



**HAL**  
open science

## Contribution à l'étude de l'émissivité spectrale à chaud pour des matériaux métalliques

Abdelmagid El Bakali, Rémi Gilblas, Thomas Pottier, Yannick Le Maoult

► **To cite this version:**

Abdelmagid El Bakali, Rémi Gilblas, Thomas Pottier, Yannick Le Maoult. Contribution à l'étude de l'émissivité spectrale à chaud pour des matériaux métalliques. Congrès Français de Thermique SFT 2017, May 2017, Marseille, France. 2017. hal-02110967

**HAL Id: hal-02110967**

**<https://imt-mines-albi.hal.science/hal-02110967>**

Submitted on 20 Sep 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

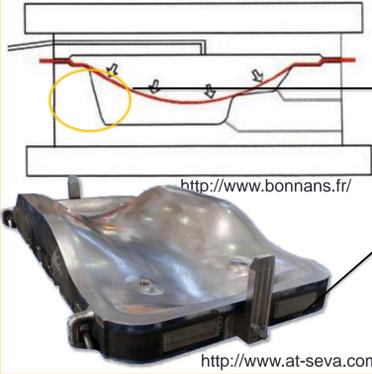
# Contribution à l'étude de l'émissivité spectrale à chaud pour des matériaux métalliques



Abdelmagid El Bakali<sup>(1\*)</sup>, Rémi Gilblas<sup>(1)</sup>, Thomas Pottier<sup>(1)</sup> & Yannick Le Maout<sup>(1)</sup>

## CONTEXTE – CAHIER DES CHARGES

Problématique du **contact outil-tôle** dans les procédés de formage à chaud :



**Etude de la RTC entre l'outil et la tôle lors du formage (500-1100°C)**

Deux phases :

- Une phase d'approche sans contact (préchauffage radiatif étudié ici)
- Une phase avec contact (mise en forme)

Paramètres influençant le préchauffage radiatif :

- Propriétés radiatives ( $\epsilon$ )
- Facteurs de forme géométriques ( $F_{12}$ )
- $M^0 = \sigma \cdot T^4$  : Exitance du corps noir
- $S_i$  : Surface
- Influence d'un revêtement
- oxydation

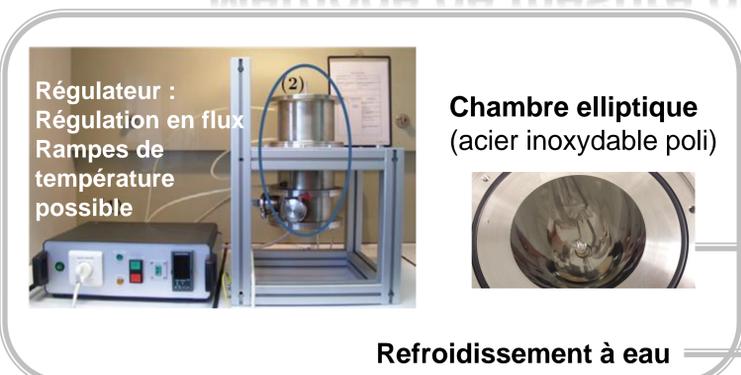
**Dimensionnement ad-hoc d'un banc de mesure d'émissivité à chaud (1000°C) basé sur la méthode directe**

Caractéristiques recherchées :

- Faible encombrement
- Fiable
- Robuste

$$q_{net} = \frac{S_1 * (M_1^0 - M_2^0)}{\frac{1 - \epsilon_1(T)}{\epsilon_1(T)} + \frac{1 - \epsilon_2(T)}{\epsilon_2(T)} + \frac{1}{F_{12}}} \text{ [W]} \quad \begin{matrix} \text{Géométrie} \\ \text{Plan/plan} \end{matrix}$$

