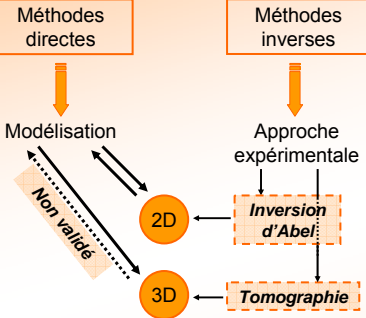


Reconstruction tomographique d'un champ de température d'un plasma thermique

Caractérisation d'un plasma thermique



Problématique :

Actuellement, les plasmas thermiques à usage industriel possèdent bien souvent des configurations complexes, non axisymétriques, qui présentent d'importantes hétérogénéités. L'étude tridimensionnelle de ces plasmas connaît donc un intérêt grandissant depuis les années 1990, notamment dans le domaine de la modélisation. Cependant, alors que les modèles 2D peuvent être validés expérimentalement par l'utilisation de l'inversion d'Abel sur des configurations axisymétriques, il n'existe que très peu de méthodes expérimentales qui permettent de caractériser de façon tridimensionnelle un arc électrique et donc de valider les modèles 3D.

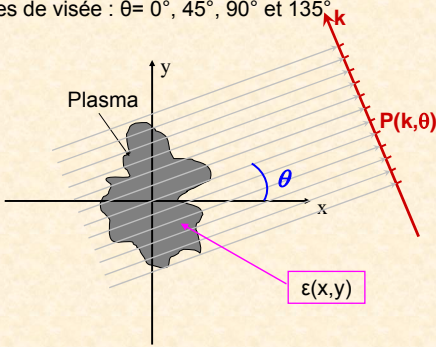
Solutions :

Nous avons mis en place une méthode expérimentale, basée sur la spectroscopie d'émission, de caractérisation d'un arc transféré non axisymétrique, défecté par champ magnétique. Cette méthode est fondée sur le principe de l'imagerie tomographique, utilisée depuis longtemps en imagerie médicale, dont le but est de reconstruire un objet en 3D à partir de ses projections sur plusieurs angles de vue autour de celui-ci. Cette méthode de reconstruction tomographique permet la sélection en longueur d'onde du rayonnement émis par le plasma dans le but de pouvoir déterminer les valeurs de la température en tout point. On pourra ainsi envisager la validation des modèles 3D.

Reconstruction tomographique

Reconstruction d'une coupe axiale du plasma :

- Mesure du rayonnement émis par le plasma suivant plusieurs lignes d'incidences angulaires quelconques : $P(k, \theta)$
- 4 angles de visée : $\theta = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ et 135°



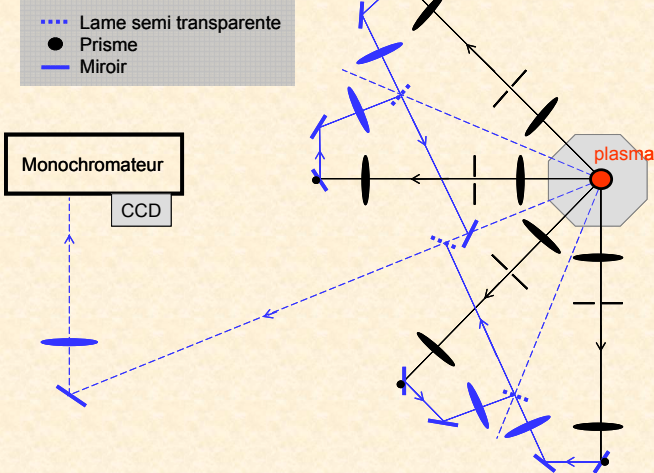
Algorithme de reconstruction tomographique :

- Algorithme algébrique itératif MART « Multiplicative Algebraic Reconstruction Technique » :
 - Mesures des projections expérimentales $P(k, \theta)$
 - Initialisation des valeurs des émissivités $\epsilon(x, y)$ à reconstruire à 1
 - Calcul des projections « reconstruites » $R(k, \theta)$ à partir des valeurs estimées de $\epsilon(x, y)$ à chaque itération
 - Correction multiplicative appliquée sur chaque valeur de l'émissivité $\epsilon(x, y)$:

$$\epsilon(x, y)_{n+1} = \epsilon(x, y)_n * \left(\frac{\sum_k P(k, \theta)}{\sum_k R(k, \theta)_n} \right)$$
 - Estimation de l'erreur sur les projections (au sens des moindres carrés RMS) :
 - ➔ Si RMS > Critère d'arrêt
 - ➔ Sinon arrêt des itérations

Dispositif expérimental

Système d'acquisition :



Réacteur :

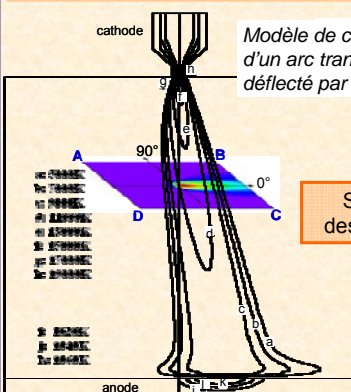
- Réacteur octogonal
- Translation verticale
- Gaz plasmagène : Argon
- Anode plane en cuivre
- Cathode pointue (60°)
- Intensité : 90A
- Débit de gaz : 9 l.min⁻¹
- Pression atmosphérique
- Longueur de l'arc : 20mm



Configuration d'arc libre défecté par champ magnétique

Résultats théoriques : Comparaison Inversion d'Abel - Tomographie

Modèle de champ de température d'un arc transféré dans l'argon défecté par une force magnétique



Simulation des projections

Reconstruction d'un profil radial de température possédant une dissymétrie importante par rapport à l'axe cathode - anode :

- Par inversion d'Abel (1 projection nécessaire)
- Par reconstruction tomographique (4 projections tous les 45°)

