

## Laboratoire Arc Électrique et Plasmas Thermiques



LAEPT sur 2 sites:

- Clermont-Ferrand (300 000 Habitants)
- Montluçon (70 000 Habitants)

PRES ( Pôle de Recherche et Enseignement Supérieur)

INRA, INSERM, CNRS

Universités, Écoles d'Ingénieur (30 000 Étudiants)

Local: LAEPT plus grand nombre de permanents  
travaillant sur la même thématique



Internationale: Pas de surprise le LAEPT travaille sur l'Arc Électrique et les Plasmas Thermiques!!

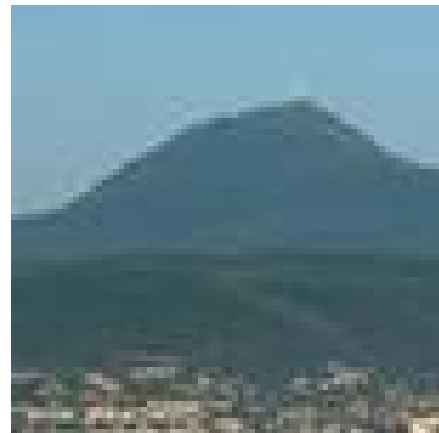


Département: Ingénierie

UMR : 2 Tutelles



Université Blaise Pascal



$$\left. \begin{array}{l} \Delta P = \rho g \Delta H \\ 1648 \end{array} \right\}$$

**Directeur** : ANDRE Pascal

**Directeur Adjoint** : LEFORT A.

**10 ENSEIGNANT-CHERCHEURS :**  
**4 ITA, IATOS**

**10 Stagiaires (TER, DUT, Stage Ingénieur, CNAM)**  
**1 Doctorant (François Chagny)**  
**1 Professeur Invité/an (Juettner, Shkol'nik, Saqib)**

# Organisation de la Recherche LAEPT (Thématiques de recherche)

---

## 1. Pieds d'Arc

METALOR



LM (UBP)  
SPCTS (Limoges)  
LPALMS (Rennes)  
USTO (Oran)

## 2. Torches

Plasma Couplé Inductivement



Aérothermique



Décharges et arcs avec des liquides



# Organisation de la Recherche LAEPT (Thématiques de recherche)

---

## 3. Interaction Plasma-Matière

Fusible MT



Disjoncteurs BT

[Hager](#)

## 4. Théorie

**A. Composition, Propriétés Thermodynamiques, Coefficients de transport**

**B. Modélisation**

**C. Dynamique moléculaire**

- LM (UBP)
- LTSP (UBP)
- SPCTS (Limoges)
- Aérothermique (Orléans)

## Organisation de la Recherche

|   | <b>Pieds d'Arc</b> | <b>Torches</b> |                  | <b>Interaction Plasma_Matière</b> |                       | <b>Théorie</b>                  |
|---|--------------------|----------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------------------|
|   | <b>Pieds d'Arc</b> | <b>I.C.P.</b>  | <b>D.N.M.L.E</b> | <b>Fusibles MT</b>                | <b>Disjoncteur BT</b> | <b>Calculs, Modélisation...</b> |
| <b>Abbaoui M. (PR)</b><br>Pieds d'Arc   |                    |                |                  |                                   |                       |                                 |
| <b>André P. (PR)</b><br>Composition,<br>Propriétés Thermodynamiques<br>Coef. de transport           |                    |                |                  |                                   |                       |                                 |
| <b>Bussière W. (MC)</b><br>Instrumentation:<br>pression, spectro,...<br>Fond continu, élargissement |                    |                |                  |                                   |                       |                                 |
| <b>Duffour E. (MC)</b><br>Dynamique moléculaire   |                    |                |                  |                                   |                       |                                 |
| <b>Faure G. (MC)</b><br>Spectroscopie Moléculaire   |                    |                |                  |                                   |                       |                                 |
| <b>Lefort A. (PR)</b><br>Pieds d'arc  |                    |                |                  |                                   |                       |                                 |
| <b>Picard J.P. (MC)</b><br>Bancs capacitifs   |                    |                |                  |                                   |                       |                                 |
| <b>Rochette D. (MC)</b><br>Modélisation<br>Milieu Poreux  |                    |                |                  |                                   |                       |                                 |
| <b>Vacher D. (MC)</b><br>ICP, Lit fluidisé, Spectroscopie,<br>Chromatographe en pg                  |                    |                |                  |                                   |                       |                                 |
| <b>Velleaud G. (PR)</b><br>Electrotechnique<br>Capteur à effet Hall                                 |                    |                |                  |                                   |                       |                                 |

