 33 dont 6 enseignant-chercheurs

Equipes concernées par la thématique du GDR : SPL (Sources Particules par Laser), FLEX (Sources de Rayonnements X ultra-brèves et intenses par laser), APPLI (Application des sources ultrarapides à la physique du solide)

Membres de ces équipes (précisez chercheurs, ITA, ITRF, postdocs, doctorants) : Chercheurs permanents: Cédric Thaury (SPL), Jérôme Faure (APPLI), Philippe Zeitoun (FLEX), Alessandro Flacco (SPL), Sébastien Corde (SPL)

Objectifs scientifiques de ces équipes

- SPL : the SPL group develops new technology to compact particle accelerators based on the properties of plasma to support intense electric fields of the order of TV / m.
- FLEX : the FLEX group studies the generation and the application of ultrafast radiation sources in the EUV, XUV, X and gamma spectral ranges from the interaction of femtosecond and intense laser pulses with the matter.
- APPLI : the APPLI group is dedicated to the development of new femtosecond particle and radiation sources and to their use for probing ultrafast dynamics in solids. We put a special emphasis on developing high-repetition rate and reliable sources that can truly be used for probing ultrafast phenomena at the femtosecond time scale.

Plateformes expérimentales utilisées par ces équipes

- Salle Jaune (Laser: 1 Hz, 30 fs, 6 J, 800 nm, 6 faisceaux synchronisés; 3 sites expérimentaux interaction laser-plasma)
- Salle Noire 2.0 (Laser: 1 kHz, 4 fs, 3 J, 800 nm, 2 sites expérimentaux laser-plasma)

5 publications représentatives des activités :
Relativistic electron beams driven by kHz single-cycle light pulses"; D. Guénot, D. Gustas, A. Vernier, B. Beaurepaire, F. Böhle, M. Bocoum, M. Lozano, A. Jullien, R. Lopez-Martens, A. Lifschitz and J. Faure, Nature Photonics 11, 293 (2017)
- Multi-gigaelectronvolt acceleration of positrons in a self-loaded plasma wakefield, S. Corde, E. Adli, J. M. Allen, W. An, C. I. Clarke, C. E. Clayton, J. P. Delahaye, J. Frederico, S. Gessner, S. Z. Green, M. J. Hogan, C. Joshi, N. Lipkowitz, M. Litos, W. Lu, K. A. Marsh, W. B. Mori, M. Schmeltz, N. Vafaei-Najafabadi, D. Walz, V. Yakimenko, and G. Yocky,, Nature 524, 442 (2015).
- C. Thaury∗ , E. Guillaume∗ , A. Lifschitz, K. Ta Phuoc, M.Hansson, G. Grittani, J. Gautier, J-P Goddet, A. Tafzi, O. Lundh and V. Malka, Shock assisted ionization injection in laser-plasma accelerators, Scientific Reports 5, 16310 (2015)
- C. Thaury, E. Guillaume, A. Döpp, R. Lehe, A. Lifschitz, K. Ta Phuoc, J. Gautier, J-P Goddet, A. Tafzi, A. Flacco, F. Tissandier, S. Sebban, A. Rousse and V. Malka, Demonstration of relativistic electron beam focusing by a laser-plasma lens, Nature communications 6, 6860 (2015)
- Optical Transverse Injection in Laser-Plasma Acceleration, R. Lehe, A. F. Lifschitz, X. Davoine, C. Thaury and V. Malka, Phys. Rev. Lett. 111, 085005 (2013)

Collaborations nationales et internationales :
CPhT, LIDYL, Celia, LULI, Université Paris 6, LLR, Lund University (Sweden), Queen's University (Belfast, Northern Ireland), Politecnico di Milano (Italie), IST-Golp (Portugal), Soleil, KAERI (Corée), ...

