

Axes de recherche des enseignants de la spécialité Energétique

1 Optimisation des transferts dans les systèmes thermiques

- échangeurs, mini-canaux, mousses, métalliques et céramiques, écoulement

2 Valorisation énergétique des Agro Ressources

- biomasse, pyrolyse, gazéification, gaz de synthèse

3 Instrumentation et caractérisation thermo-physique multi-échelle

- propriétés thermiques et radiatives, matériaux poreux, fluides caloporteurs et nanofluides...

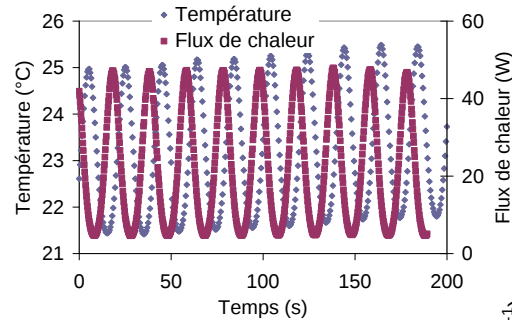
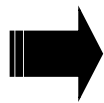
Systèmes thermiques

1

Optimisation d'un évaporateur à mini-canaux par la maîtrise de la distribution en fluide frigorigène



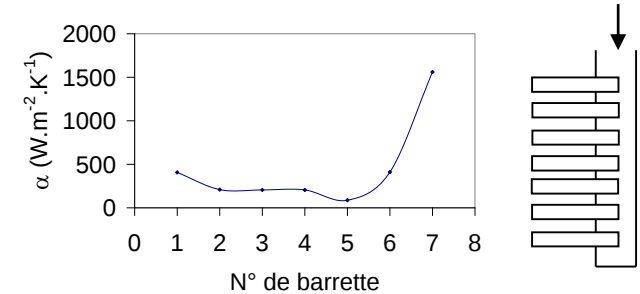
Echangeur soumis à un apport de chaleur modulé par effet Joule



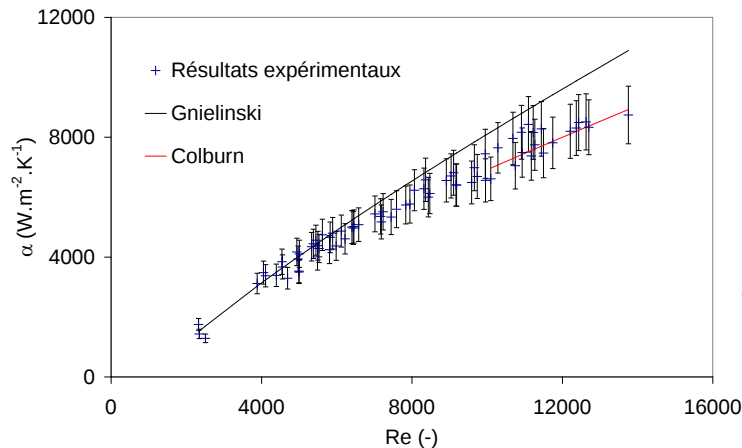
$$\alpha = f\left(\begin{matrix} P, \omega, \theta, \text{dimensions,} \\ \text{propriétés du matériau} \end{matrix}\right)$$



Mesure de la distribution des coefficients d'échange thermique



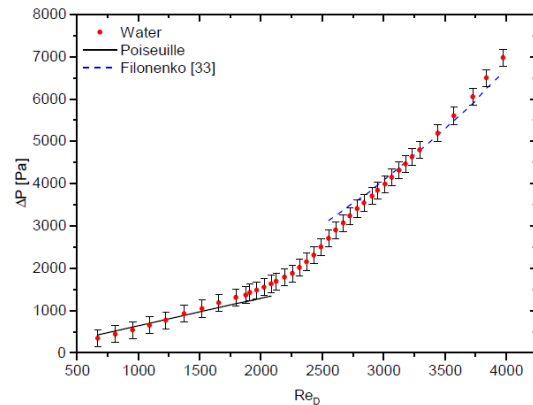
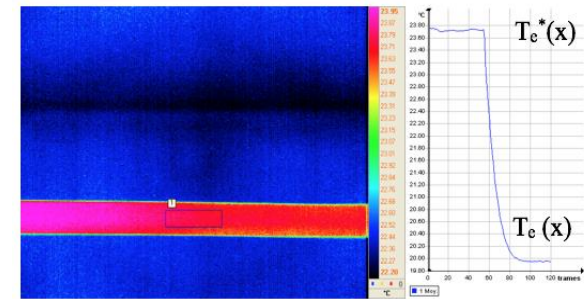
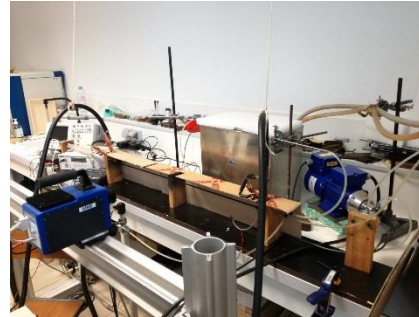
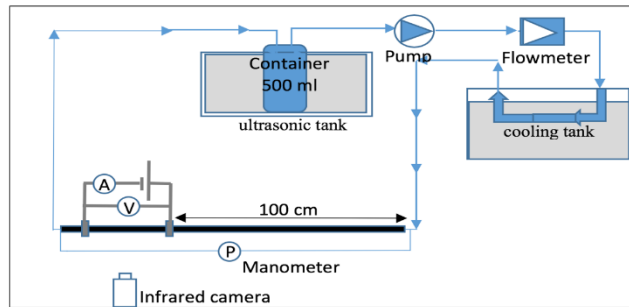
Résultats obtenus avec un tube rond dans le cas d'un fluide monophasique



