



## Open Archive Toulouse Archive Ouverte

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible

This is an author's version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/19999>

### To cite this version:

Vidal, Paul-Etienne<sup>✉</sup> and Diénot, Jean-Marc<sup>✉</sup> and Rotella, Frédéric<sup>✉</sup> and Sakhraoui, Imane<sup>✉</sup> and Trajin, Baptiste<sup>✉</sup> and Viné, Guillaume<sup>✉</sup> and Zambettakis, Irène<sup>✉</sup> and Renaud, Antoine and Woirgard, Eric and Bayle, Gautier and Behar, Samuel and Lasserre, Philippe and Favre, Jacques *Conception de capteurs intégrés et logiciels pour des modules d'électronique de puissance.* (2017) In: Journée du pôle Intégration et Systèmes de Puissance 3D (ISP3D) du GdR SEEDS, 15 March 2017 - 16 March 2017 (Toulouse, France). (Unpublished)

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: [tech-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr](mailto:tech-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr)

# Conception de capteurs intégrés et logiciels pour des modules d'électronique de puissance

CAPTIF ANR-14-CE05-0044

P.-E. Vidal (1)

J.-M. Dienot (1), F. Rotella (1), I. Sakhraoui (1), B. Trajin (1), G. Vine (1), I. Zambettakis (1), A. Renaud (2), E. Woirdard (2), G. Bayle (3), S. Behar (3), P. Lasserre (4), J. Favre (5)

(1) : Laboratoire Génie de Production, Université de Toulouse, INPT – ENIT, 47 avenue d'Azereix 65000 TARBES, paul-etienne.vidal@enit.fr  
(2) : Intégration du Matériau au Système, CNRS UMR5218, (3) : Nanolike SAS, (4) : Primes Association, (5) : aPSI3D SAS

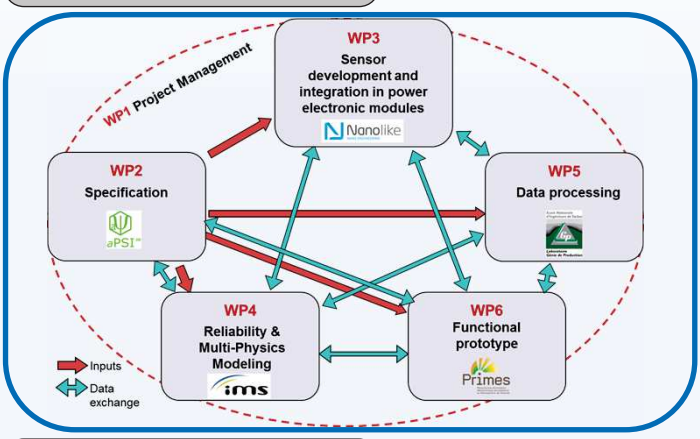
## Contexte: mise en œuvre de composants Grand Gap

- ↗ efficacité ; ↘ contraintes environnementales et en fonctionnement;
- ↘ temps de commutation
  - Plus fort gradient de température et points chauds locaux
  - Plus de EMI/EMC
- **Projet ANR Captif** : intégration de plusieurs capteurs
  - Amélioration des modèles de connaissance comportementaux des assemblages (électro-thermomécanique)
  - Estimer de l'état de santé et prédiction la durée de vie,

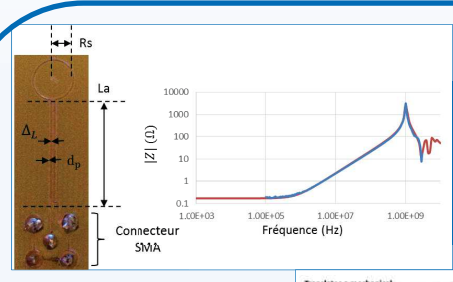
## Modèle multiphysique

- Déterminer les zones intéressantes pour l'implémentation des capteurs.
- Capteur de déformation et de température à base de technologie de type Nanoparticules ; capteurs électromagnétiques
  - validation et intégration.
- Procédé avancé pour le traitement des données
  - Méthode d'estimation et traitement du signal
  - Adapté à plusieurs capteurs (de type variés).
- Procédé compatible avec un procédé d'intégration d'assemblage en salle blanche

## Lots et livrables



## Conception de capteurs intégrés

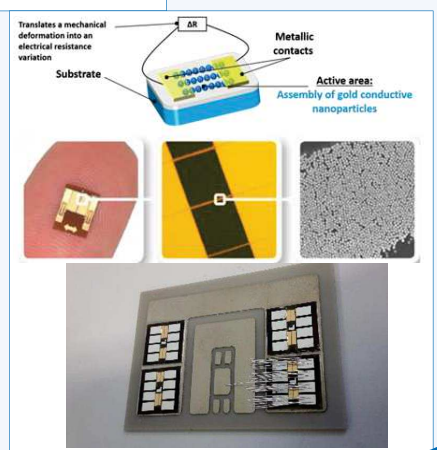


## Capteurs électromagnétiques

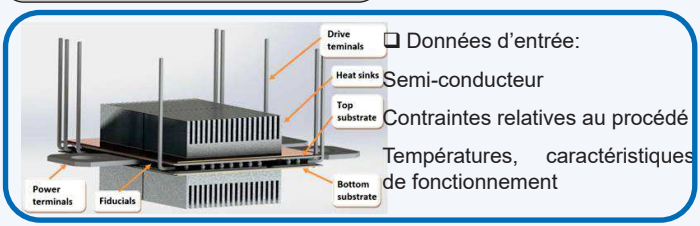
- Mesure champ proche
  - Détection locale;
  - Champ magnétique.
- Activités de conception
- Caractérisation, intégration et validation initiale.

## Capteurs de température et de déformation à base de nanoparticules d'Or

- Grande sensibilité
- Faible consommation
- Capteurs non invasifs
- Procédé d'intégration compatible
- Succès lors de la première intégration sur substrat « type »



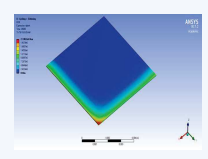
## Spécification



- Données d'entrée: Semi-conducteur
- Contraintes relatives au procédé: Températures, caractéristiques de fonctionnement

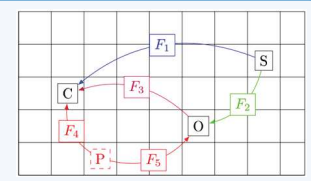
## Modélisation multi-physique et indicateur de vieillissement

- Comparaison des simulations aux mesures
- Définition d'un indicateur de vieillissement
  - Densité d'énergie de déformation
  - $SED = \int_{\epsilon_1}^{\epsilon_2} \sigma d\epsilon$
  - Test de vieillissement.



## Traitement des signaux - estimation

- Méthode adaptée et conception d'algorithmes pour le traitement des données en vue de la surveillance d'un module.
- Modèle électro-thermomécanique
- O : point d'estimation de la température;
- C : mesure du capteur
- S : source de puissance



- P : température locale ou puissance introduite
- F1, F2, F3, F4 et F5 modèle de type "transfert" entre points.

## Conclusion

- Grande capacité de surveillance;
- Modèles de comportement électro-thermomécanique des assemblages;
- Conception de plusieurs capteurs intégrés avec leurs algorithmes de traitement associés.

- Nouveaux modules avec capteurs intégrés
  - Nouveaux capteurs de déformation et de température pour l'En de P;
  - EMI/EMC caractérisation.
- Estimation de la durée de vie.
- Meilleures connaissances du comportement.