

## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT

Le **25-04-2019**

A **10:00** Amphi 1

Ecole des Mines de Saint Etienne

158 Cours Fauriel

42023 Saint Etienne

Soutiendra en vue de l'obtention du titre de Docteur de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne dans la spécialité : SCIENCES ET GENIE DES MATERIAUX

**Arnaud**

**DUCOULOMBIER**

Une thèse ayant pour sujet :

Etude expérimentale de l'influence du champ électromagnétique sur la diffusion de surface lors du chauffage d'oxyde de zinc.

### **MEMBRES DU JURY :**

Président

(Le président est désigné le jour de la soutenance)

### **Rapporteurs :**

Marinel	Sylvain	Professeur	CRISMAT
Monchoux	Jean-Philippe	Chargé de recherche	CEMES

### **Examineurs :**

Huger	Marc	Professeur	IRCER
Valdivieso	François	Professeur	Ecole des Mines de Saint Etienne
Bruchon	Julien	Professeur	Ecole des Mines de Saint Etienne
Ganster	Patrick	Chargé de recherche	Ecole des Mines de Saint Etienne

Thèse préparée dans le centre SMS à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.

Travail co-encadré par :

VALDIVIESO	François
BRUCHON	Julien
SAUNIER	Sébastien
GANSTER	Patrick

**Destinataires :** DRI, Accueil, SCIDEM, Centre,  
D.CORTIAL « Le Progrès », 24 rue de la robotique – 42000 Saint-Etienne

**Direction Recherche et Innovation**

158, Cours Fauriel

CS62362 - 42023 Saint-Etienne cedex 2 - Tél : 04 77 49 97 10

Page 1 - 1

# Arnaud DUCOULOMBIER

## Résumé

Le chauffage micro-ondes pour l'obtention de matériaux denses est une technique connue depuis un certain nombre d'années. Parmi les effets fréquemment cités, on note l'obtention de microstructures plus fines, de meilleures densités, et de températures de frittage abaissées. Certains auteurs avancent pour expliquer ces résultats un effet « thermique » ou « athermique » des micro-ondes, susceptibles de modifier le transport de matières.

C'est dans l'objectif d'une meilleure compréhension des phénomènes présents sous chauffage micro-ondes que s'établit cette thèse. Un matériau diélectrique (oxyde de zinc) capable de réagir sous champ micro-ondes a donc été utilisé pour ces expériences réalisées sous chauffage micro-ondes et conventionnel.

Principalement basées sur l'étude de la diffusion associée au transport de matière, les mécanismes de diffusions et des coefficients de diffusion sont calculés expérimentalement par l'utilisation d'un modèle spécifique (Modèle de Mullins) et mis en corrélation avec une simulation numérique (éléments finis).

Une partie de cette thèse est également dédiée au frittage de l'oxyde de zinc selon différents modes de chauffage (conventionnel, cellule de chauffage micro-ondes 2,45 GHz et 5,8 GHz) afin de déterminer l'énergie d'activation apparente. De ces expériences, il s'avère que le type de chauffage n'influencerait pas les mécanismes de diffusion aux basses températures. Cependant, à plus haute température (1000°C), une diffusion plus rapide sous chauffage micro-ondes en comparaison avec le chauffage conventionnel est constatée.

Certains résultats permettent d'émettre l'hypothèse de mécanismes de diffusion différents introduits au cours du chauffage conventionnel et micro-ondes à une même température, ce que le modèle numérique semble confirmer. La présence de gradients thermiques au cours du frittage au sein du matériau aurait pour conséquence les différences constatées au niveau des mécanismes de diffusion déterminés.

Cette thèse s'inscrit dans la continuité des précédentes recherches, et met également l'accent sur la nécessité de prendre en compte les propriétés diélectriques des matériaux pour le chauffage micro-ondes, et l'importance de la mesure de la température.

## Composition du jury :

M. Sylvain MARINEL, Professeur, CRISMAT, Université de Caen, Caen (rapporteur)

M. Jean-Philippe MONCHOUX, Professeur, CEMES, Université de Toulouse, Toulouse (rapporteur)

M. Marc HUGER, Professeur, IRCER, Université de Limoges, Limoges (examineur)

M. François VALDIVIESO, Professeur, LGF, Mines Saint-Etienne, Saint-Etienne (directeur de thèse)

M. Julien BRUCHON, Professeur, LGF, Mines Saint-Etienne, Saint-Etienne (co-directeur de thèse)

M. Patrick GANSTER, Chargé de recherche, LGF, Mines Saint-Etienne, Saint-Etienne (encadrant)

Didier VINCENT, Professeur, Laboratoire Hubert Curien, Université Jean Monnet, Saint-Etienne (invité)