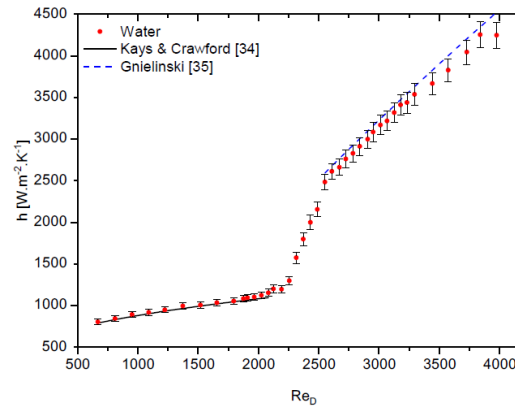
Systèmes thermiques

1

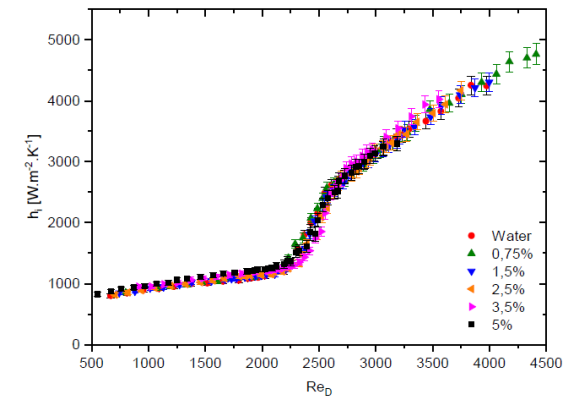
Amélioration de la performance énergétique des échangeurs par nanofluides caloporteurs



Pressure drop in the test section
versus Reynolds number for water



Convective heat transfer coefficient
versus Reynolds number for water



Convective heat transfer coefficient versus
Reynolds number for water and different
concentration of Al_2O_3 water nanofluid

Thèse Alexandre Briclot 2019-2022

(S. Fohanno, C. Popa, JF. Henry)

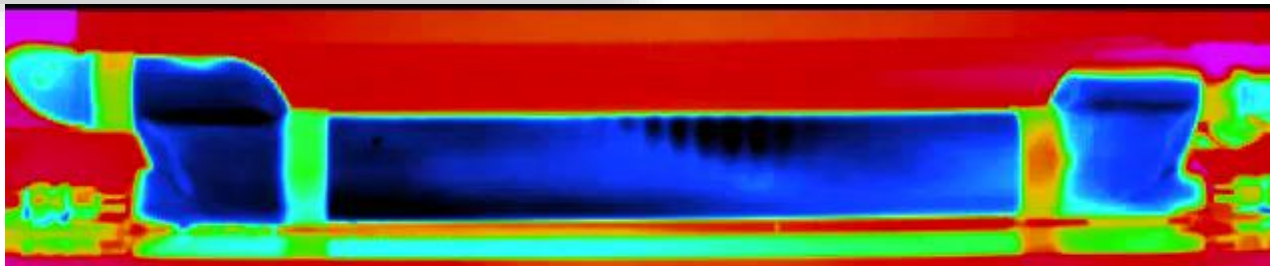
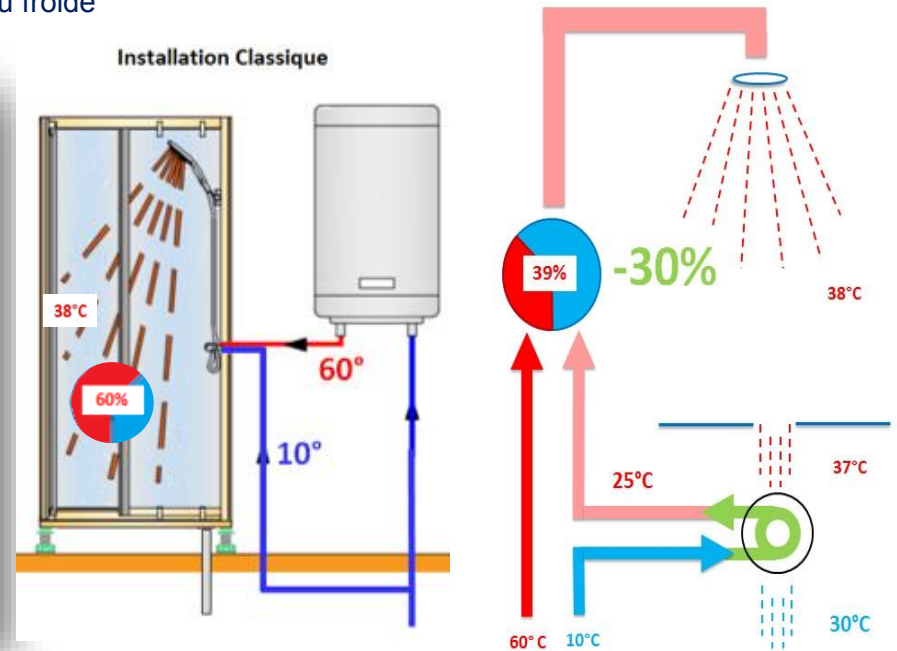
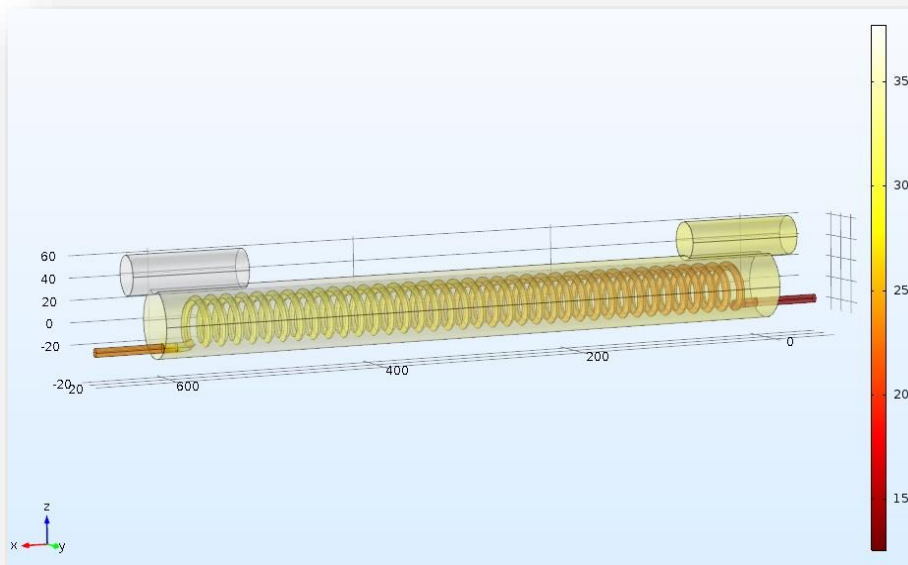
Contact : S. Fohanno@univ-reims.fr

Université de Reims Champagne-Ardenne

Systèmes thermiques

1

Récupération de l'énergie dans les eaux grises pour
préchauffer l'arrivée d'eau froide