## Equipement

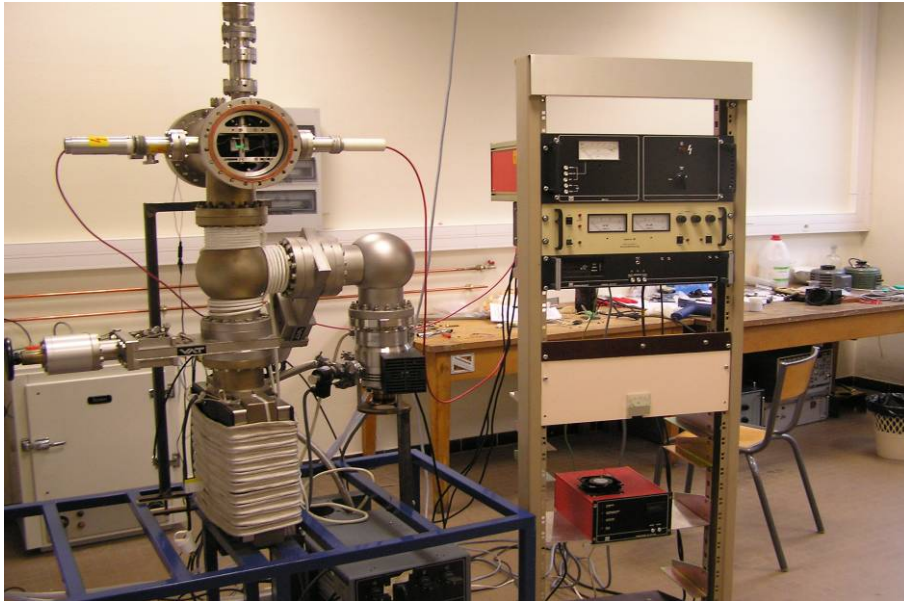
- Bancs capacitifs de puissance
- Four à combustion
- Spectromètre Chromex 500 IS, Acton 500 i (UV, visible)
- Spectromètre THR 1500 (J.-Y.)
- Torche ICP T64
- Chaîne de mesure de pression
- Chromatographe en phase gazeuse
- Vide, ultravide
- Banc test SF6
- Banc test 100 kVA
- *Camera rapide Hycam (10 000 im/s)*
- ...



