

Arnaud André

1^{ière}
année

Physique à Haute Intensité
Resp. CEA :
S. Dobosz

*Génération et étude des propriétés d'une source d'électrons relativistes
générés par interaction laser ultra intense – milieu sous-dense*

L'accélération de particules par laser et en particulier la production d'électrons énergétiques par accélération laser-plasma est une alternative prometteuse aux accélérateurs conventionnels. Focalisées dans un plasma, les impulsions brèves et ultra intenses (10^{18} - 10^{19} W/cm²) dont on dispose aujourd'hui génèrent des faisceaux d'électrons relativistes aux propriétés remarquables : courte durée, faible divergence, énergie élevée. Les champs électriques créés dans le plasma sont très élevés, permettant alors d'accélérer des électrons au GeV sur des distances centimétriques. De plus, les oscillations des électrons autour de l'axe central du canal ionique creusé par le laser produisent une source X large bande et énergétique (quelques keV). Mon travail de thèse porte sur l'étude des propriétés du faisceau d'électrons et du rayonnement X associé, couplant étroitement les simulations numériques à l'expérience. Ceci devrait permettre de comprendre la dynamique d'accélération des électrons dans le plasma.

Xavier Paquez

2^{ème}
année

Edifices nanométriques
Resp. CEA :
N. Herlin-Boime

Elaboration de couches minces à base de nanocristaux de silicium de taille contrôlée pour les cellules photovoltaïques à haut rendement

La thèse s'inscrit dans le cadre du développement de nouveaux concepts de cellules photovoltaïques tout silicium visant à atteindre de hauts rendements de conversion. Pour cela, nous proposons d'utiliser des nanocristaux de silicium de taille contrôlée. La réduction de la taille du cristal permet d'élargir le gap du silicium jusqu'à 1,7 eV. En associant ce nanomatériau à du silicium massif au sein d'une cellule tandem, un rendement de conversion supérieur à 40 % est envisageable.

Les 2 verrous technologiques à lever au cours de cette thèse sont la mise en couches des nanoparticules et leur dopage. Afin de permettre une intégration future dans une cellule photovoltaïque, les nanoparticules seront incluses dans une matrice (SiO₂, SiC, polymère conducteur). La distribution des nanoparticules au sein de la matrice sera un paramètre crucial pour les propriétés de conductivité électrique des films résultant. Concernant le dopage, d'une part, il est difficile de prévoir la localisation de l'atome dopant au sein de la nanoparticule et d'autre part, d'estimer l'effet d'un niveau de dopage très élevé par rapport à ce qui est couramment utilisé dans le domaine de la micro-électronique. Deux méthodes expérimentales de dopage seront étudiées au cours de la thèse.

<i>Simon Pardis</i>	1^{ière} année	Edifices nanométriques Resp. CEA : N. Herlin-Boime
<i>Synthèse de nanoparticules d'oxydes de Titane par pyrolyse LASER et étude de leurs propriétés optiques.</i>		
<p>Le TiO₂ est un matériau semi-conducteur à large gap. Selon sa structure cristallographique et sa taille, il présente différentes propriétés électroniques intéressantes pour l'utilisation efficace de l'énergie solaire, notamment dans le domaine de l'absorption des UVs, de la photocatalyse et du photovoltaïque.</p> <p>Le passage à la taille nanométrique, (augmentation de la surface spécifique entre autre), ainsi que le dopage avec différents hétéroatomes (diminution du gap et augmentation du domaine d'absorption) sont deux moyens employés afin d'améliorer les propriétés du TiO₂ pour une utilisation dans les domaines cités.</p> <p>L'emploi de la Pyrolyse LASER comme moyen de synthèse des nanoparticules de TiO₂ dopées ou non à l'azote permet d'influencer les caractéristiques physico-chimiques des nanopoudres obtenues en contrôlant les paramètres de synthèse.</p> <p>Une étude des propriétés optiques et électroniques des nanoparticules synthétisées est donc réalisée afin de dégager les corrélations avec les conditions de synthèse, ainsi que leurs atouts pour les applications envisagées.</p>		