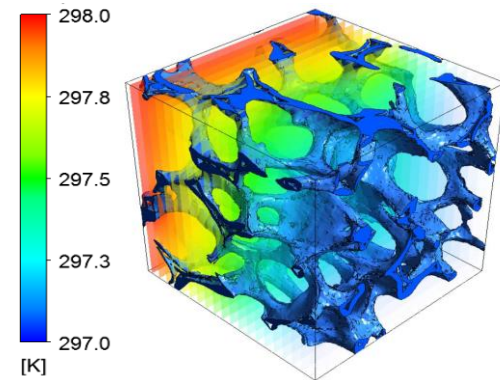
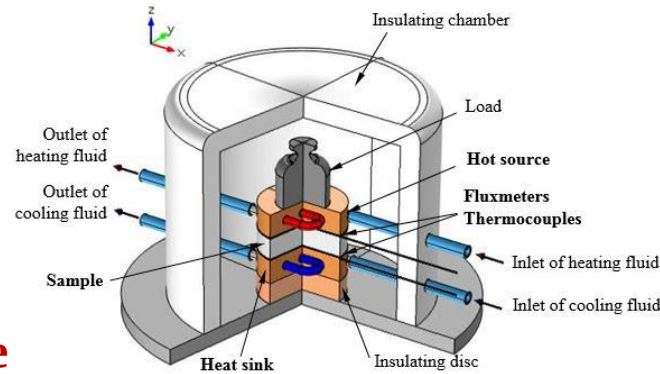


Systèmes thermiques

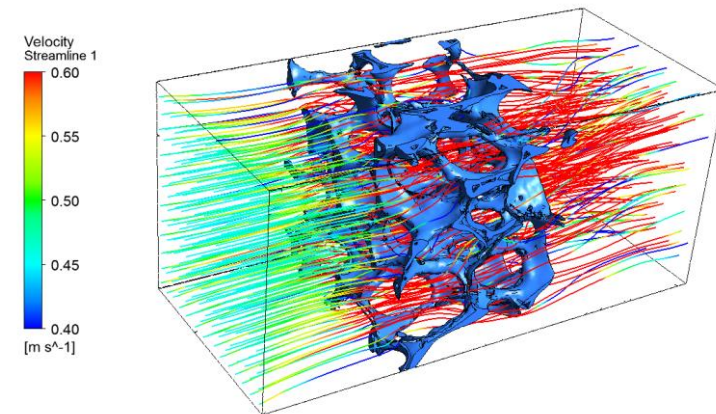
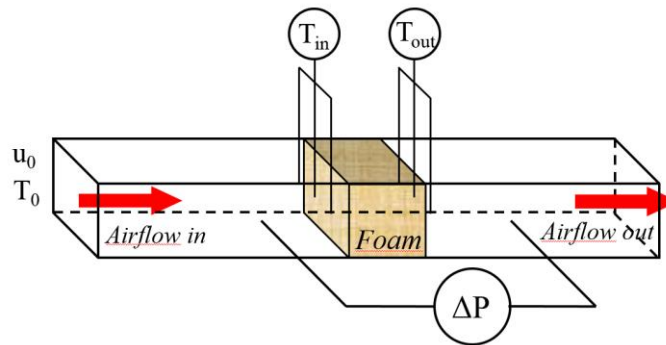
1

Détermination des propriétés de transport des mousses en céramique

Etude des matériaux poreux



Conductivité thermique



Perméabilité et coefficient de Forchheimer

Thèse Pierre Léa 2017-2020

(J. Randrianalisoa, H. Pron, JF. Henry)

Université de Reims Champagne-Ardenne



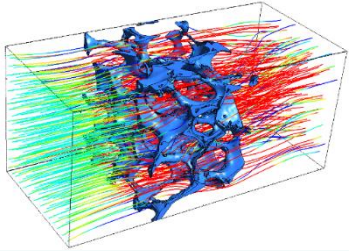
Contact : jaona.randrianalisoa@univ-reims.fr

Systèmes thermiques

1

Détermination des propriétés de transport des mousses en céramique

Recherche fondamentale

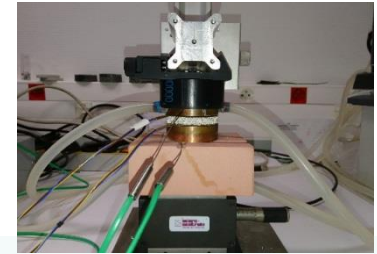


Détermination des propriétés de transports des mousses

Simulation numérique à l'échelle du pore

Caractérisation expérimentale

Validation



Application directe



Simulation poêle à bois et filtre à particules

Echangeur solaire Haute température

Validation

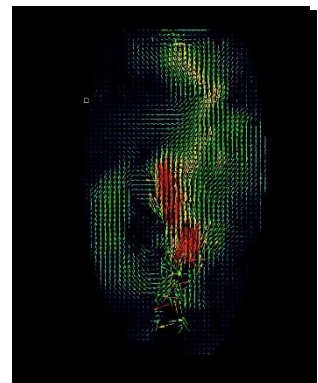
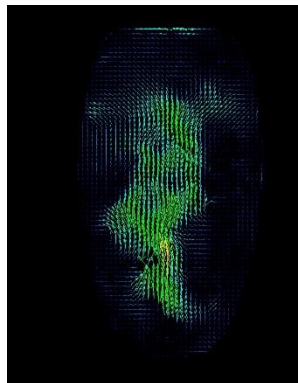
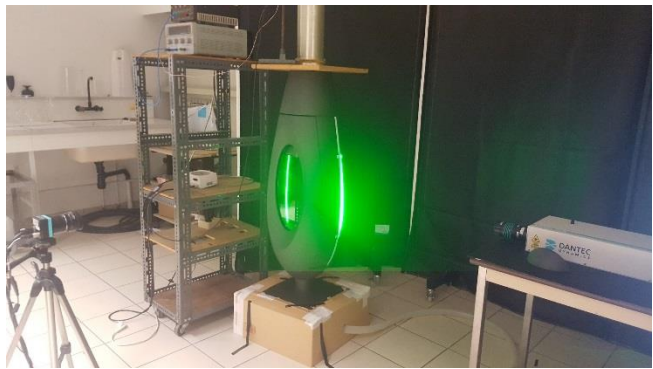