# 1. Pieds d'arc

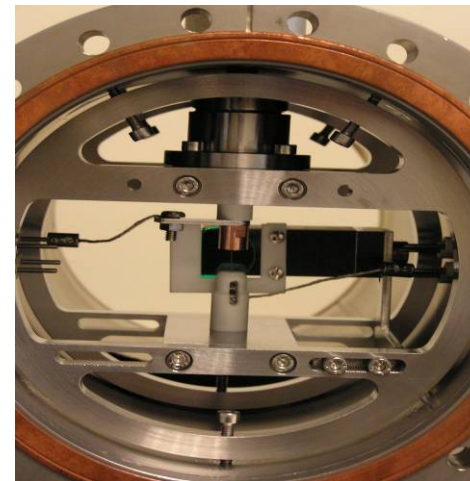
---

## Mesure du temps d'apparition de l'arc



Vide:  $10^{-5}$  Pascal

Photodiode rapide



## 2. Torches

---



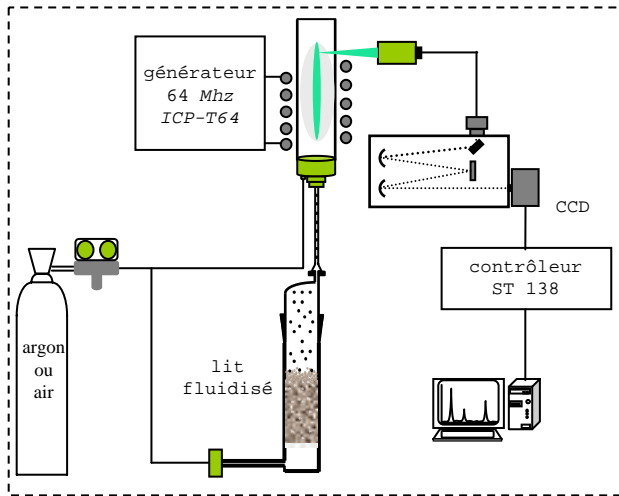
aérothermique



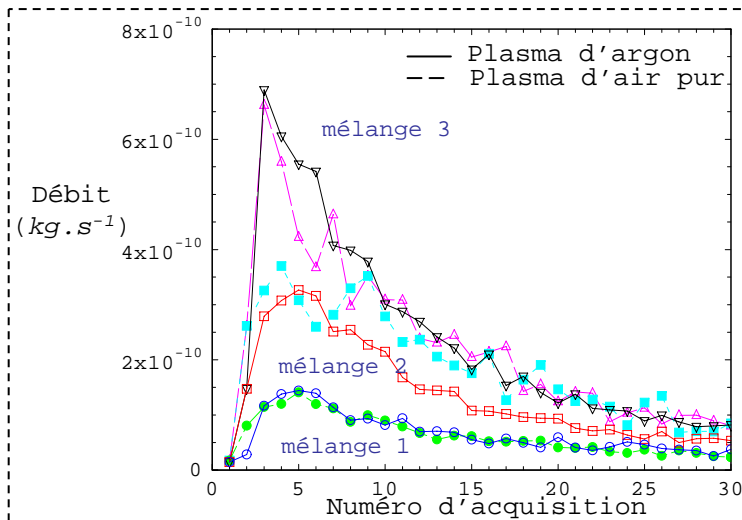
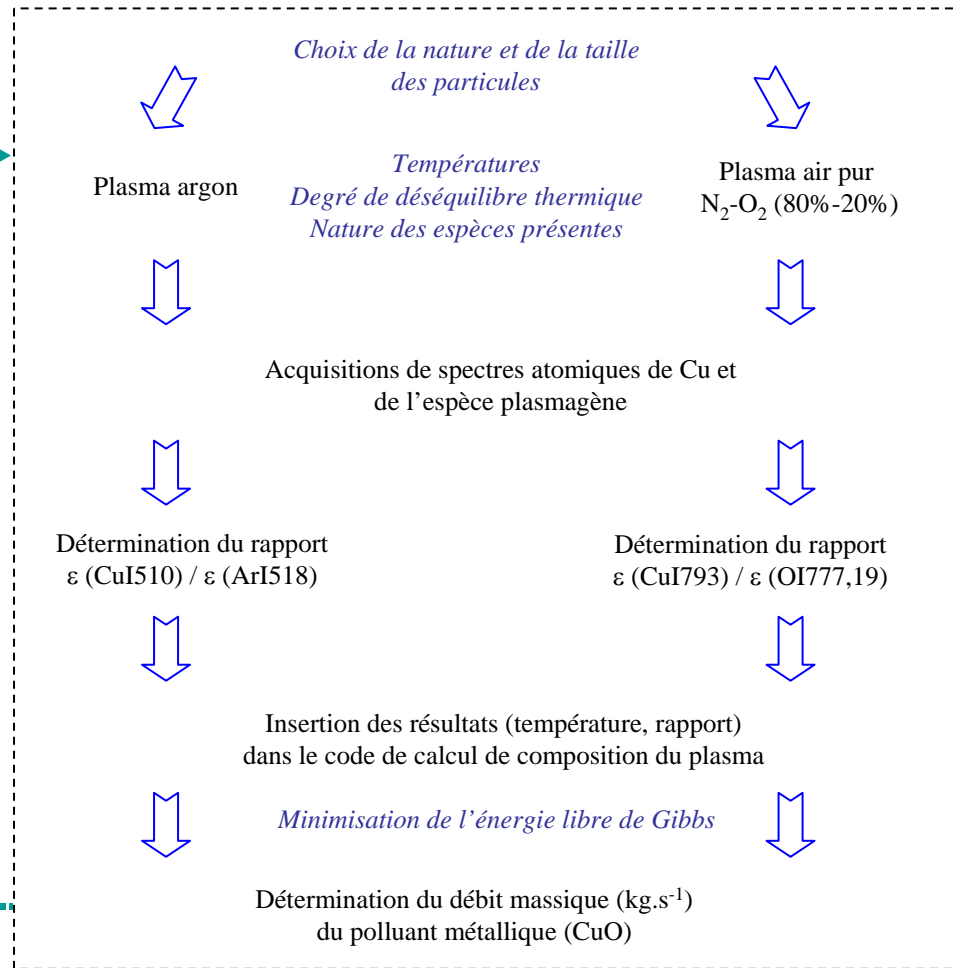
# 2. Torches