<i>Antoine Masson</i>	1^{ière} année	Dynamique réactionnelle Resp. CEA : M-A. Gaveau
<i>Études résolues en temps et études spectroscopiques d'atomes alcalins déposés sur agrégat de gaz rare.</i>		
<p>Dans une première partie nous présenterons une étude résolue en temps où un atome de Baryum est déposé sur un agrégat d'argon. Nous étudions ainsi la dynamique de Ba par rapport à l'agrégat au cours de laquelle Ba change d'état électronique. L'intérêt de cette étude est d'apporter des informations sur le comportement d'un petit système (Ba) possédant des degrés de liberté électroniques couplé à un système possédant de nombreux degrés de liberté (l'agrégat).</p> <p>Dans une seconde partie nous présenterons un travail sur la spectroscopie du système Ca-Ar_n (n=1, 2, ...) créé par piégeage collisionnel dans un agrégat d'hélium. Cette étude est un premier pas vers celle qui seront menées sur le dispositif GOUTTELIUM. Sa motivation est comparable à celle exposée ci-dessus.</p> <p>Ces travaux doivent être mis en regard d'une collaboration avec une équipe de théoriciens du LCPQ à Toulouse.</p>		

<i>David Gauthier</i>	1^{ière} année	Attophysique <u>Resp. CEA :</u> H.Merdji
<i>Imagerie nanométrique ultra-rapide par diffraction cohérente dans l'extrême-UV</i>		
<p>La diffraction cohérente permet d'imager des objets non-périodiques avec des résolutions de quelques dizaines de nanomètres. Le principe : une source extrême-UV (10-100 nm) cohérente illumine un échantillon unique et isolé qui produit une figure de diffraction enregistrée par une caméra CCD. L'image de l'objet est obtenue par inversion de la figure de diffraction au moyen d'un algorithme itératif. Notre source est basée sur la génération d'harmoniques d'ordre élevé qui fournissent des impulsions ultra-brèves de quelques dizaines de femtosecondes. L'objectif est de coupler haute résolution spatiale et temporelle permettant l'accès à l'évolution des propriétés physiques de systèmes mésoscopiques (transition de phase, aimantation, etc...).</p>		

<i>Hervé George</i>	2^{ème} année	Physique à haute intensité <u>Resp. CEA :</u> F.Quéré
<i>Génération d'harmoniques d'ordres élevés sur miroir plasma : Etude numérique des mécanismes sur cible mince et premiers tirs avec UHI 100</i>		
<p>Lorsqu'une impulsion laser énergétique, à haut contraste, est focalisée fortement sur une cible mince, celle-ci est ionisée quasiment instantanément. Le champ laser interagit alors avec un plasma mince et surcritique. La dynamique électronique est pilotée de façon cohérente par l'impulsion laser, ce qui s'accompagne d'une émission de train d'impulsions attosecondes de part et d'autre de la cible mince. Autrement dit, des harmoniques d'ordres élevés peuvent être générées sur la cible et observées dans les faisceaux réfléchis et transmis.</p> <p>Nous avons étudié numériquement les mécanismes de génération mis en jeu. En particulier, nous verrons comment l'émission cohérente de sillage, processus maintenant bien établi d'émissions d'harmoniques sur la face irradiée de la cible, peut également être à l'origine d'harmoniques générées sur la face « cachée » de la cible.</p> <p>Nous présenterons également les premiers résultats expérimentaux obtenus avec le nouveau laser UHI 100 TW. L'augmentation de la puissance laser devrait permettre d'étudier les propriétés des harmoniques générées lorsque les électrons atteignent des vitesses relativistes.</p>		

<i>Zsolt Diveki</i>	1^{ière} année	Attophysique <u>Resp. CEA :</u> P.Salières
<i>Generation and application of attosecond pulses</i>		
<p>The generation of attosecond pulses has recently been demonstrated by focusing intense laser pulses in rare gases. Such pulses open the perspective of probing matter on an unprecedented time scale.</p> <p>The thesis will be devoted to the generation, characterization and applications of isolated, intense and reproducible attosecond pulses. A new attosecond beamline will be developed on the PLFA laser facility (cutting-edge laser technology : 1kHz, 30 fs, 13 mJ), whose Carrier-Envelope Phase will be stabilized and pulses post-compressed in a filament. The advanced characterization of the attosecond emission from aligned molecules will be used to perform a tomographic reconstruction of the radiating orbitals, with Angström space resolution.</p> <p>The experimental setup for the attosecond beamline on the PLFA laser is currently under development. The MBES (Magnetic Bottle Electron Spectrometer) has been installed and promising tests have been already performed. The chamber for the attosecond generation will be prepared to make tests.</p>		