Partenaire EPFL

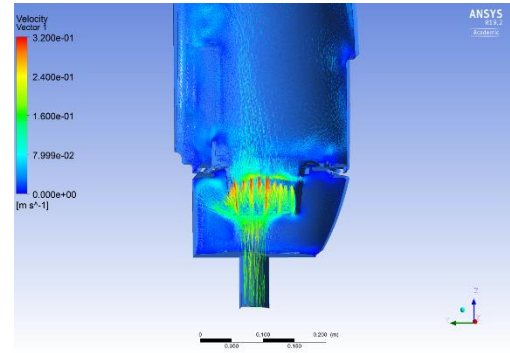
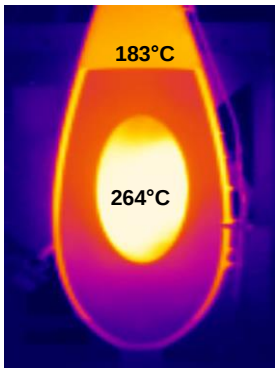


Modélisation aérodynamique de la combustion dans un poêle à granulés

invicta | group |



Visualisation de l'écoulement par **PIV** (Particle image velocimetry) Ecoulement à 0,17 m/s Ecoulement à 0,27 m/s



Opticomb: programme de recherche collaborative
(JF. Henry, J. Randrianalisoa)

Contacts : jf.henry@univ-reims.fr
 jaona.randrianalisoa@univ-reims.fr

Université de Reims Champagne-Ardenne





Valorisation énergétique des matériaux biosourcés

Modélisation de la combustion dans un poêle à granulés

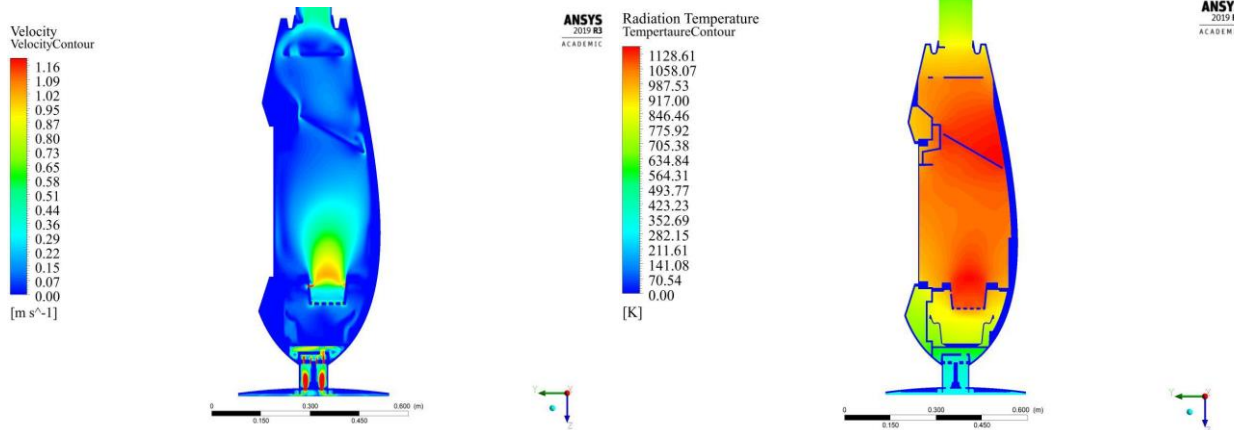


Table 4
Combustion reactions and kinetics.

Homogeneous reactions		Kinetics
(R.4)	$C_6H_6 + \frac{9}{2}O_2 \rightarrow 6CO + 3H_2O$	$R_{1,kin} = 1.3496 \times 10^9 \exp\left(-\frac{1.256 \times 10^8}{RT}\right) [C_6H_6]^{-0.1} [O_2]^{1.85}$
(R.5)	$CH_4 + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow CO + 2H_2O$	$R_{2,kin} = 5.012 \times 10^{11} \exp\left(-\frac{2 \times 10^8}{RT}\right) [CH_4]^{-0.7} [O_2]^{0.8}$
(R.6)	$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$	$R_{3,kin} = 9.87 \times 10^8 \exp\left(-\frac{3.1 \times 10^7}{RT}\right) [H_2][O_2]$
(R.7)	$CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2$	$R_{4,kin} = 2.239 \times 10^{12} \exp\left(-\frac{1.702 \times 10^8}{RT}\right) [CO][O_2]^{0.25} [H_2O]^{0.5}$
(R.8)	$H_2O + CO \rightarrow CO_2 + H_2$	$R_{5,kin} = 2.780 \exp\left(-\frac{1.255 \times 10^7}{RT}\right) [H_2O][CO]$
(R.9)	$CO_2 + H_2 \rightarrow H_2O + CO$	$R_{3,kin} = 93690 \exp\left(-\frac{4.659 \times 10^7}{RT}\right) [CO_2][H_2]$

Opticomb: programme de recherche collaborative
(JF. Henry, J. Randrianalisoa)

invicta | group

Grand Est
ALSACE CHAMPAGNE-ARDENNE LORRAINE

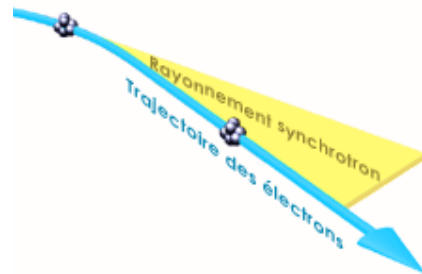
l'Europe s'engage en France



Systèmes thermiques

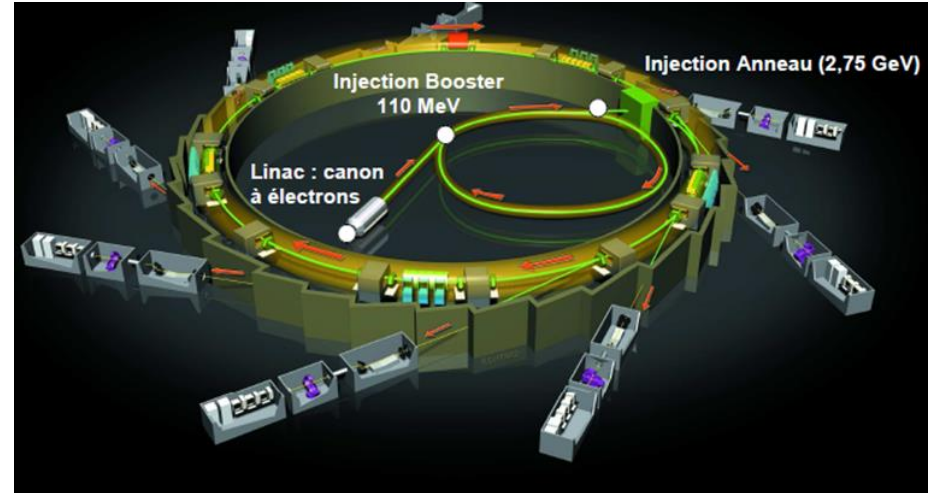


Refroidissement des composants du Synchrotron SOLEIL
par micro-canaux et picots



Accélérateur de particules $\rightarrow$ (e^-)
Rayonnement Synchrotron
**SOLEIL : Source Optimisée de Lumière
d'Energie Intermédiaire du LURE***