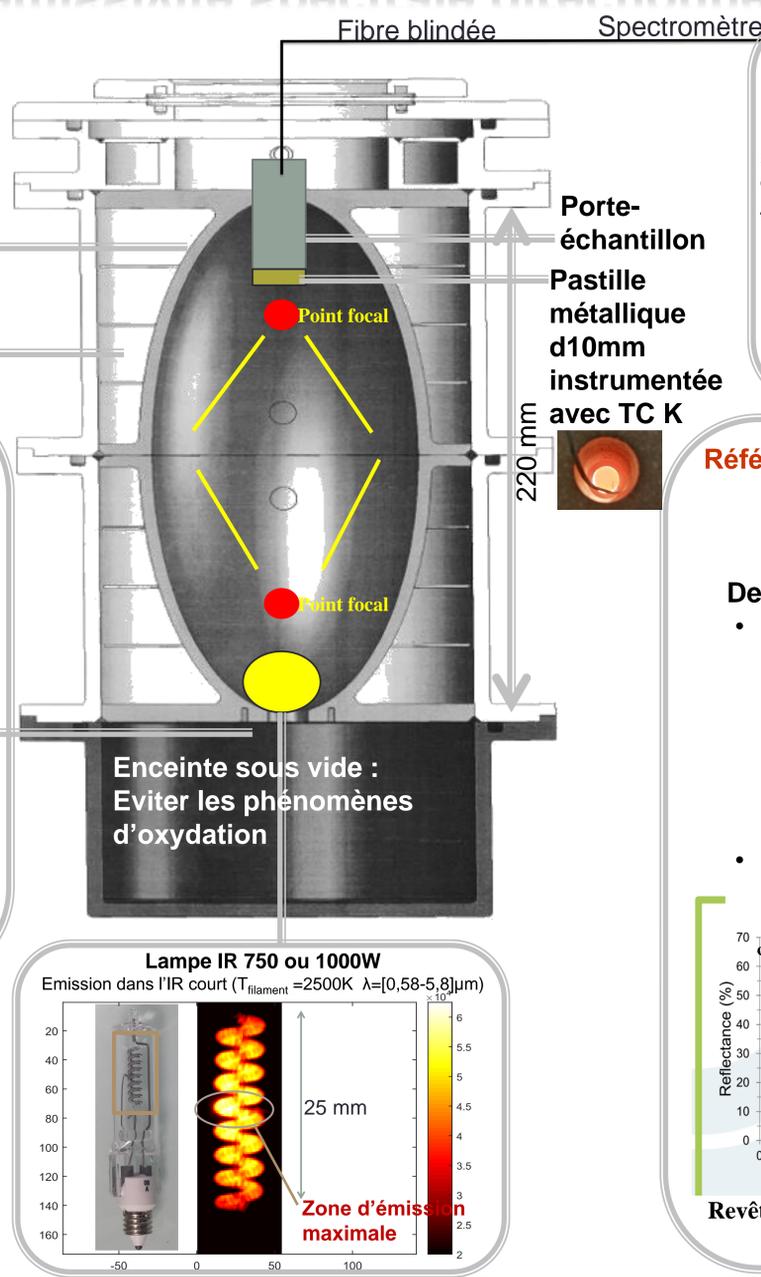
## Méthode de mesure de l'émissivité spectrale directionnelle à chaud



Régulateur :  
Régulation en flux  
Rampes de température possible

Chambre elliptique (acier inoxydable poli)

Refroidissement à eau



Première approche

Spectromètre VIS-NIR Ocean Optics USB 2000  $\Delta\lambda = [0,55; 1,1] \mu m$

Spectromètre NIR Neospectra  $\Delta\lambda = [1,3; 2,5] \mu m$

Loi de Wien :  $\lambda_{max} = \frac{2898}{T}$   $\Rightarrow$  96% de l'émission entre 0,5 et 5  $\lambda_{max}$

$T = 1000^\circ C \Rightarrow \lambda_{max} = 2,27 \mu m$

Flux émis compris entre 1,13  $\mu m$  et 11,3  $\mu m$

Problématique : amener l'échantillon à 1000°C : Placer la source et l'échantillon aux points focaux :

- Mise en œuvre d'un système spécifique de réglage de la lampe : réglages en x,y,z et en angulaire (défauts d'inclinaison du filament)

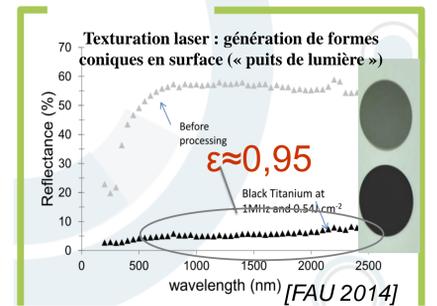
- Dimensionnement d'un porte-échantillon
  - Haute tenue en température
  - Conductivité thermique faible
  - Coefficient de dilatation thermique faible
  - **Choix du matériau : céramique réfractaire (Stéatite, Alumine)**