## Détection de polluants métalliques par torche à plasma à couplage inductif

Dispositif expérimental

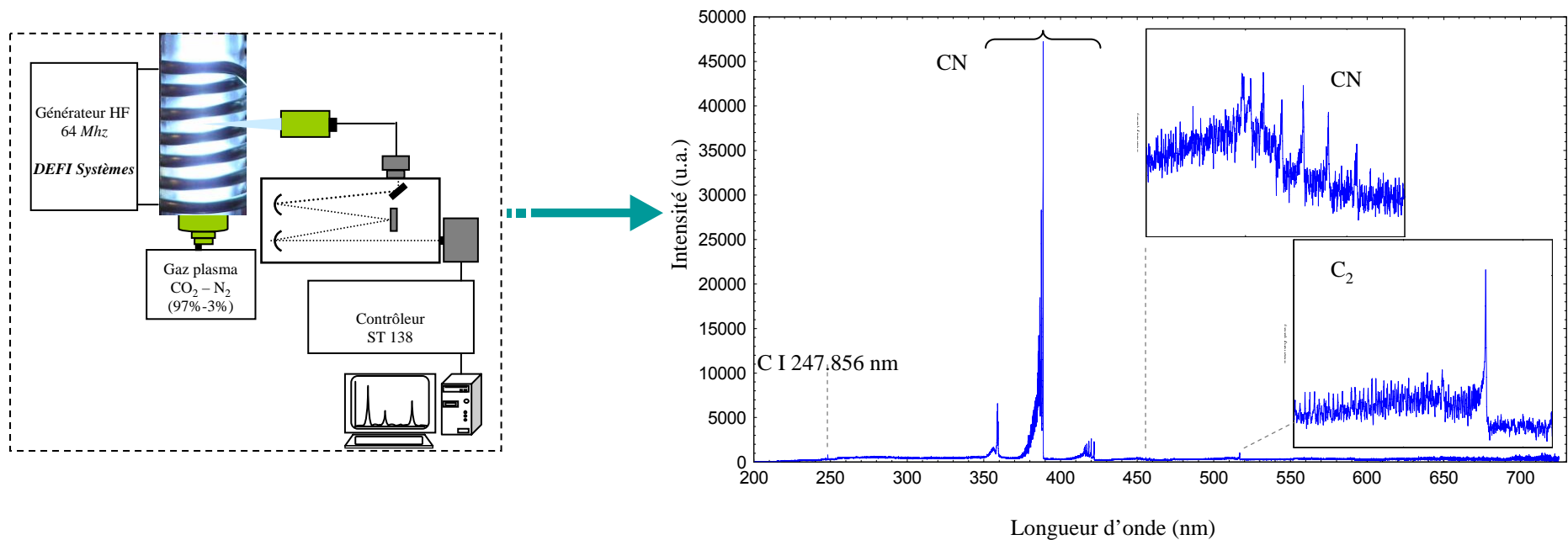


Le procédé de détection en temps réel



## 2. Torches

Analyses spectroscopiques d'un plasma CO<sub>2</sub>-N<sub>2</sub> (97%-3%), de type atmosphère martienne, par torche ICP