<i>Florent Roussel</i>	1^{ière} année	Edifices nanométriques <u>Resp. CEA :</u> M.Mayne
<i>Composites polymère/nanotubes 1D : élaboration et étude des propriétés de transport</i>		
<p>L'objectif de ce travail de thèse, mené en étroite collaboration avec le LSI, est d'une part, d'évaluer les propriétés électriques de matériaux composites comportant un réseau macroscopique unidirectionnel de nanotubes de carbone, et d'autre part d'étudier le comportement électrique d'assemblée de nanotubes et de le comparer à celui de nanotubes courts et mesurés individuellement par le LSI. L'approche expérimentale envisagée dans ce travail comporte 3 étapes : la croissance de nanotubes de carbone alignés, l'élaboration de matériaux composites, et les mesures de transport électrique. Dans un premier temps, des mesures électriques seront réalisées à température ambiante sur des matériaux composites dont les caractéristiques sont fixées, et une attention particulière sera portée sur la nature et taille des contacts électriques. Puis l'effet de diverses caractéristiques des matériaux composites, telle que la composition chimique et la structure des nanotubes, la longueur des nanotubes sera évalué sur les propriétés de transport électrique à température ambiante et éventuellement à basse température en fonction de l'avancement du projet.</p>		

Stéphanie Grabielle

1^{ière}
année

SLIC
Resp. CEA :
O.Gobert

Caractérisation et optimisation d'impulsions courtes

La technique d'amplification à dérive de fréquence, aujourd'hui incontournable, tend à introduire des aberrations temporelles qui rendent quasiment indispensables les instruments de mesure et de contrôle de la phase spectrale des impulsions laser.

Au cours de l'exposé, deux instruments de mesure seront présentés. Le premier repose sur une technique couramment utilisée : l'interférométrie spectrale à décalage (SPIDER)[1]. Cette technique consiste à reconstruire la phase spectrale à partir de la mesure du spectre résultant de la somme de fréquence entre l'impulsion incidente fortement étirée et deux répliques temporelles de cette impulsion incidente.

Le second instrument utilise une technique originale appelée « Local Chirp Compression » (LSC). Cette technique repose sur la capacité d'un filtre acousto-optique programmable (AOPDF) [2] à générer avec une très grande précision des phases quadratiques pures en entrée d'une chaîne d'amplification laser et la simple mesure du spectre de seconde harmonique des impulsions amplifiées. Des résultats expérimentaux obtenus sur la partie booster de la chaîne laser LUCA (795 nm, 20Hz, 3mJ, $\Delta\lambda=19$ nm) seront présentés et discutés pour chacune de ces deux techniques.

[1] C.Iaconis and I.A.Walmsley, *Opt.Lett.* 23, 792-794 (1998).

[2] P.Tournois, *Opt. Comm.* 140, 245 (1997).

Thi Dinh Nguyen

1^{ière}
année

Edifices Nanométriques
Resp. CEA :
T-H. Tran Thi

Capteurs chimiques de chlore et de chloramines à transduction optique.
Application à la surveillance de la qualité de l'air dans les piscines

Dans les centres aquatiques, on utilise largement le chlore comme agent désinfectant du fait de son faible coût, de ses propriétés bactéricides et de la simplicité de sa mise en œuvre. Cependant, le chlore, sous forme d'ion hypochlorite (ClO^-) ou acide hypochloreux (HClO) en solution, peut réagir avec des substances azotées et carbonées générées par l'activité humaine (sueur, salive, urine) et former divers produits indésirable. Parmi ces derniers, on trouve les chloramines (monochloramine NH_2Cl , dichloramine NHCl_2 et trichloramine NCl_3) qui sont très irritants. En raison de la faible solubilité dans l'eau, l'espèce prédominante que l'on retrouve dans l'atmosphère est NCl_3 composé très irritant pour les yeux et les voies respiratoires. Il est donc important de pouvoir contrôler la teneur de NCl_3 dans l'atmosphère et d'augmenter le débit de renouvellement d'air en cas de besoin. Par ailleurs, il n'existe pas d'appareil commercial suffisamment sensible pouvant mesurer en continu les chloramines (quelques dizaines de ppb) tout en les discriminant.

