

---

**TITRE en français**

INTEGRATION DE MICROCALODUCS PLATS POUR LE REFROIDISSEMENT DES PACKAGING  
TRIDIMENSIONNELS

---

**RESUME en français**

Le packaging et la gestion thermique dans le domaine de l'électronique sont devenus des enjeux importants en raison de l'augmentation des niveaux de puissance et de la miniaturisation des dispositifs. Ce travail de thèse est consacré au refroidissement des substrats électroniques, empilés dans un module 3D, et à l'intégration dans ces derniers, de fonctions thermiques, tels que les caloducs plats. Cette étude se concentre plus particulièrement sur la conception, la réalisation et l'évaluation expérimentale des caloducs métalliques miniatures très fins. Nous avons pu démontrer que l'intégration des composants de type caloduc dans des substrats très fins est possible et représente une solution très intéressante pour la gestion thermique des équipements électroniques des applications avioniques. L'ensemble de ces travaux a permis de mettre aux points de nouvelles techniques d'élaboration de caloducs plats à réseau capillaire fritté et d'ouvrir cette démarche à de nouvelles stratégies de refroidissement.

---

**TITRE en anglais**

INTEGRATION OF MICRO HEAT PIPES FOR THE THERMAL MANAGEMENT OF ELECTRONIC 3D  
PACKAGING

---

**RESUME en anglais**

The packaging and thermal management of electronic equipment has become an important issue because of increased power levels and the simultaneous miniaturization of the devices. This thesis work is devoted to the cooling of electronic substrates, stacked in a 3D module, and to the integration of thermal functions, such as flat heat pipes, in these substrates. This research study concentrated more particularly on the design, the fabrication and the experimental evaluation of miniature very thin metal heat pipes. Experimental and modelling results showed that the studied heat pipes eliminate hot spots and spread the heat dissipated from the components in a very efficient way. New fabrication techniques of flat heat pipes with sintered capillary wicks have been developed. This thesis work allows showing that the integration of heat pipes in very thin electronic substrates is possible and very interesting solution for the thermal management of electronics devices particularly for avionics applications.

---

**SPECIALITE**

GENIE ELECTRIQUE

---

**MOTS-CLES**

Caloduc plat, Packaging 3D, Réseau capillaire fritté, Refroidissement, Tests spécifiques  
Heat pipe, 3D Packaging, Sintered capillary wick structure, Cooling, Specific tests

---

**INTITULE ET ADRESSE DE L'U.F.R. OU DU LABORATOIRE**

Laboratoire d'Electrotechnique de Grenoble - LEG INPG/UJF – CNRS UMR 5529  
ENSIEG, BP 46 - 38402 Saint Martin d'Hères Cedex, FRANCE