

Titre : Plasmas froids à basse pression

Sigle : O5

Coordinateur de l'UE : Tiberiu MINEA, Laboratoire de Physique des Gaz et Plasmas (LPGP)

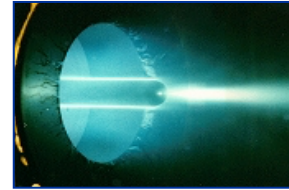
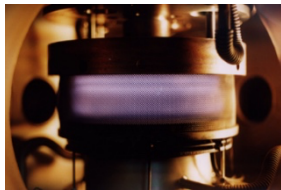
Equipe pédagogique : Tiberiu MINEA, Jean-Luc RAIMBAULT

Prérequis : Masters M1 de Physique et Ecoles d'Ingénieurs

Crédits : 3 ECTS

Langue : Français/Anglais

Mots-clefs : Plasmas basse pression. Physique des décharges - Phénomènes fondamentaux. Interaction plasma-paroi. Plasmas à confinement magnétique. Plasmas RF.



Ce module s'intéresse à la création des plasmas basse pression, à leur entretien, aux mécanismes physiques mis en jeu pendant leur fonctionnement, mais également à l'interaction des espèces avec les surfaces – phénomène très important pour l'établissement de l'état stationnaire, mais aussi pour de nombreuses applications. Les plasmas de décharge sont intrinsèquement des sources d'espèces, chargées ou pas, mais aussi de photons. Sans être exhaustif, ce cours présente différentes configurations de plasmas utilisés comme sources de particules chargées pour les accélérateurs ou les synchrotrons, les propulseurs ioniques spatiaux, les faisceaux d'ions (positifs et négatifs tels FIB - Focus Ion Beam ou le chauffage additionnel des tokamaks), les réacteurs de gravure ionique réactive, etc. La cinétique réactionnelle « froide » des espèces lourdes dans les plasmas basse pression est également traitée - enjeu majeur dans la microélectronique, le dépôt de couches minces, mais aussi les sources de lumière (lasers gazeux, lampes spécifiques et basse consommation, ...), les applications environnementales (séparation isotopique, destruction des polluants, ...), la biologie et la médecine, etc.

Le cours est structuré en 4 chapitres.

Chapitre I : Introduction aux plasmas froids. Il donne les définitions et présente les notions fondamentales pour la compréhension des phénomènes qui gouvernent les plasmas basse pression. La condition d'auto-entretien d'une décharge est introduite ainsi que les lois de similitude permettant de comparer différentes décharges.

Chapitre II - Modèles fluides et cinétiques des plasmas froids. Ils permettent de décrire de manière analytique les espèces chargées et neutres, impliquant les électrons libres du plasma. Les approximations spécifiques dues à la basse pression sont détaillées, conduisant à des formes spécifiques des équations de conservation, explicitées à travers des exemples. Les bilans de puissance et de matière, lois universelles, permettent de comprendre la formation des plasmas et d'ouvrir vers des configurations spécifiques.

Chapitre III – Plasmas confinés par des parois. Il s'agit d'une problématique de tous les plasmas basse pression, car ils sont créés dans des enceintes fermées (afin de réaliser la basse pression). L'équilibre plasma-paroi dans les plasmas confinés est traité dans



différentes situations - modèles de gaine - ainsi que le transport des particules chargées vers les parois à basse pression et l'établissement de la tension d'autopolarisation, pour une alimentation radio fréquence (RF).

Chapitre IV – Couplages sources d'énergie / plasmas. Le dépôt d'énergie dans les plasmas, l'ionisation et création d'espèces actives sont présentés d'un point de vue fondamental à travers des exemples de configurations typiques :

- plasmas RF capacitif, inductif, hélicon,
- plasmas microondes.

Les plasmas basse pression - haute densité, qui constituent un volet à part entière avec les différentes formes de confinement (électrostatique, magnétostatique et mixte), sont détaillés pour les magnétrons et propulseurs ioniques.