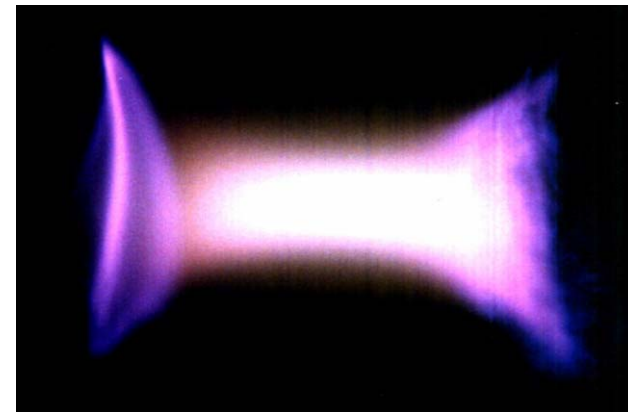
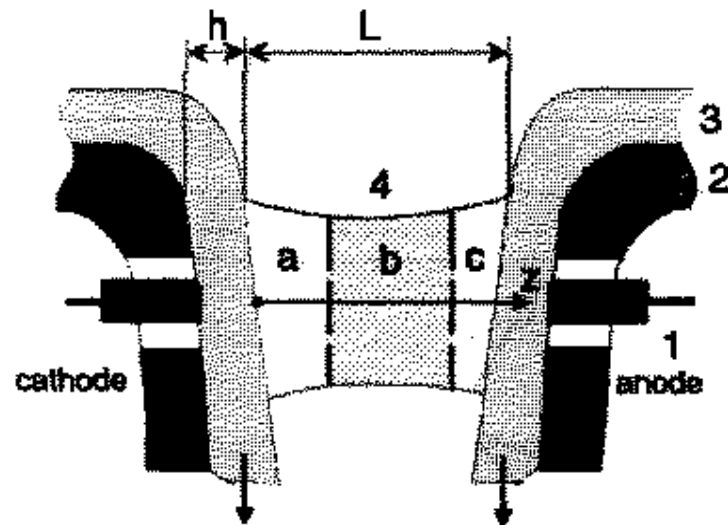


**Objectif : validation d'un cas test**

- Etude de l'équilibre thermique (*spectroscopie d'émission atomique et moléculaire*)
- Etude de l'équilibre chimique
- Comparaison des résultats spectroscopiques avec le code de calcul SESAM (**S**imulation de l'**E**mission **S**pectrale de l'**A**tmosphère de **M**ars)

## 2. Torches

### Analyses spectroscopiques d'un plasma d'air et d'eau



1. connections métalliques, 2. céramiques, 3. filets d'eau, 4. décharge lumineuse : 4-a région près de la cathode, 4-b colonne de la décharge, 4-c région près de l'anode.

## 2. Torches

---

Analyses spectroscopiques d'un plasma d'air et d'eau

- 1. Mesures par sonde de Langmuir**
- 2. Mesures de l'absorption micro-onde**
- 3. Mesures par spectroscopie optique d'émission**
- 4. Modélisation de spectres moléculaires ( $\text{N}_2$ , OH, NO, ...)**
- 5. Calcul de composition du plasma hors de l'équilibre thermique**

