



HAL
open science

Vieillissement des connexions dans les modules de puissance : vers une approche numérique multi-physiques

Guillaume Pellecuer, Jean-Jacques Huselstein, Thierry Martiré, François Forest, André Chrysochoos, Olivier Arnould

► To cite this version:

Guillaume Pellecuer, Jean-Jacques Huselstein, Thierry Martiré, François Forest, André Chrysochoos, et al.. Vieillissement des connexions dans les modules de puissance : vers une approche numérique multi-physiques. Journée des électroniques de puissance - GDR SEEDS, Mar 2022, Grenoble, France. 2022. hal-03624647

HAL Id: hal-03624647

<https://hal.science/hal-03624647v1>

Submitted on 1 Apr 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

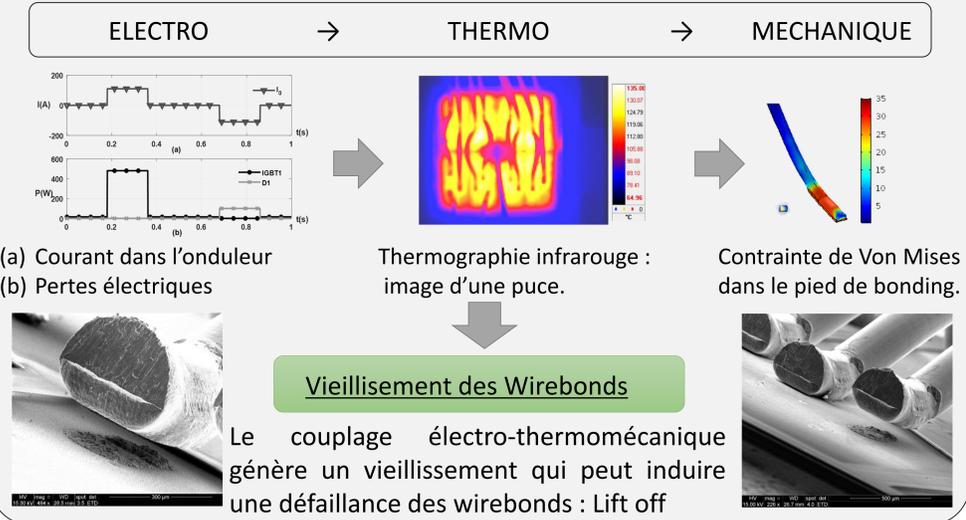
Vieillessement des connexions dans les modules de puissance : vers une approche numérique multi-physiques

Guillaume PELLECUER^{1,2}, Jean-Jacques HUSELSTEIN¹, Thierry MARTIRÉ¹, François FOREST¹, André CHRYSOCHOOS², Olivier ARNOULD²

¹IES, Université de Montpellier, CNRS UMR 5214, 830 Rue de St-Priest, 34095 Montpellier, France

²LMGC, Université de Montpellier, CNRS UMR 5508, 830 Rue de St-Priest, 34095 Montpellier, France

Contexte :



Mise en équation du problème :

$$P_{IGBT}(t) = D \cdot V_{CE}(t) \cdot i_c(t) + (E_{ON} + E_{OFF}) \cdot F_{dec}$$

$$P_{Diode}(t) = (1 - D) \cdot V_d(t) \cdot i_d(t) + E_R \cdot F_{dec}$$

Dissipation électrique : effet Joule

$$S = \frac{P_{IGBT1}}{V_{IGBT1}} + \frac{P_{IGBT2}}{V_{IGBT2}} + \frac{P_{Diode1}}{V_{Diode1}} + \frac{P_{Diode2}}{V_{Diode2}}$$

$$S = \rho C_p \frac{\partial \theta}{\partial t} - k \Delta \theta$$

Thermo-dilatation

$$\epsilon_{eij} = \epsilon_{ij} - \epsilon_{vp,ij}$$

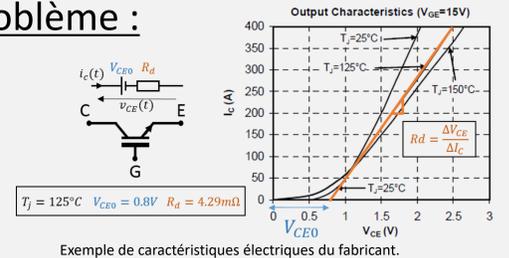
$$= \frac{1 + \nu}{E} \sigma_{ij} - \frac{\nu}{E} tr(\sigma) \delta_{ij} + \lambda_{the} \theta \delta_{ij}$$

$$f(\sigma, R(p, T)) = \sigma_{eq} - R(p, T) - \sigma_e$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\frac{3}{2} s_{ij} s_{ij}}$$

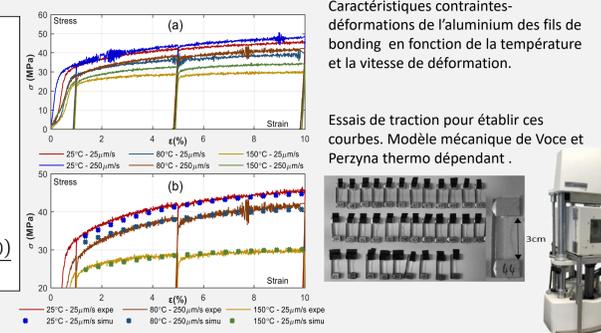
$$\dot{p} = \sqrt{\frac{2}{3}} (\dot{\epsilon}_{vp})_{ij} (\dot{\epsilon}_{vp})_{ij}$$

$$(\dot{\epsilon}_{vp})_{ij} = \frac{\langle f(\sigma, R(p, T)) \rangle^+ \partial f(\sigma, R(p, T))}{\eta \partial \sigma_{ij}}$$

