

Offre de stage ingénieur / assistant ingénieur à vocation recherche.

Laboratoire Génie de Production, École Nationale d'Ingénieur de Tarbes.

Fonctionnalisation par fabrication additive de composants d'électronique de puissance.

Contexte scientifique :

Les composants d'électronique de forte puissance permettent l'alimentation en courant électrique de systèmes intégrés dans différents domaines industriels, notamment aéronautiques et ferroviaires [1,2], et sont soumis, de ce fait, à des élévations de température importantes. Du fait de la nécessité d'allègement des structures et de miniaturisation, une meilleure intégration de ces composants est nécessaire avec, notamment, de meilleures capacités de refroidissement, avec à terme la volonté d'éliminer les boucles de refroidissement volumineuses [3]. Aujourd'hui, l'échange de chaleur entre le composant et le milieu extérieur se fait de manière naturelle à travers le composant lui-même. Afin d'améliorer la dissipation d'énergie, la création de dissipateurs d'énergie thermique au niveau même du composant est une solution prometteuse.

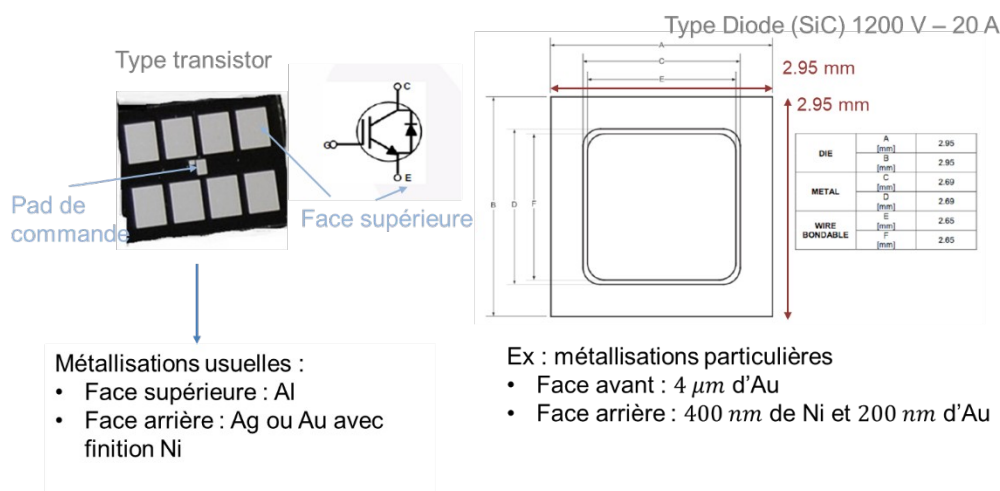
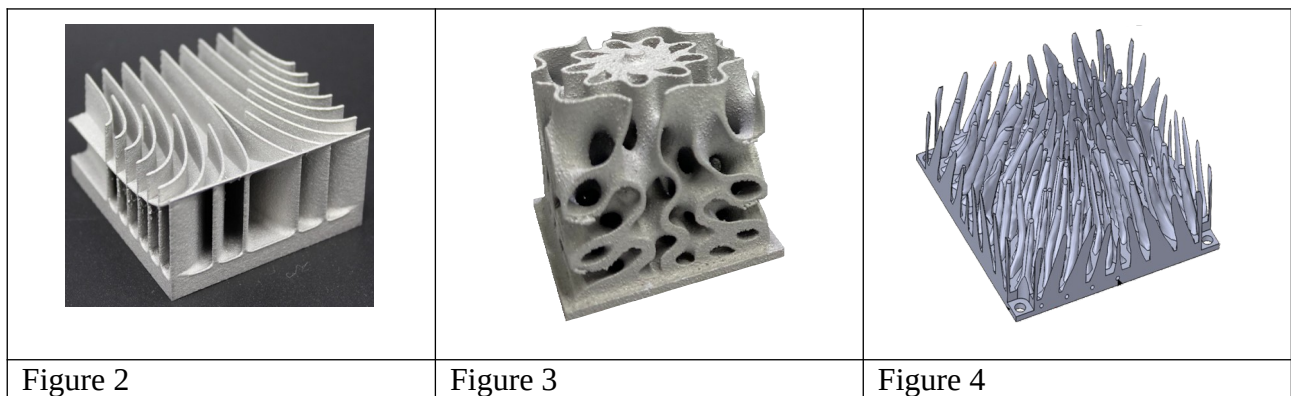


Figure 1 : illustration des dimensions et des matériaux qui doivent être fonctionnalisés [1].