LURE: *Laboratoire d'Utilisation du Rayonnement
Électromagnétique.*



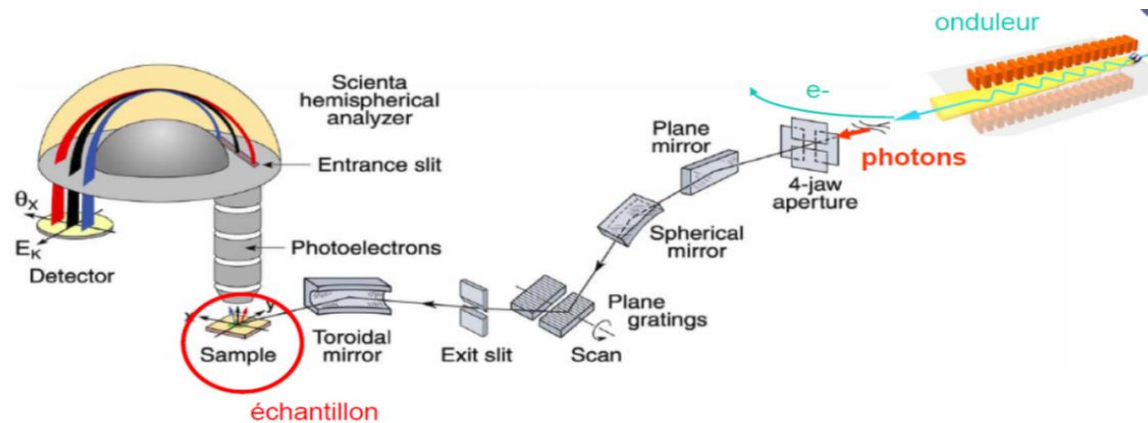
Un anneau de 354 m de circonférence (113 m de diamètre)



Systèmes thermiques

1

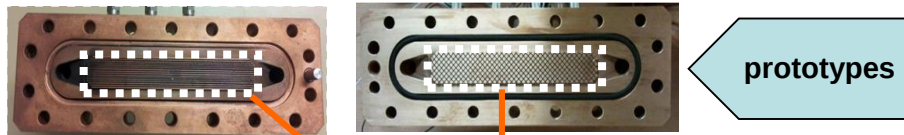
Refroidissement des composants du Synchrotron SOLEIL
par micro-canaux et picots



Systèmes thermiques

1

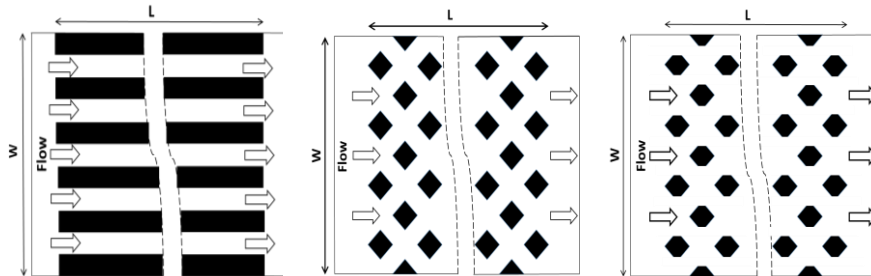
Refroidissement des composants du Synchrotron SOLEIL
par micro-canaux et picots