Référence pour la mesure d'émissivité

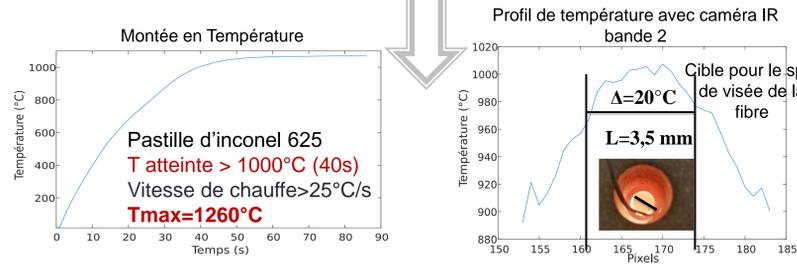
$$\epsilon_\lambda = \frac{M_\lambda(T)}{M_\lambda^0(T)}$$

Deux solutions :

- Corps noir de transfert basé sur un CN primaire de laboratoire utilisant une peinture noire HT caractérisée
- Texturation d'une pastille :



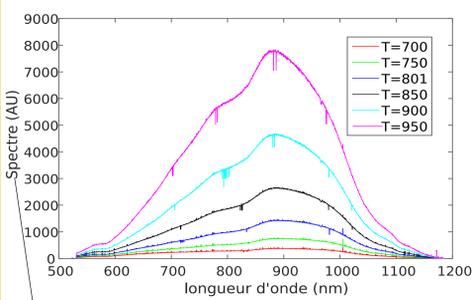
Revêtement pérenne par rapport à une peinture noire HT (écaillage...)



## Résultats

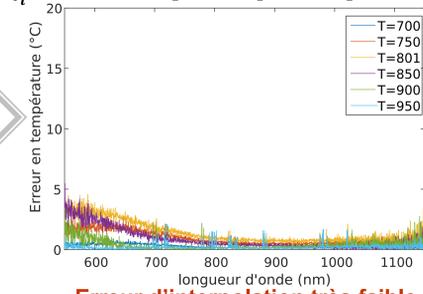
Etalonnage du système

Spectres référence CN : Pastille métallique avec Revêtement peinture HT (Pyromark 2500)



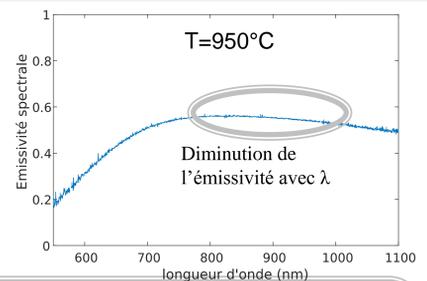
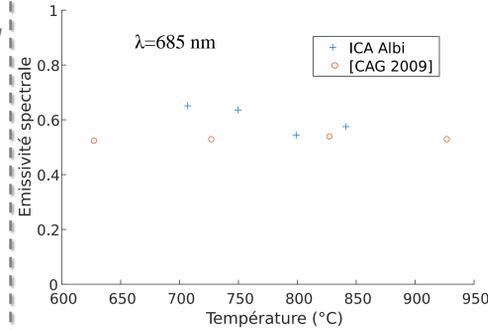
Interpolation avec un modèle radiométrique

$$\frac{I}{t_i} = kw * \exp\left(\frac{a_0 * C_2}{T} + \frac{a_1 * C_2}{T^2} + \frac{a_2 * C_2}{T^3}\right) \text{ [UA.s}^{-1}\text{]}$$



Résultats

Mesure de l'émissivité spectrale sur des pastilles d'inconel 625 non oxydées sous air



Sources d'erreur :

- Lampe /vieillesse – stabilité du flux
- Corps noir de transfert – Vieillesse de la peinture
- Mesures de T CN et échantillon
- Bruit de mesure (spectromètre)

## Conclusions et perspectives

Conclusions

- Température cible de 1000°C atteinte sur les échantillons
- Mesure de  $\epsilon_\lambda$  encourageante
- Potentialités importantes du dispositif : atmosphère, cinétique de chauffe...

Perspectives

- Validation du banc avec une référence (Platine)
- Mesures de  $\epsilon_\lambda$  dans le MIR : plages [2,5; 5,5]  $\mu m$  et [7; 13]  $\mu m$
- Caméras IR équipées de filtres avec renvoi optique