Laboratoire : LPGP

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Tutelles :CNRS Université Paris Sud

Personnels chercheurs et enseignants chercheurs : Brigitte Cros (DR), Gilles Maynard (DR)

Equipe concernés par la thématique du GDR : ITFIP, Interaction et Transport de Faisceaux Intenses dans les Plasmas

Membres de ces équipes (precisez chercheurs, ITA,ITRF, postdocs, doctorants). Brigitte Cros (DR), Gilles Maynard (DR), T. Audet (Post-doc), Artem Kim (Thèse EDOM à partir oct 2018)

Objectifs scientifiques de ces équipes : Etude expérimentale et modélisation de l'accélération d'électrons multi-étages, mise au point de sources d'électron laser plasma, de mécanismes de guidage du laser sur de grandes longueurs, développement de modules accélérateurs plasma. Développement et utilisation de codes open source (WARP, WAKE). Etude de la faisabilité d'accélérateurs plasma pour la physique des hautes énergies.

Plateformes expérimentales utilisées par ces équipes : UHI100, LLC (U Lund), à terme APOLLON

5 publications représentatives des activités

B.S. Paradkar, C. Cros, P. Mora and G. Maynard, Numerical modeling of multi-GeV laser wakefield electron acceleration inside a dielectric capillary tube, Physics of Plasmas, 20, 083120 (2013); doi: 10.1063/1.4819718

B. Cros, B.S. Paradkar, X. Davoine, A. Chancé, F.G. Desforges, S. Dobosz-Dufrénoy, N. Delerue, J. Ju, T.L. Audet, G. Maynard, M. Lobet, L. Gremillet, P. Mora, J. Schwindling, O. Delferrière, C. Bruni, C. Rimbault, T. Vinatier, A. Di Piazza, M. Grech, C. Riconda, J.R. Marquès, A. Beck, A. Specka, Ph. Martin, P. Monot, D. Normand, F.Mathieu, P. Audebert, F. Amiranoff, Laser plasma acceleration of electrons with multi-PW laser beams in the frame of CILEX, NIMA, vol 740, 27 (2014).

5. T. L. Audet, M. Hansson, P. Lee, F.G. Desforges, G. Maynard, S. Dobosz Dufrénoy, R. Lehe, J. -L. Vay, B. Aurand, A. Persson, I. Gallardo González, A. Maitrallain, P. Monot, C.-G. Wahlström, O. Lundh, and B. Cros, Investigation of ionization-induced electron injection in a wakefield driven by laser inside a gas cell, Phys. Plasmas 23, 023110 (2016).

P. Lee, G. Maynard, T. L. Audet, and B. Cros, R. Lehe and J.-L.Vay, Optimization of laser-plasma injector via space charge effects using ionization-induced injection, Phys. Rev. A&B 21, 052802 (2018)

B. Cros and P. Muggli, Towards a Proposal for an Advanced Linear Collider, Report on the Advanced and Novel Accelerators for High Energy Physics Roadmap Workshop (CERN, Geneva, 2017), ISBN 978-92-9083-468-7 (paperback), ISBN 978-92-9083-469-4 (PDF), http://www.lpgp.u-psud.fr/icfaana/ana-publications-2017

Collaborations nationales et internationales : partenaires de l'equipex CILEX (CPhT, LIDYL, LLR, DACM, LAL), LLC (Lund Suède), LBNL(Berkeley, USA), partenaires Eupraxia et ARIES

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Laboratoire : LPGP (jusqu'au 31 décembre 2019) puis LAL à partir du 1er janvier 2020

Tutelles : Université Paris Sud/IN2P3 à terme

Personnels chercheurs et enseignants chercheurs : Bruno Lucas (MdC), David Ros (MdC), Olivier Guilbaud (MdC), Sophie Kazamias (prof)

Equipes concernées par la thématique du GDR : LXA (Lasers X et Applications)