simulation
numérique

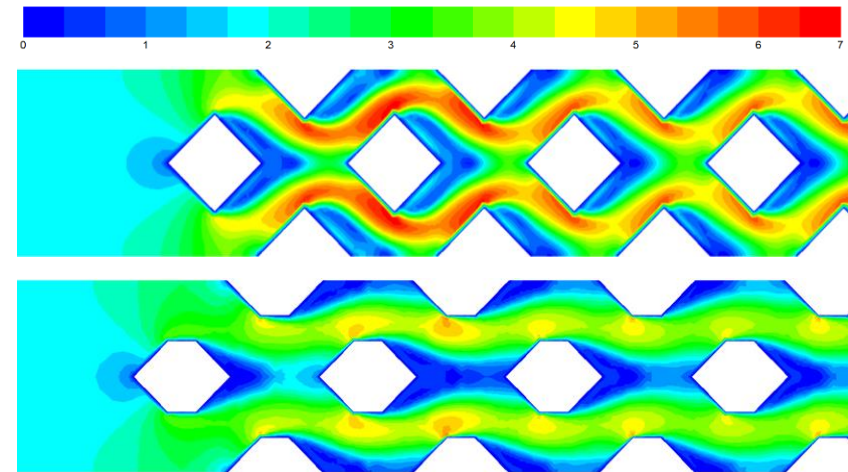
$L \times W =$
 100×16
 mm^2

Étude
d'Optimisation



(a) canaux rectangulaires (b) picots (c) picots améliorés

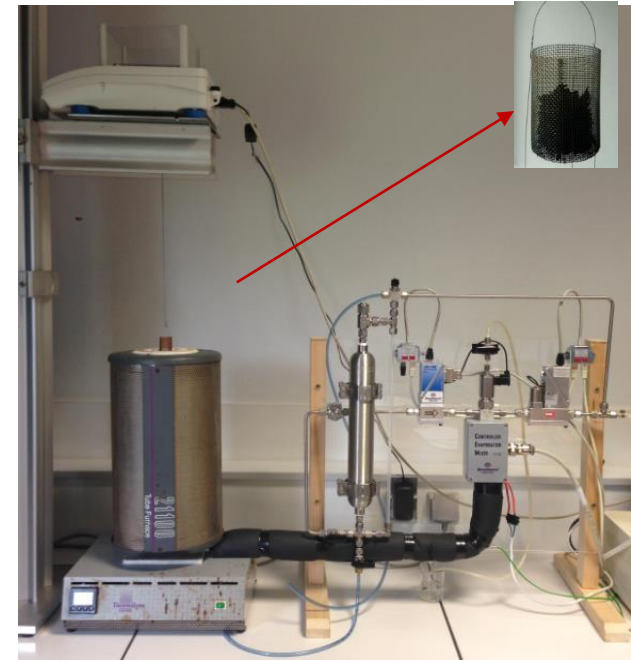
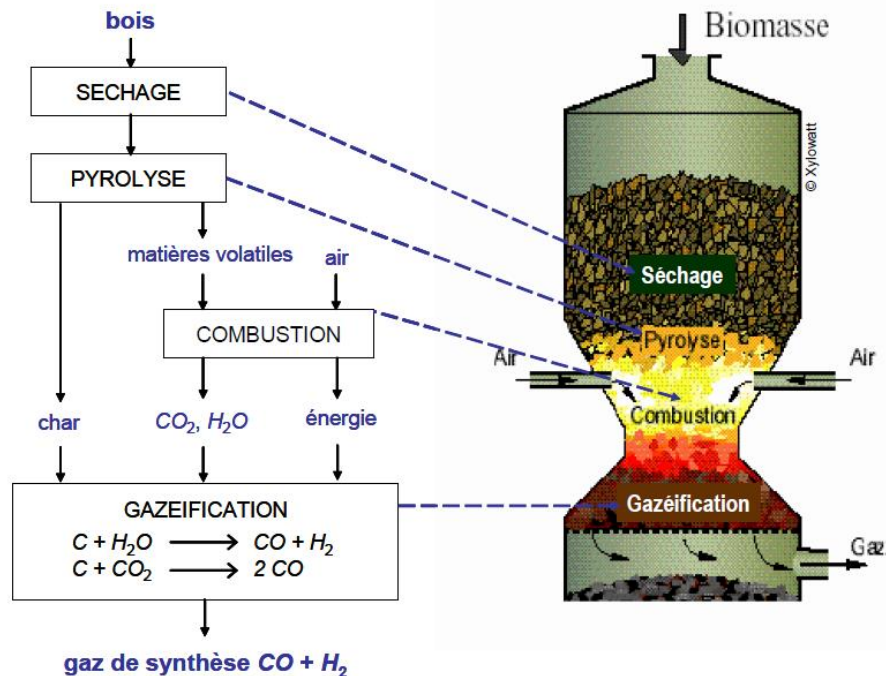
Champ de vitesses (m/s)
($e = 1.6 \text{ mm}$ et $\dot{m} = 3 \text{ kg/mn}$)



2

Valorisation énergétique des matériaux biosourcés

Synthèse de biogaz à partir de matériaux cellulodiques



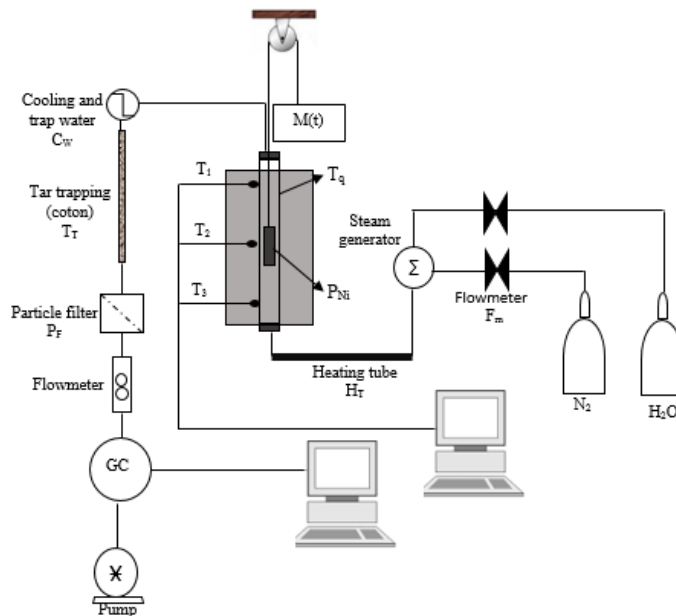
*Thèse Clarisse Lorreyte 2018
(H. Pron, J. Randrianalisoa)*



2

Valorisation énergétique des matériaux biosourcés

Synthèse de biogaz à partir de matériaux cellulosiques



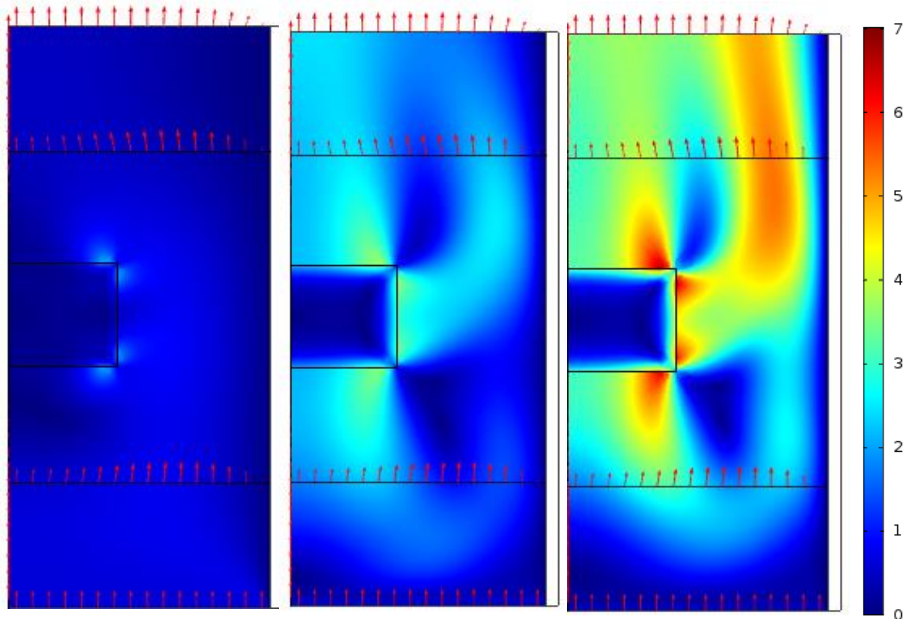
- **Simulation numérique** des processus de pyrolyse et de gazéification (Comsol)
- **Détermination de propriétés de la biomasse** : porosité, coefficient d'échange, perméabilité, tortuosité

