



## GROUPE DE RECHERCHE ENERGETIQUE, PLASMAS, HORS-EQUILIBRE – GREPHE

Responsable : Jean-Pierre BOEUF, Directeur de Recherche

Tél. : 33.(0)5.61.55.68.60 – Fax : 33.(0)5.61.55.63.32

Email : [jpb@laplace.univ-tlse.fr](mailto:jpb@laplace.univ-tlse.fr)

### ▪ Objectifs généraux :

Les activités de recherche du GREPHE se situent à l'interface entre la physique et l'ingénierie. Les systèmes physiques étudiés sont pour la plupart hors-équilibre ou très éloignés de l'équilibre thermodynamique. L'équipe est amenée à aborder des questions « amont » pour lever des verrous technologiques.

### ▪ Composition de l'équipe :

#### 6 chercheurs et 8 enseignant-chercheurs :

P. Belenguer (CR)	F. Gaboriau (MC)
S. Blanco (MC)	L. Garrigues (CR)
J.-P. Boeuf (DR)	G. Hagelaar (CR)
T. Callegari (MC)	P. Lavieille (MC)
S. Dutour (MC)	L. Liard (MC)
R. Fournier (PR)	M. Miscevic (MC)
G. Fubiani (CR)	L. Pitchford (DR)

25 doctorants & post-doctorants

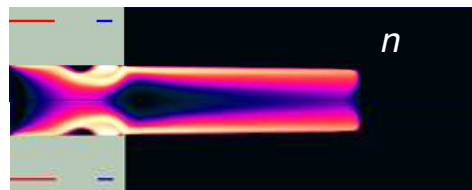
### ▪ Mots clés :

Plasmas hors-équilibre, transport de particules chargées, équation de Boltzmann, décharges luminescentes, plasmas RF et micro-onde, plasmas magnétisés, plasmas atmosphériques et micro-plasmas, transport du rayonnement, systèmes diphasiques, auto-organisation.

### ▪ Thèmes de recherche :

#### 1. Dépôt d'énergie dans les plasmas hors-équilibre

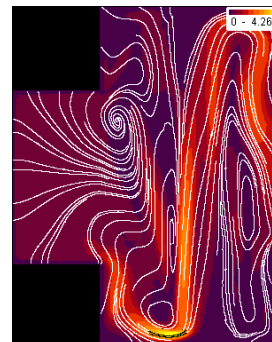
- Mécanismes de dépôt d'énergie électronique dans différentes sources de plasma hors-équilibre. Synergie modèles-diagnostics.
- Bilan énergétique du plasma pour caractériser l'efficacité de ces sources suivant l'application.
- Exemples : Chauffage électronique anormal dans la source inductive d'ions négatif pour ITER, efficacité de poussée d'un propulseur plasma, efficacité de production d'espèces actives dans un jet de plasma atmosphérique.



Densité électronique dans le plasma d'un jet d'hélium dans l'air (« plasma jet »).

#### 2. Phénomènes de transport : rayonnement, plasmas, transition de phase

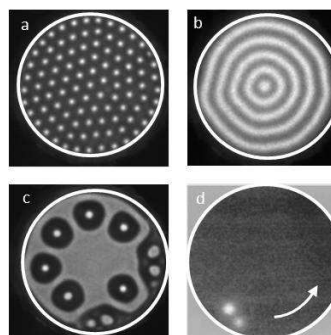
- Expertise sur les méthodes de modélisation et de simulation des phénomènes de transport.
- Domaines étudiés : rayonnement, plasmas hors-équilibre, transition de phase.
- Ces expertises sont combinées pour développer des synergies sur le plan méthodologique.



Lignes de courant dans le plasma magnétisé de la source d'ions d'ITER.

### 3. Instabilités, auto-organisation et morphogénèse

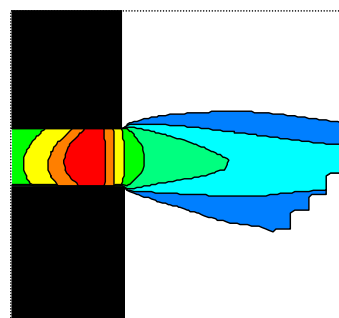
- Instabilités dans les systèmes diphasiques, morphogénèse dans les systèmes biologiques, auto-organisation dans les plasmas.
- Les plasmas sont le siège de phénomènes d'auto-organisation souvent spectaculaires (DBD, claquage microonde, plasma magnétisés) dont la compréhension est essentielle pour les applications
- Grande variété des systèmes physiques étudiés.



Différentes structures résultants de l'auto-organisation de micro-décharges sur la surface d'un diélectrique.

### 4. Plasmas dans le contexte aéronautique et spatial

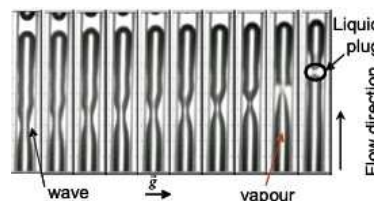
- Plasmas et microplasmas pour le contrôle d'écoulement
- Plasmas basse pression magnétisés pour la propulsion spatiale, et autres sources d'ions (ITER) : modélisation et diagnostics
- Plasmas et microonde : claquage, métamatériaux à base de microplasmas, sources plasma microonde pour la propulsion.



Densité de plasma dans un propulseur à effet Hall.

### 5. Micro-systèmes fluidiques : systèmes diphasiques et micro-plasmas

- Expertise sur les systèmes diphasiques notamment dans le contexte applicatif des boucles fluides diphasiques.
- Application visée : régulation thermique des satellites, de la microélectronique et de l'électronique de puissance
- Etude des micro-plasmas pour diverses applications (source UV, micro-réacteurs), jets de plasmas froids hors-équilibre.



Photographies de la distribution des phases du n-pentane dans un condenseur miniature.

---

#### ▪ Collaborations majeures :

**Supports institutionnels :** ANR-Projet-Blanc, CEA, CNES, ESA, Fédération ITER, Fondation EADS, FP7, GDRs, ONERA, OSEO, Programme Energie.

**Partenariat universitaire :** DPHE (Albi), MFT (Toulouse), IUSTI (Marseille), LEA (Poitiers), LPGP (Paris), GREMI (Orléans), LPP (Palaiseau).

**Partenariat industriel :** Snecma, Essilor, Astrium, Thales,

**Partenariat étranger :** Univ. Darmstadt, EPFL, IPP Garching, Univ. Libre de Bruxelles, Univ. Sofia.

---

#### ▪ Banque de données sections efficaces et logiciels libres :

<http://www.laplace.univ-tlse.fr/Download/>

<http://www.lxcat.laplace.univ-tlse.fr/>

**LXCAT :** Electron Scattering Database.

**Bolsig+ :** résolution de l'équation de Boltzmann + base de données de sections efficaces.

**ZDPlasKin (+ S. Pancheshnyi – Groupe Matériaux Procédés Plasmas) :** modèle 0D - cinétique chimique.