Membres de ces équipes (precisez chercheurs, ITA,ITRF, postdocs, doctorants) Bruno Lucas (MdC), David Ros (MdC), Olivier Guilbaud (MdC), Sophie Kazamias (prof), Julien Demailly (AI), Olivier Neveu (IE), Alok Pandey (thèse EDOM), Fabrice Sanson (thèse CIFRE), Eirini Papagiannouli (post-doc LASIPS)

Objectifs scientifiques de ces équipes : Contribuer au développement d'un pôle d'accélération laser-plasma par injection externe au sein de l'IN2P3 par le couplage entre le photo-injecteur PHIL et la haute puissance du laser femtoseconde multiterrawatt LASERIX

Plateformes expérimentales utilisées par ces équipes : PHIL/LASERIX

5 publications représentatives des activités :

Status report of the ESCULAP project at Orsay: External injection of low energy electrons in a Plasma ElsaBaynard, ChristelleBruni, KevinCassou, VincentChaumat, NicolasDelerue, JulienDemailly, DenisDouillet, NoureddineElKamchi, DavidGarzella, OlivierGuilbaud, StephaneJenzer, SophieKazamias, ViacheslavKubytskyi, PierreLepercq, BrunoLucas, GillesMaynard, OlivierNeveu, MoanaPittman, KeWang, Proceedings EAAC 2017, Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A (2018), https://doi.org/10.1016/j.nima.2018.03.013

Modeling of laser-plasma acceleration of relativistic electrons in the frame of ESCULAP project E.Baynard, C.Bruni, K.Cassou, V.Chaumat, N.Delerue, J.Demailly, D.Douillet, , D.Garzella, O.Guilbaud, S.Jenzer, S.Kazamias, V.Kubytskyi, P.Lepercq, B.Lucas, G.Maynard, O.Neveu, M.Pittman, R.Prazeres, H.Purwar, D.Ros, K.Wang, proceedings EAAC 2017, Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A (2018), https://doi.org/10.1016/j.nima.2018.02.015

Longitudinal compression and transverse matching of electron bunch for external injection LPWA at ESCULAP, K.Wang, E.Baynard, C.Bruni, K.Cassou, V.Chaumat, N.Delerue, J.Demailly, D.Douillet, N.El.Kamchi, D.Garzella, O.Guilbaud, S.Jenzer, S.Kazamias, V.Kubytskyi, P.Lepercq, B.Lucas, G.Maynard, O.Neveu, M.Pittman, R.Prazeres, H.Purwar, D.Ros, proceedings EAAC 2017, Nuclear Inst. And Methods in Physics Research, A (2017), https://doi.org/10.1016/j.nima.2017.12.014

Synchronization of a photo-injector and a high power laser with independent clocks, Christelle Bruni, Kevin Cassou, Vincent Chaumat, Ronic Chiche, Nicolas Delerue, Denis Douillet, Noureddine El Kamchi, Stephane Jenzer, Viacheslav Kubytskyi, Pierre Lepercq, Harsh Purwar, Heidi Roesch, Ke Wang, Elsa Baynard, Moana Pittman, Julien Demailly, Olivier Guilbaud, Sophie Kazamias, Bruno Lucas, Gilles Maynard, Olivier Neveu, David Ros, Rui Prazeres, David Garzella, Proceedings of IPAC2017, Copenhagen, Denmark

Simulations of the Acceleration of Externally Injected Electrons in a Plasma Excited in the Linear Regime Nicolas Delerue, Christelle Bruni, Stéphane Jenzer, Sophie Kazamias, Bruno Lucas, Gilles Maynard, Moana Pittman, proceedings IPAC 2016, arXiv:1607.02065v1 [physics.acc-ph]

Collaborations nationales et internationales : DESY/Frascati

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Laboratoire : LULI

Tutelles : CNRS, Ecole Polytechnique, CEA, Sorbonne Université

Equipe(s) concernées par la thématique du GDR :

Equipe d'exploitation du laser et des salles d'expériences de l'installation APOLLON

Liste des membres de ces équipes (précisez chercheurs, ITA,ITRF, postdocs, doctorants,…)