*Thèse Clarisse Lorreyte 2018
(H. Pron, J. Randrianalisoa)*



Modélisation numérique

Cartographie des vitesses du fluide



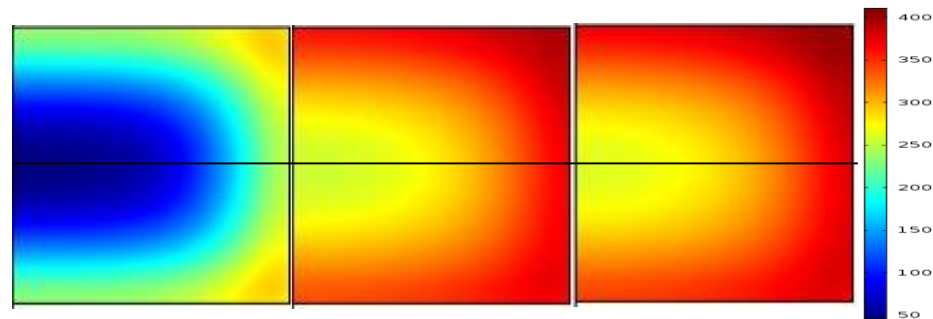
$t=10\text{ s}$

$t=1\text{ min}$

$t=15\text{ min}$

Pyrolyse à 500°C

Transfert de chaleur dans la phase solide



$t=10\text{ s}$

$t=1\text{ min}$

$t=15\text{ min}$

Pyrolyse à 500°C



Université de Reims Champagne-Ardenne



2

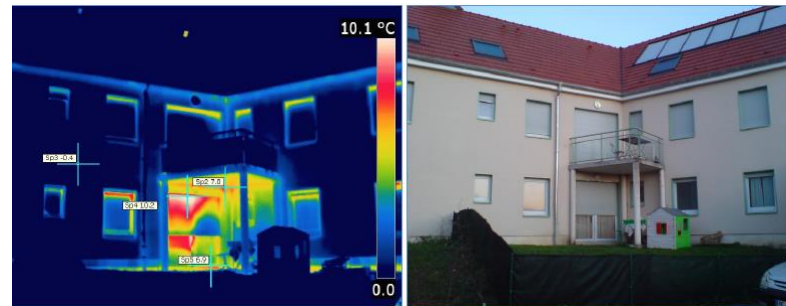
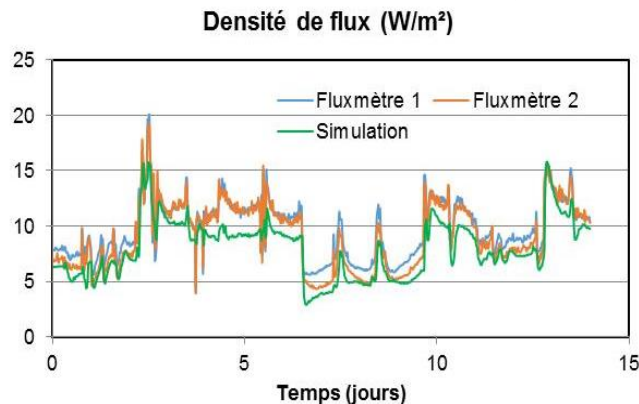
Valorisation énergétique des matériaux biosourcés

Thermique du bâtiment



- **Matériaux biosourcés** à base de chanvre, typha, liège... avec un liant minéral ou polymère
- **Caractérisation thermophysique** : mesure des propriétés thermiques, hydriques, mécaniques, acoustiques et porosité

• Evaluation des performances énergétiques Modélisation numérique



- **Evaluation des performances énergétiques**
Suivi expérimental *in situ*

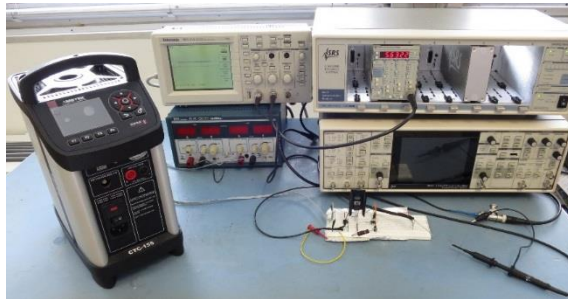
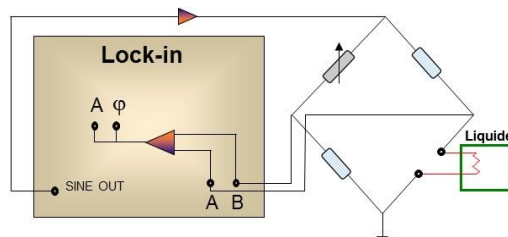




Instrumentation et caractérisation thermophysique

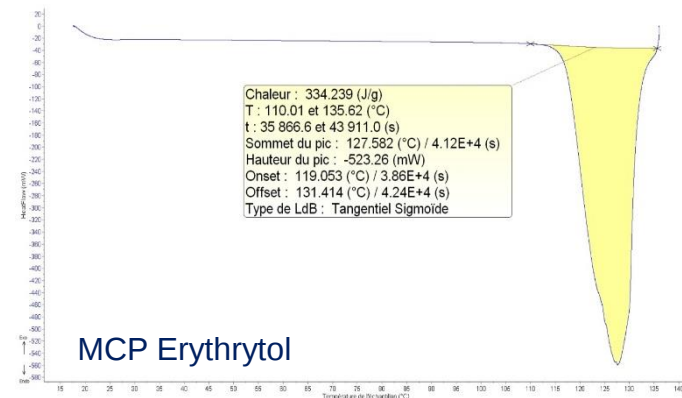
Caractérisation de liquides (nanofluides, matériaux à changement de phase MCP,...)

Mesure de la conductivité thermique
Méthode 3ω : fil chaud modulé en température



*Thèse Salim Arous 2019-2021
(M.Chirtoc, N.Horny, JF.Henry)*

Mesure de la chaleur spécifique
Calorimétrie (SETARAM C80)

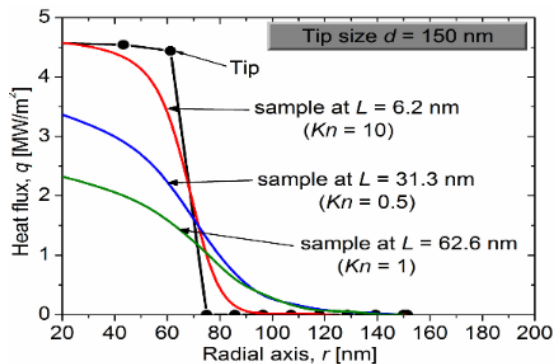
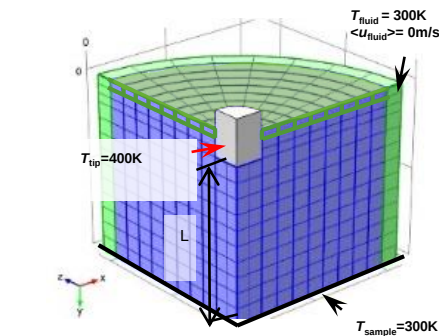




