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-02110967v1

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.

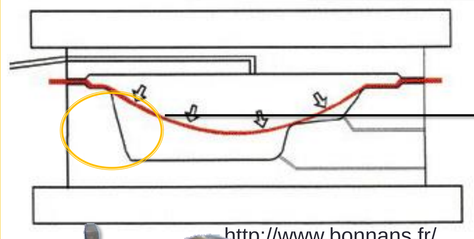
Contribution à l'étude de l'émissivité spectrale à chaud pour des matériaux métalliques

Abdelmagid El Bakali[1*], Rémi Gilblas[1], Thomas Pottier[1] & Yannick Le Maoult[1]

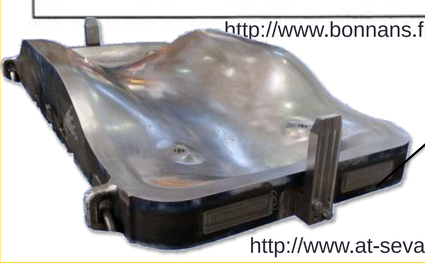
Société Française de Thermique

CONTEXTE – CAHIER DES CHARGES

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



http://www.bonnans.fr/



http://www.at-seva.com/

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 (ε)**
- Facteurs de forme géométriques (F_{12})
- $M^0=\sigma.T^4$: 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

$$q_{net} = \frac{S_1 * (M_1^0 - M_2^0)}{\frac{1-\varepsilon_1(T)}{\varepsilon_1(T)} + \frac{1-\varepsilon_2(T)}{\varepsilon_2(T)} + \frac{1}{F_{12}}} \quad [W]$$

Géométrie Plan/plan

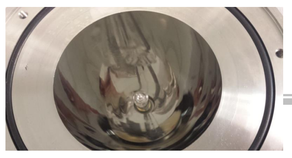
Caractéristiques recherchées :

- Faible encombrement
- Fiable
- Robuste

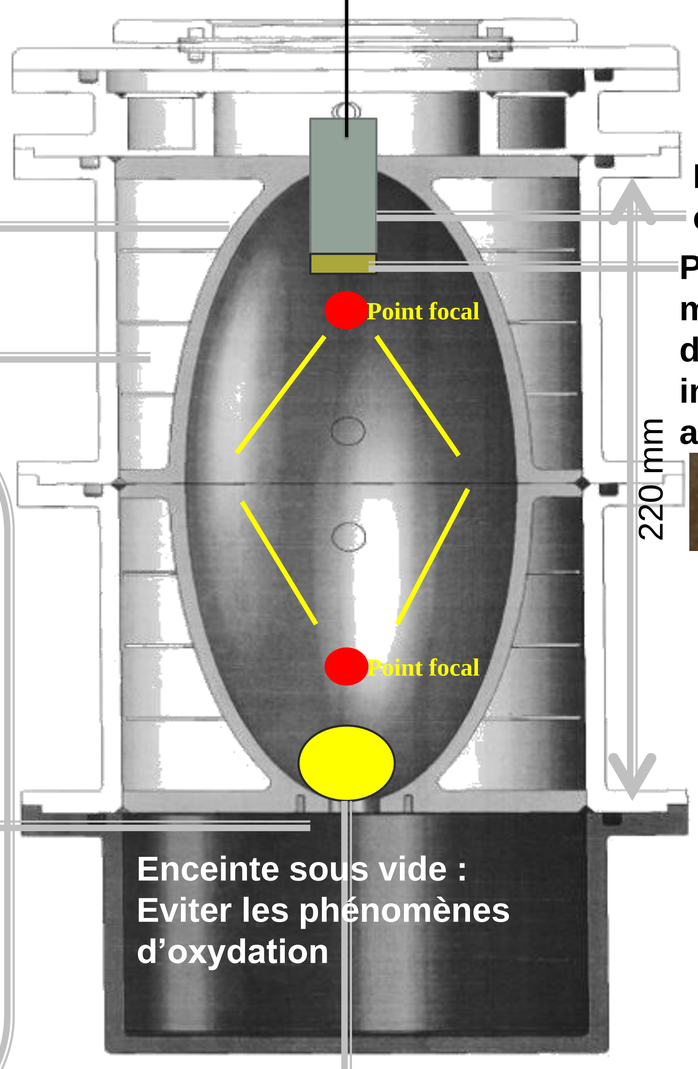
Méthode de mesure de l'émissivité spectrale directionnelle à chaud