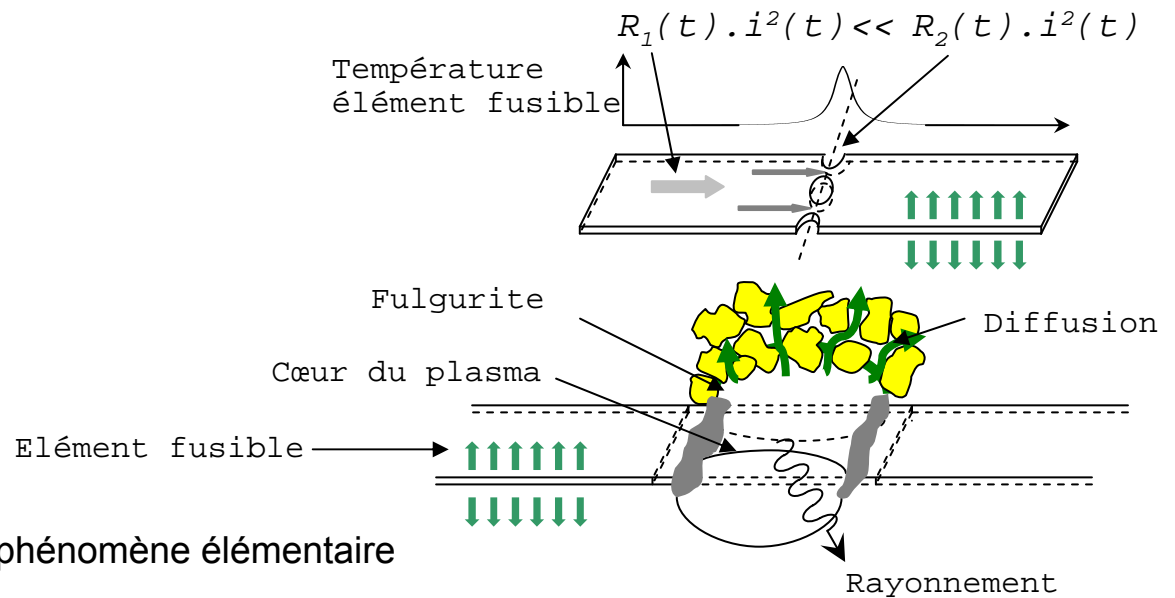
### 3. Interaction Plasma-Matériau

---

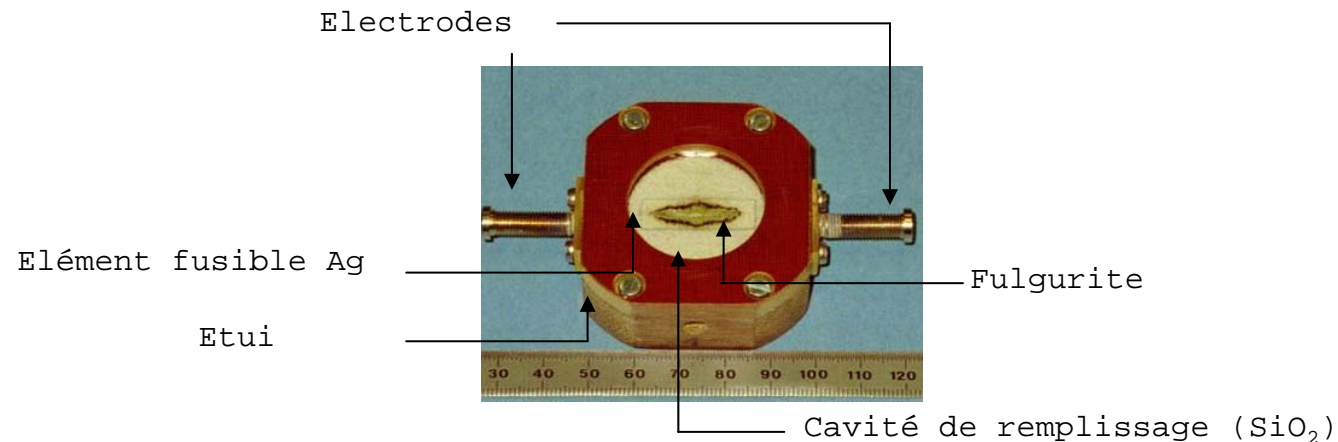


# 3. Interaction Plasma-Matériau

## Fusible Moyenne Tension



## Fusible expérimental : reproduire le phénomène élémentaire



# 3. Interaction Plasma-Matériau

---

## Fusible Moyenne Tension

### Mesures:

- **Grandeurs électriques : courant, tension**
- **Pression : due au sable, due à la diffusion dans les interstices**
- **Rayonnement : température et densité du plasma Ag<sub>2</sub>SiO<sub>2</sub>**
- **Paramètres variables :**
  - **Géométrie élément fusible**
  - **Propriétés morphométriques sable**
  - **Courant de test (I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>) : faible et forte surcharges**
  