Instrumentation et caractérisation thermophysique

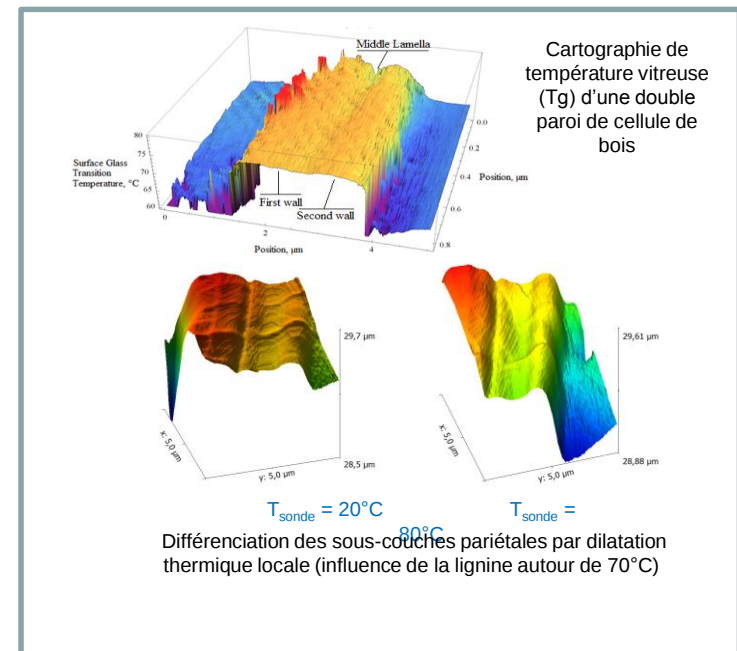
Microscopie thermique à sonde locale

Etude amont : Interprétation de la mesure par microscopie thermique

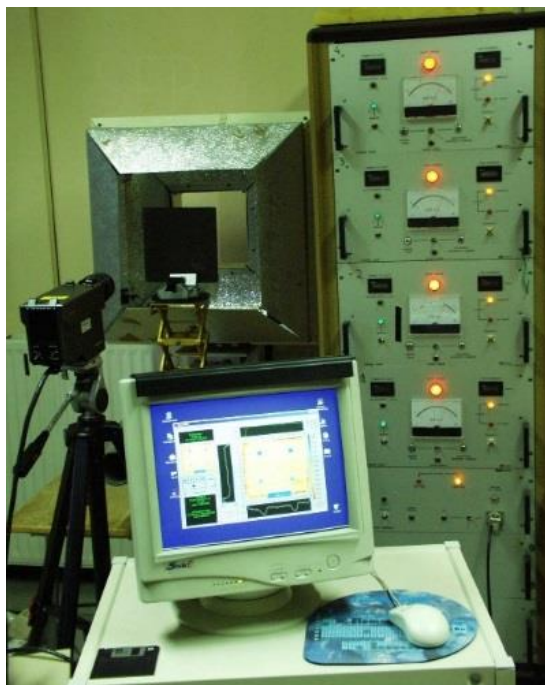


Application : Nano analyse thermique de biopolymères

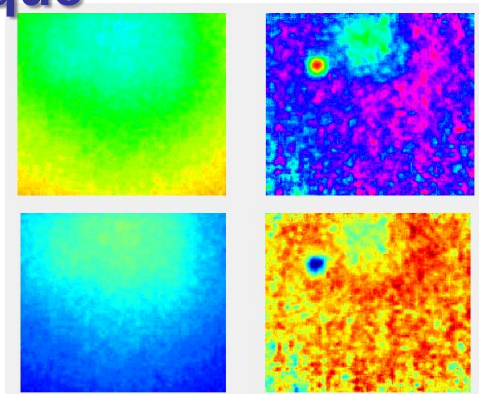
Application à l'étude de la mobilité des biopolymères constitutifs des parois de cellules végétales (Collaboration INRA)



Thermographie infrarouge stimulée



Détection et caractérisation géométrique de défauts structuraux





Collaborations internationales :

Australie : W.LIPINSKI de
l'Australian National University

Brésil : R. Cotta, Université
Fédérale de Rio de Janeiro

Canada : C.T. Nguyen, Université de Moncton, N. Galanis -
Université de Sherbrooke

Italie : C. Ingrao de l'Université de Foggia, F. Scrucca de
l'Université de Perugia

Pologne : J. Bodzenta, J. Jusczyk, Université de Gliwice

Roumanie : E.C. Mladin et I. Colda de l'Université
Polytechnique de Bucarest, C. Chereches et I. Gherasim de
l'Université Technique de Iasi

Suisse : S. Haussener de l'Ecole Polytechnique Fédérale de
Lausanne

Tunisie : Laboratoire LESTE, Université de Monastir, R. Ben
Maad de l'Université de Tunis El Manar

Turquie : S. Kakac de l'University of Economics and
Technology, Ankara, Université Dokuz Eylül, Izmir

USA (Utah) : H. Ban, Université de Logan



Matériels...

Caméras de thermographie infrarouge

Caméra vidéo rapide

Corps noirs

Spectromètres

Système PIV

Calorimètre

Conductivimètre

Scanner 3D

SThM, AFM

Etuve programmable

Enceintes climatiques (dont bi-climatique)

Porosimètre à mercure

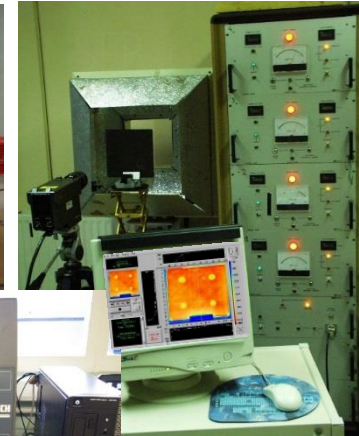
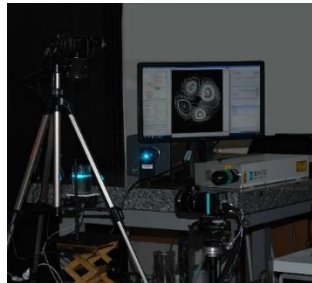
Machine de fatigue 2 tonnes

Lasers

Dispositifs de caractérisation photothermique
(flash et sinus)

Banc de mesure de coefficients d'échanges en
canalisation

Logiciels : Ansys Fluent 16.0, Comsol, Solidworks,
Artec Studio 10 ...



+ accès aux matériels des plateformes

Université de Reims Champagne-Ardenne

