

<b>Titre :</b> Plasmas pour les matériaux, l'environnement, la biomédecine et l'agriculture
<b>Sigle :</b> D2
<b>Coordinateur de l'UE :</b> João SANTOS SOUSA (Laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas, LPGP, Université Paris Saclay)
<b>Equipe pédagogique :</b> João SANTOS SOUSA, Nicole BLIN-SIMIAND, Emmanuel ODIC, Mike KIRKPATRICK, Thierry DUFOUR
<b>Prérequis :</b> Masters M1 de Physique et Ecoles d'Ingénieurs
<b>Crédits :</b> 3 ECTS
<b>Langue :</b> Français/Anglais
<p><b>Mots-clés :</b>  Plasmas froids et procédés. Plasmas hors-équilibre basse et haute pression. Physique des décharges, chimie en phase gaz et en surface. Diagnostics physiques et chimiques.  Applications des plasmas aux matériaux, à l'environnement, à la biomédecine et à l'agriculture.</p> <p>L'objectif de cette UE est de présenter les principes physiques, les avancées et les verrous technologiques de l'application des plasmas hors-équilibre basse et haute pression pour les matériaux, l'environnement, la biomédecine et l'agriculture. Les étudiants peuvent ainsi découvrir des applications innovantes des plasmas froids.</p> <p>L'UE est articulée autour de sept thèmes, présentés par cinq experts des domaines ciblés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Cinétique et réactivité secondaire à basse et haute pression en chimie hors-équilibre</li> <li>– Diagnostics physiques en post-décharge</li> <li>– Plasma-Environnement</li> <li>– Plasma-Matériaux</li> <li>– Plasma-Liquides</li> <li>– Plasma-Santé</li> <li>– Plasma-Agriculture</li> </ul> <p><b>Cinétique et réactivité secondaire à basse et haute pression en chimie hors-équilibre:</b> chimie secondaire, production d'espèces secondaires, physique de post-décharge, schémas cinétiques et modélisation de la réactivité.</p> <p><b>Diagnostics physiques en post-décharge:</b> mesures d'espèces et de températures : espèces à courte durée de vie et métastables, températures de gaz, diagnostics LIF résolu en espace et en temps, profils spatiaux de densité de radicaux, diagnostics optiques (spectroscopie d'émission, d'absorption, laser), spectrométrie de masse.</p> <p><b>Overview des différentes applications:</b> synthèse de matériaux (par ex. nanoparticules) et traitement de surfaces (gravure, pulvérisation, dépôt,...) ; dépollution (DECOV, DeNOX, catalyse) ; biomédical (décontamination/stérilisation, dermatologie, oncologie, essais in-vitro / in-vivo / cliniques) ; agriculture (germination et croissance végétales,...).</p> <p><b>Physique des décharges RF basse pression:</b> Physique du chauffage inductif et des transitions E-H - Modèles globaux - Gaines radiofréquence : autopolarisation, IEDF - Réacteurs capacitifs multi-fréquence – tailoredwaveforms - Effets électromagnétiques à haute fréquence - Instabilités dans les réacteurs industriels - Modélisation d'un réacteur capacitif - Modélisation d'un propulseur RF inductif à grille - Physique des ondes hélicons et des propulseurs HDLT et Vasimr - Physique du propulseur à effet Hall.</p>

**Physique des décharges impulsionnelles haute pression:** Décharges à barrière diélectrique (DBD) - Rôle du diélectrique sur la décharge - Différents types de DBD - Calcul du courant - Phénomènes d'auto-organisation – Micro-plasmas (MHCD) - Plasmas-jets et streamers guidés.

**Physique des plasmas (décharges) dans les liquides et chimie induite en phase liquide** (par décharge dans le liquide ou en interaction avec le liquide).

**Plasmas et chimie des surfaces :** Réactions en phase gaz (basse et haute pression) - Mécanismes collisionnels (collisions électroniques, quenching, recombinaison,...) - Schémas cinétiques et modélisation de la réactivité.

Réactions de surface : adsorption - catalyse hétérogène et photo-catalyse - interaction plasma/catalyseur - polymérisation - réactions de gravure spontanée - pulvérisation - synergie neutres-ions - couches d'inhibition - sélectivité - transport par diffusion - chauffage du gaz dans une source haute température - modèle de Chantry - plasmas modulés en impulsion : cinétique en post-décharge - dépôt - films minces et nano-structurés par PVD - transport des espèces pulvérisé vers les surfaces : plasma faiblement ionisé / plasma haute densité - contrôle de l'énergie des précurseurs de dépôt - polarisation du substrat - effet du flux - effet de l'énergie - exemples de structuration des films minces (métallique/composé) - couches souples et couches dures (adhésion des films, interfaces).

**Diagnostics chimiques** (chromatographie,...), **diagnostics des matériaux** (MEB, MET, XPS, AFM,...), **diagnostics biologiques** (modèles in-vitro, ex-vivo, in-vivo ; courbes de survie; essais de viabilité cellulaire ; essais cliniques,...).



*Traitement par plasma de semences*