Compte tenu des dimensions des pièces (Figure 1) ainsi que des contraintes d'encombrement potentiel, ces dissipateurs peuvent être réalisés par fabrication additive métallique [4,5,6,7]. Les dissipateurs pourraient ainsi avoir des formes et des performances originales et innovantes (Figures 2 à 4). Pour ce faire, la surface inférieure du composant électronique étant revêtue d'un film Au/Ni d'une épaisseur inférieure à un micromètre, la réalisation d'un dépôt d'épaisseur contrôlée est nécessaire. À partir de ce dépôt, une fabrication directe du dissipateur par fabrication additive sur le composant ou un brasage d'un même dissipateur fabriqué sur plateau métallique (après découpe) peuvent être réalisés. Dans les deux cas, les conditions de dépôt, de fabrication additive [8] du dissipateur ou de son brasage sont à étudier. Dans le cas du brasage, l'étudiant prendra en compte les problématiques et contraintes associées au procédé d'assemblage en salle blanche, selon les procédures usuelles en vigueur sur la plateforme PRIMES [9]



L'objectif de ce stage est ainsi d'étudier les possibilités de fonctionnalisation des faces inférieures à travers la réalisation d'un dépôt et construction d'un dissipateur thermique sur la base des deux possibilités évoquées.

Les différentes étapes du stage sont les suivantes :

- Examen de la littérature existante sur la fonctionnalisation de composants électroniques par F.A.
- Détermination des conditions de réalisation du dépôt (type de dépôt, procédé de fabrication...)
- Réalisation de différents dépôts et examen de leurs caractéristiques (planéité, recouvrement, épaisseur)
- Détermination d'une géométrie simple de dissipateur en accord avec les dimensions du composant
- Participation à la réalisation du dissipateur que ce soit par fabrication directe ou brasage.

Encadrement : L. Arnaud (lionel.arnaud@enit.fr) et Joël Alexis (joel.alexis@enit.fr)

Rémunération : sur la base du minimum légal (3,90€/h)

Biblio :

- [1] Étude sur la dissipation thermique dans les composants/systèmes électroniques, rapport NAE-1214-01-R1A, Normandie Aerospace, 2016.
<https://www.nae.fr/etude-sur-la-dissipation-thermique-dans-les-composantssystemes-electroniques>
- [2] Paul-Étienne Vidal, Un regard sur l'application des matériaux dans les modules de puissance, , Keynote Colloque Matériaux pour l'Électronique, Conférence Matériaux 2022, Lille, 27 Octobre 2022.
- [3] Dissipation thermique dans les systèmes électroniques, Base documentaire des techniques de l'ingénieur, E3952 v2.
- [4] Clio Saglietti, On optimization of natural convection flows, PhD, KTH institute, Stockholm, 2018.

- [5] Joe Alexandersen, Ole Sigmund, Niels Aage, Large scale three-dimensional topology optimisation of heat sinks cooled by natural convection, *International Journal of Heat and Mass Transfer* 100 (2016) 876–891.
- [6] Peter Coffin, Kurt Maute, A level-set method for steady-state and transient natural convection problems, *Struct Multidisc Optim* (2016) 53:1047–1067.
- [7] Élodie MARTIN, Rabih KHAZAKA, Donatien MARTINEAU, Stephane AZZOPARDI2, Joël ALEXIS, Direct heat sink printing on metallized ceramic substrate for power electronics applications: heat treatment identification and its impacts, 2020.
https://www.researchgate.net/publication/341822901_Direct_heat_sink_printing_on_metallized_ceramic_substrate_for_power_electronics_applications_heat_treatment_identification_and_its_impacts
- [8] Plateforme CEF3D, <https://www.cef3d.fr>
- [9] Plateforme PRIMES, <https://www.primes-innovation.com/>