- **Nouvelle Station d'essai de 100 kVA**
- **ICEFA 2007**

# 4. Théorie

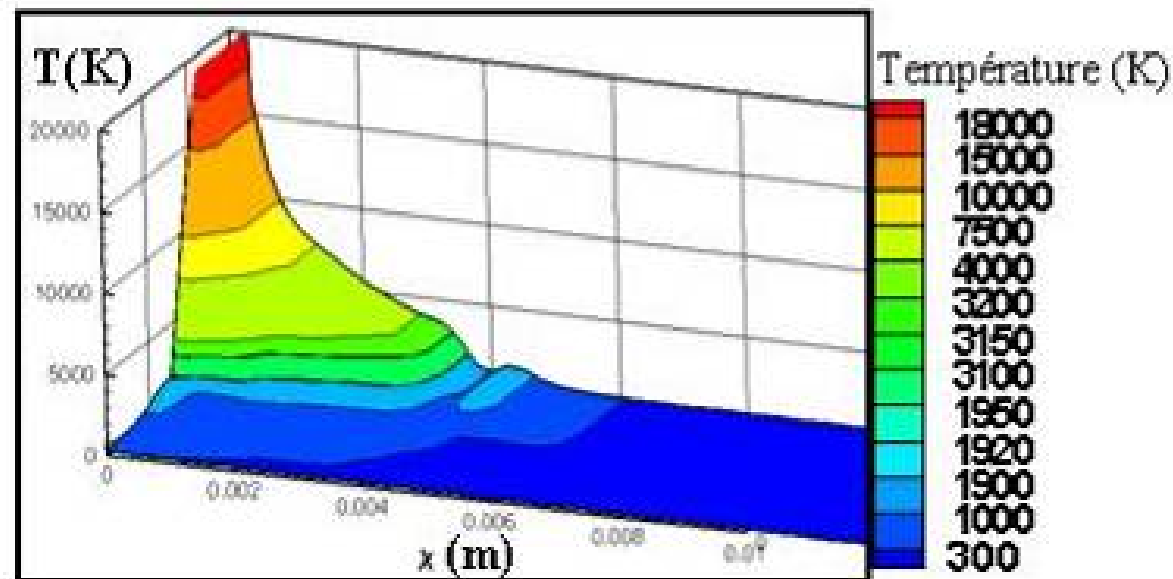
---

## A. Composition, Propriétés Thermodynamiques, Coefficients de transport

Cf Post Doc: Christophe Chazelas

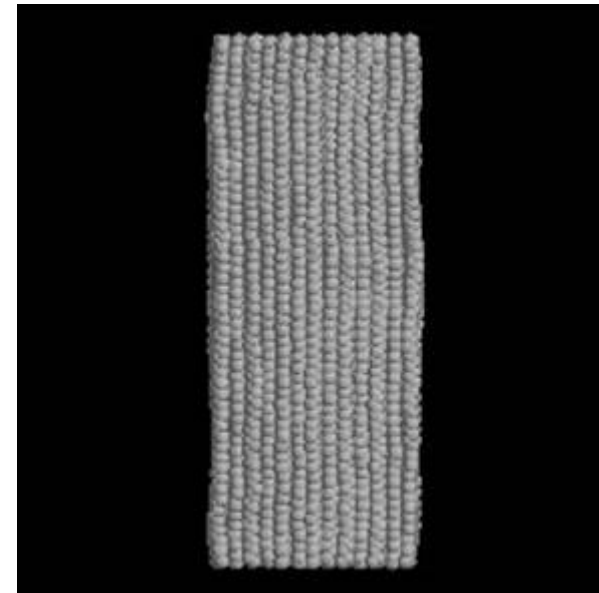
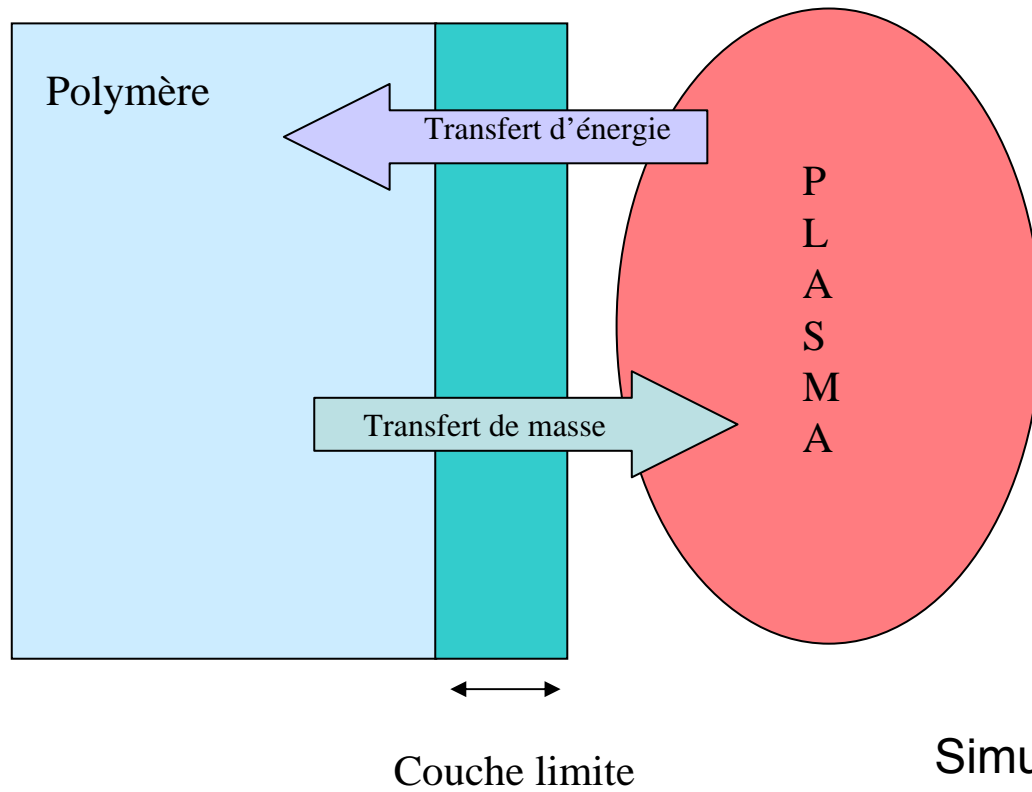
Proposition d'un sujet de thèse

## B. Modélisation (exemple le fusible)



# 4. Théorie

## C. Dynamique Moléculaire



Simulation de l'interaction N<sub>2</sub>-Polyéthylène  
(500 eV - Durée < 5 ps)

# 4. Conclusion

---

- Collaborations de type universitaire et industriel
- LAEPT: reconnu et lisible sur le plan local et international
- Des thématiques spécifiques au LAEPT
  - Fusibles MT; Interaction Plasma Isolant;
- Modélisation complète
  - Sources de données
  - Possibilité de monter des expériences de validation
- ICEFA 2007

Et le directeur n'hésite pas à mouiller son maillot pour le labo !!!



<http://www.univ-bpclermont.fr/LABOS/laept/>