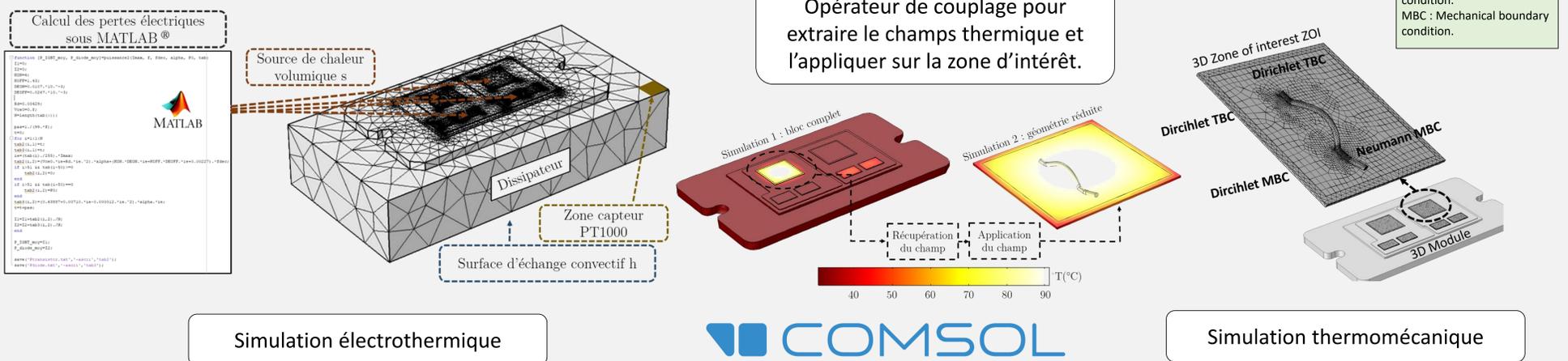


	Silicium	Brasure SnPb	Cuivre	Nitride d'aluminium
$k(W/m.K)$	130	30	400	170
$C_p(J/kg.K)$	1600	150	385	800

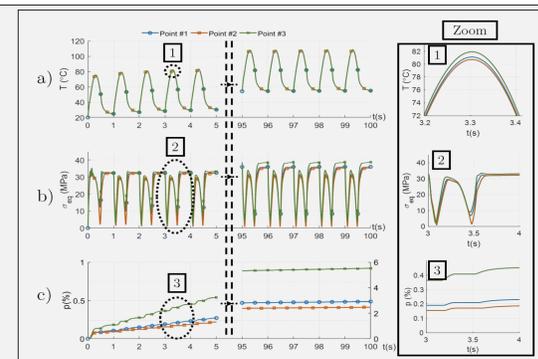
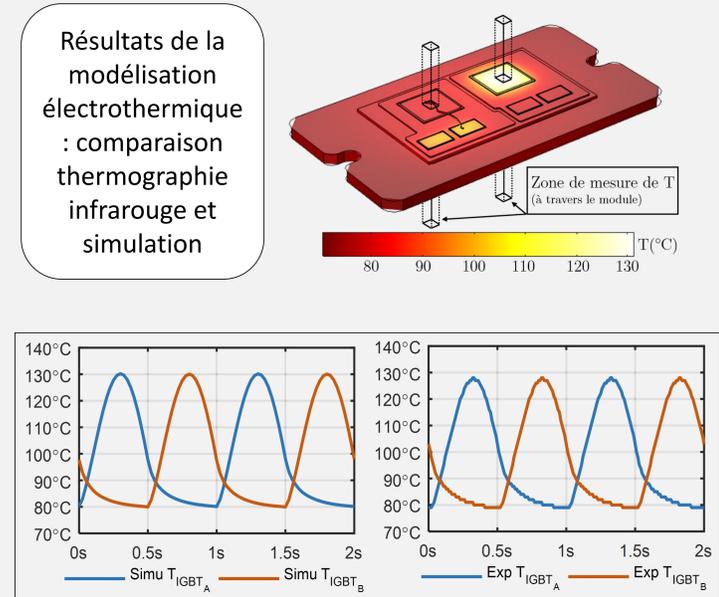
Grandeurs thermiques des éléments constitutifs d'un module de puissance..



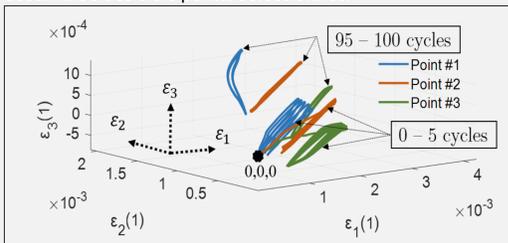
Principe de la simulation :



Résultats de la modélisation :



Évolution temporelle (a) de la température, (b) de la contrainte équivalente de von Mises, et (c) de la déformation viscoplastique accumulée des trois points sélectionnés.



Boucles de contraintes stabilisées de trois points sélectionnés dans l'espace des contraintes principales.