Régulateur : Régulation en flux Rampes de température possible

Chambre elliptique (acier inoxydable poli)



Refroidissement à eau



Porte-échantillon

Pastille métallique d10mm instrumentée avec TC K

Enceinte sous vide : Eviter les phénomènes d'oxydation

Première approche

Spectromètre VIS-NIR Ocean Optics USB 2000 Δλ=[0,55;1,1] µm

Spectromètre NIR Neospectra Δλ=[1,3;2,5] µm

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

T=1000°C ⇒ λ_{max}=2,27µm

Flux émis compris entre 1,13µm et 11,3µm

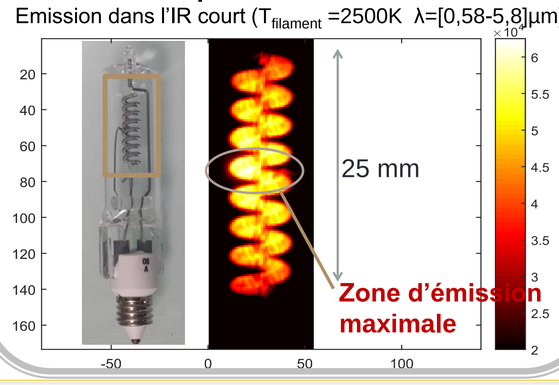
Problématique : amener l'échantillon à 1000°C : Placer la source et l'échantillon aux points focaux :

- 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)**

Lampe IR 750 ou 1000W

Emission dans l'IR court ($T_{filament}$ =2500K λ=[0,58-5,8]µm)



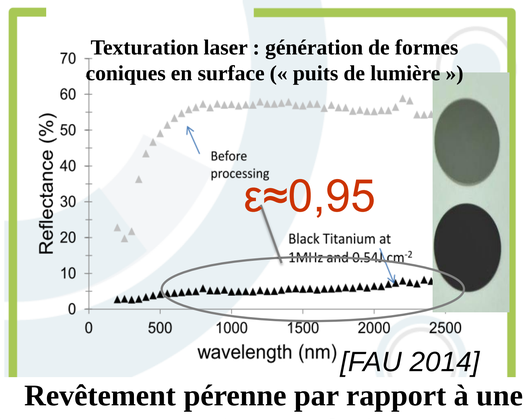
Référence pour la mesure d'émissivité

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

Deux solutions :

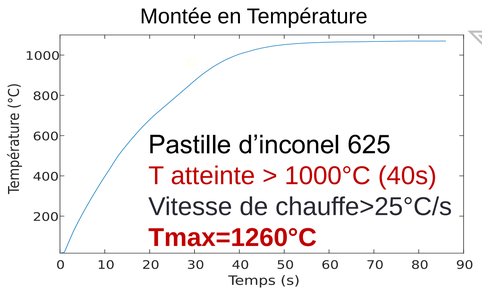
- **Corps noir de transfert basé sur un CN primaire de laboratoire utilisant une peinture noire HT caractérisée**

- **Texturation d'une pastille :**

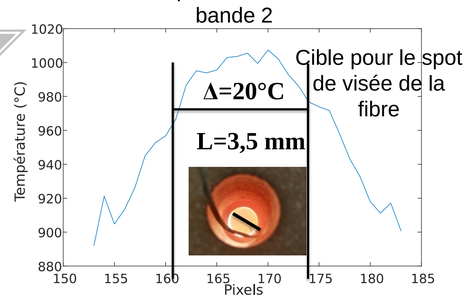


Revêtement pérenne par rapport à une peinture noire HT (écaillage…)

Montée en Température



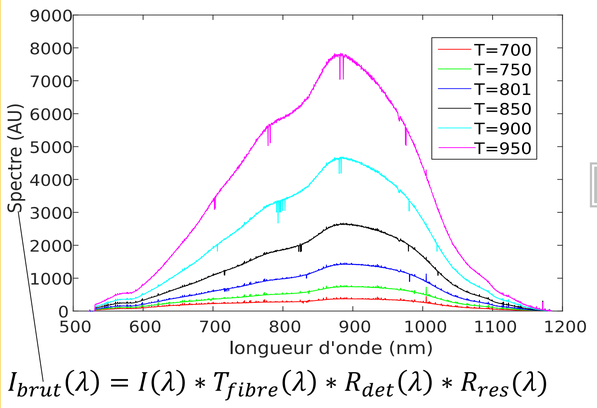
Profil de température avec caméra IR bande 2