Objectifs scientifiques de cet (ces) équipe(s) : étudier, mesurer et contrôler les paramètres laser nécessaire pour l'accélération de particules

Fonctionnement et mise à disposition de l'installation laser APOLLON

Plateformes expérimentales utilisées :

APOLLON

Quelques publications représentatives des activités :

Collaborations nationales et internationales

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Laboratoire : LUMAT (FR2764)
Tutelles : CNRS - UPSUD
Equipe(s) concernées par la thématique du GDR : LASERIX
Liste des membres de ces équipes (précisez chercheurs, ITA,ITRF, postdocs, doctorants,…) :
Elsa Baynard : IGE ITRF
Moana Pittman : IGR ITRF

Objectifs scientifiques de cet (ces) équipe(s) :
Développements et applications lasers intenses / sources XUV cohérentes dans le cadre des activités de la plateforme LASERIX, accueil des expériences sur la plateforme

Plateformes expérimentales utilisées : LASERIX

5 publications représentatives des activités :

E. Baynard, Ch. Bruni, K. Cassou, V. Chaumat, N. Delerue, J. Demailly, D. Douillet, N. El Kamchi, D. Garzella, O. Guilbaud, S. Jenzer, S. Kazamias, V. Kubytskyi, P. Lepercq, B. Lucas, G. Maynard, O. Neveu, M. Pittman, K. Wang ; Status report of the ESCULAP project at Orsay, "*External injection of low energy electrons in a Plasma"*, Proc. EAAC 2017, Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A (2018)
https://doi.org/10.1016/j.nima.2018.03.013

Ch. Bruni, K. Cassou, V. Chaumat, R. Chiche, N. Delerue, D. Douillet, N. El Kamchi, S. Jenzer, V. Kubytskyi, P. Lepercq, H. Purwar, H. Roesch, K. Wang, E. Baynard, M. Pittman, J. Demailly, O. Guilbaud, S. Kazamias, B. Lucas, G. Maynard, O. Neveu, D. Ros, R. Prazeres, D. Garzella, "*Synchronization of a photo-injector and a high power laser with independent clocks",* Proc. IPAC2017, Copenhagen, Denmark

F. Sanson, A. Pandey, F. Harms, G. Dovillaire, E. Baynard, J. Demailly, O. Guilbaud, B. Lucas, O. Neveu, M. Pittman, D. Ros, M. Richardson, E. Johnson, Ph. Balcou, S. Kazamias, L. Wenzhe, "*Hartmann wavefront sensor characterization of a high charge vortex beam in the XUV spectral range",* Optics Letters ID 326068 (2018)

X. Sarazin, F. Couchot, D. Arache, O. Guilbaud, S. Kazamias, M. Pittman, M. Urban, "*Refraction of light by light in vacuum"*, Eur. Phys. J. D, (2016) 70, 13

O. Guilbaud, G. V. Cojocaru, L. Li, O. Delmas, R. G. Ungureanu, R. A. Banici, S. Kazamias, K. Cassou, O. Neveu, J. Demailly, E. Baynard, M. Pittman, A. Le Marec, A. Klisnick, Ph. Zeitoun, D. Ursescu, D. Ros, "*Gain dynamics in quickly ionized plasma for seeded operated soft x-ray lasers",* Opt. Lett. (2015) 40, 4775

Collaborations nationales et internationales
LPGP, LAL, ISMO, LCP, LOA, IZEST (X), Lidyl (CEA), Soleil, CELIA, ELI-NP (Ro), INFLPR (Ro), Laserlab

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Laboratoire : Synchrotron SOLEIL

Tutelles :CNRS / CEA

Personnels chercheurs et enseignants chercheurs : total personnel tout compris (avec techniciens et administratif)> 300 personnes

Equipe concernée par la thématique du GDR, equipe COXINEL (projet transverse)
Membres de cette équipe :
Chercheurs : M. E. Couprie, A. Loulergue, Marie Labat, + tous les responsables d'équipements de la ligne et les techniciens associés et les personnel support (informatique, mécanique, alignement) selon les besoins du projet COXINEL, + post docs thésards via l'ERC COXINEL qui se termine

Objectifs scientifiques: réaliser de l'amplification laser à électrons libres sur accélérateur laser plasma, ce qui suppose une ligne de manipulation

Plateformes expérimentales utilisées par ces équipes : pour le moment, slots obtenus en salle jaune au LOA.