L'objectif de ce travail est donc l'élaboration de capteurs chimiques très sélectifs de chloramines à partir de films minces nanoporeux. Ces films poreux seront fabriqués via la méthode Sol-Gel et seront dopés de divers molécules-sonde, choisies pour leurs propriétés optiques et leur capacité à réagir sélectivement et rapidement avec les diverses chloramines. Les polluants seront détectés de manière indirecte soit par une mesure de l'absorbance ou de la fluorescence des produits de leur réaction avec les molécules-sonde.

Mots-clés : Capteurs chimiques, Sol-Gel, chloramines, nanomatériaux, méthode colorimétrique

Guillaume Loisel

2^{ème}
année

**Matière à Haute Densité
d'Énergie
Resp. CEA :
F.Thais**

Des plasmas stellaires aux plasmas de laboratoire -Opacités stellaires-

Le sujet de thèse concerne les opacités (coefficients d'absorption dans le transfert radiatif) de milieux denses, fortement ionisés à très haute température. Leur étude est importante à la fois pour la physique atomique dont les codes de calculs sont issus et pour le développement de l'astrophysique de laboratoire.

La première campagne d'expérience a eu lieu en juin 2008. Elle concerne la photoabsorption spectrale dans le domaine des X à 1 keV de plasmas de quelques mg/cc à des températures de l'ordre de plusieurs 100000 K. De manière innovante, des plasmas d'éléments de Z voisins (Fe, Ni, Cu, Zn & Ge) ont été sondés pour étudier les variations relatives des positions, des formes des principales structures d'absorption. Une source de radiographie ultra brève a également été mise en place pour limiter sensiblement les variations des conditions expérimentales.

Dans un futur proche, l'interprétation et l'exploitation de ces mesures dans le cadre des opacités stellaires seront abordées, il s'agit, entre autres, d'effectuer des comparaisons code à code et de s'intéresser à des conditions astrophysiques pertinentes de futures expériences. Enfin, une prochaine session expérimentale est prévue en juillet 2009 concernant principalement des plasmas de mélange, des idées d'amélioration par rapport à la campagne précédente seront mises en place.

Vincent Maurice

2^{ème}
année

Edifices nanométriques
Resp. CEA :
N. Herlin-Boime

Fonctionnalisation de nanoparticules de silicium pour l'imagerie biomédicale

Le silicium nanocristallin émet de la lumière dans le rouge et dans le proche infrarouge lorsqu'il est éclairé par de la lumière ultraviolette, cette photoluminescence est due à un effet de confinement quantique dans les cristaux de taille inférieure à 10nm.

Dans le contexte de ma thèse, cette propriété de photoluminescence sera exploitée en vue d'applications biologiques. En effet, en recouvrant la surface des particules de traceurs biologiques, il est possible de cibler des phénomènes cellulaires, par exemple l'apoptose (mort cellulaire). L'émission dans le rouge et le proche IR est alors appréciable car ces longueurs d'onde sont peu absorbées par les tissus vivants.

Dans un premier temps, nous avons greffé des organosilanes sur les particules, pour modifier leurs propriétés de solubilité. Nous avons travaillé notamment avec l'APTS, qui comporte une fonction amine. Cette fonction permet aux particules d'être très stables dans l'eau, pour des durées allant jusqu'à plusieurs mois. Cette méthode de greffage permet de conserver la photoluminescence des particules. Nous avons pu doser la quantité d'amines présentes en surface des particules par deux méthodes différentes. On dispose alors de particules couvertes de fonctions amines quantifiées permettant ensuite de faire des greffages de fonctions organiques d'intérêt biologique. Nous avons d'abord travaillé avec un polymère biocompatible : le polyéthylène glycol, que nous avons accroché sur les amines.