Résultats

Etalonnage du système

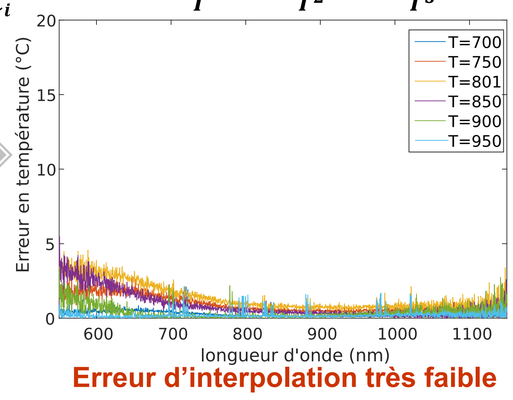
Spectres référence CN : Pastille métallique avec Revêtement peinture HT (Pyromark 2500)



$$I_{brut}(\lambda) = I(\lambda) * T_{fibre}(\lambda) * R_{det}(\lambda) * R_{res}(\lambda)$$

Interpolation avec un modèle radiométrique

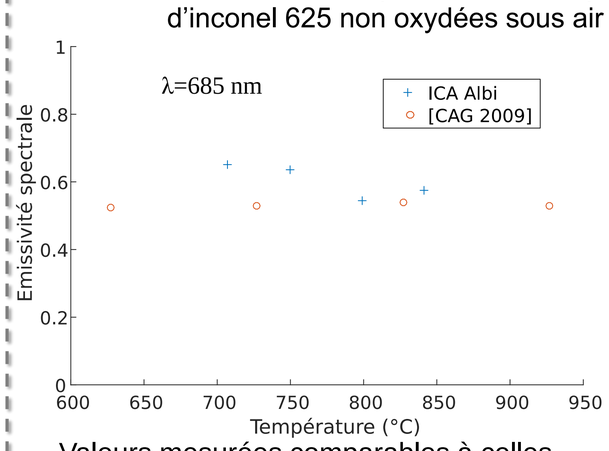
$$\frac{I}{t_i} = kw * \exp\left(\frac{a_0 * C_2}{T} + \frac{a_1 * C_2}{T^2} + \frac{a_2 * C_2}{T^3}\right) \quad [UA.s^{-1}]$$



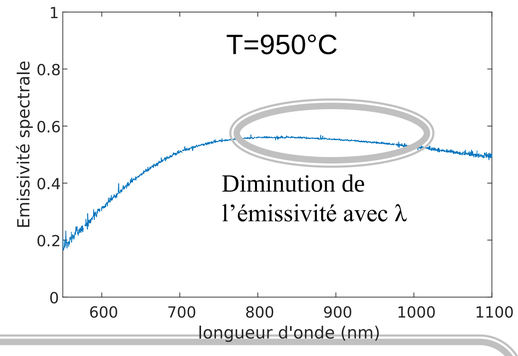
Erreur d'interpolation très faible

Résultats

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



Valeurs mesurées comparables à celles observées en littérature



Sources d'erreur :

- **Lampe /vieillissement – stabilité du flux**
- **Corps noir de transfert –Vieillissement 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 ε_λ encourageante
- Potentialités importantes du dispositif : atmosphère, cinétique de chauffe…

Perspectives

- Validation du banc avec une référence (Platine)
- Mesures de ε_λ dans le MIR : plages [2,5;5,5]µm et [7;13]µm ⇒ Caméras IR équipées de filtres avec renvoi optique

Institut Clément Ader

(*) Abdelmagid El Bakali(aelbakal@mines-albi.fr)
(1) Institut Clément Ader Albi, Campus Jarlard- Route de Teillet 81013 Albi cedex CT 09

PROJET COFINANCÉ PAR LE FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL

Congrès français de thermique
Thermique Mers et Océans
Marseille 30 mai / 2 juin 2017