5 publications représentatives des activités

Control of laser plasma accelerated electrons for light sources
T. André, I. A. Andriyash, A. Loulergue, M. Labat, E. Roussel, A. Ghaith, M. Khojoyan, C. Thaury, M. Valléau, F. Briquez, F. Marteau, K. Tavakoli, P. N'Gotta, Y. Dietrich, G. Lambert, V. Malka, C. Benabderrahmane, J. Vétéran, L. Chapuis, T. El Ajjouri, M. Sebdaoui, N. Hubert, O. Marcouillé, P. Berteaud, N. Leclercq, M. El Ajjouri, P. Rommeluère, F. Bouvet, J. -P. Duval, C. Kitegi, F. Blache, B. Mahieu, S. Corde, J. Gautier, K. Ta Phuoc, J. P. Goddet, A. Lestrade, C. Herbeaux, C. Évain, C. Szwaj, S. Bielawski, A. Tafzi, P. Rousseau, S. Smartsev, F. Polack, D. Dennetière, C. Bourassin-Bouchet, C. De Oliveira, and M.-E. Couprie,
Nature Comm. 1334 (2018)

Variable high gradient permanent magnet quadrupole (QUAPEVA)
F . Marteau, A. Ghaith, P. N'gotta, C. Benabderrahmane, M. Valléau, C. Kitégi, A. Loulergue, J. Vétéran, M. Sebdaoui, T. André, G. Le Bec, J. Chavanne, C. Vallerand, D. Oumbarek, O. Cosson, F. Forest, P. Jivkov, J. L. Lancelot, and M.E. Couprie,
Appl. Phys. Lett. 111, 253503 (2017),
https://doi.org/10.1063/1.4986856,
https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01704890,
https://arxiv.org/pdf/1706.04355.pdf

Beam manipulation for compact laser wakefield accelerator based free-electron lasers
A. Loulergue, M. Labat, C. Benabderrahmane, V. Malka, M. E. Couprie
New J. Phys. 17 (2015) 023028 **(2015)**

An application of Laser Plasma Acceleration: Towards a Free Electron Laser amplification
M. E. Couprie, M. Labat, C. Evain, F. Marteau, F. Briquez, M. Khojoyan, C. Benabderrahmane, L. Chapuis, N. Hubert, C. Bourassin-Bouchet, M. El Ajjouri, F. Bouvet, Y. Dietrich, M. Valléau, G. Sharma, W. Yang, O. Marcouillé, J. Vétéran, P. Berteaud, T. El Ajjouri, L. Cassinari, C. Thaury, G. Lambert, I. Andriyash, V. Malka, X. Davoine, M. A. Tordeux, C. Miron, D. Zerbib, K. Tavakoli, J. L. Marlats, M. Tilmont, P. Rommeluère, J. P. Duval, M. H. NGuyen, A. Rouqier, M. Van der Berg, C. Herbeaux, M. Sebdaoui, A. Lestrade, N. Leclercq, D. Dennetiere, M. Thomasset, F. Polack, S. Bielawski, C. Szwaj, A. Loulergue
Published 17 February 2016 • © 2016 IOP Publishing Ltd • Plasma Physics and Controlled Fusion, Volume 58, Number 3 **(2016)**, Special Issue on the Laser Plasma Accelerator Workshop 2015 (Guadeloupe, 10-15 May 2015), http://dx.doi.org/10.1088/0741-3335/58/3/034020. Highlight of 2016.

Electron and photon diagnostics for plasma acceleration-based FELs
M. Labat, M. El Ajjouri, N. Hubert, T. André, A. Loulergue, M. E. Couprie
Journal of Synchrotron Radiation, 2018, vol. 25, part 1, | January 2018| Pages 59-67
https://doi.org/10.1107/S1600577517011742; arXiv:1706.04822

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Transport studies of LPA electron beam towards the FEL amplification at COXINEL

M. Khojoyan, F. Briquez, M. Labat, A. Loulergue, O. Marcouillé, F. Marteau, G. Sharma, M. E. Couprie Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, Volume 829, 1 September 2016, Pages 260-264 (2016) http://arxiv.org/abs/1602.04965

Collaborations nationales et internationales

National : CILEX, LOA / PhLAM pour ERC COXINEL et X-FIVE

International : Co-tutelle

Nom et Visa du directeur de laboratoire

Nom et Visa du contact pour le GdR APPEL

Laboratoire : LPGP

Tutelles : CNRS Université Paris Sud

Personnels chercheurs et enseignants chercheurs : Tiberiu MINEA(Pr), Jacques ROBERT (Pr), Olivier LEROY (CR)

Equipe concernés par la thématique du GDR : TMP-DS, Théorie et Modélisation des Plasmas- Décharges et Surfaces

Membres de ces équipes (precisez chercheurs, ITA,ITRF, postdocs, doctorants) : Tiberiu MINEA(Pr), Jacques ROBERT (Pr), Olivier LEROY (CR), Daniel LUNDIN (CR), Marie-Chrsitine HUGON (MdC), Nicolas MARSOT (MdC), Adrien REVEL (CR associé), Darius Mofakhami (doctorant), Angela CRESPI (doctorante), Felipe CEMIN (doctorant)

Objectifs scientifiques de ces équipes : Etude expérimentale et modélisation des décharges électriques et des plasmas froids pour les hautes énergies. Développement des décharges capillaires en continu non-impulsionnel), fonctionnant en environnement basse pression, avec une forte densité d'ionisation du gaz.

Plateformes expérimentales utilisées par ces équipes : décharges capillaires de laboratoire (LPGP)

5 publications représentatives des activités

A. Martín Ortega, A. Lacoste, T. Minea
Hybrid modelling of a high power X-ray attenuator plasma
2018 Journal of Synchrotron Radiation J. Synchrotron Rad. 25 (2018) 671-685;
https://doi.org/10.1107/S1600577518002679

A. Revel, S. Mochalskyy, I.M. Montellano,, D. Wuenderlich, U. Fantz, T. Minea
Massive parallel 3D PIC simulation of negative ion extraction using ONIX code
2017 J Appl. Phys 122, 103302 (2017); doi: 10.1063/1.5001397

G D Stancu, O Leroy, P Coche, K Gadonna, T Minea, V. Guerra, and L L Alves
Microwave air plasmas in capillaries at low pressure II. Experimental investigation
2016 J. Phys. D: Appl. Phys. **49** (2016) 435202 (15pp) doi:10.1088/0022-3727/49/43/435202

S. Dap, O. Leroy, J. Andrieu C. Boisse-Laporte, P. Leprince, G. D. Stancu, T. Minea,
Hydrodynamic and thermal effets of continuous microwaves sustained plasma in capillary tubes,
2015 Plasma Sources Sci. & Technol. **24** 065007 (11pp); doi:10.1088/0963-0252/24/6/065007

B. Debord, R. Jamier, F. Gérôme, O. Leroy, C. Boisse-Laporte, P. Leprince, L. L. Alvès, F. Benabid
Generation and confinement of microwave gas-plasma in photonic dielectric microstructure
Optics Express Vol. 21, Iss. 21, pp. 25509–25516 (2013)

Collaborations nationales et internationales : CEA, ESRF, IPP/Garching