

Introduction

Les tendances en électronique de puissance demandent un bon compromis entre de nombreux paramètres (Figure 1). Le dispositif étudié (Figure 2) s'inscrit dans le développement de modules de puissances d'onduleurs solaires. Le point faible de cette solution est le matériau d'interface thermique (Thermal Interface Material, TIM), situé entre le circuit imprimé (CI) et le dissipateur, qui doit évacuer la chaleur et isoler électriquement (3 kV minimum). Améliorer l'évacuation de la chaleur permettrait ainsi de redimensionner le système afin d'optimiser ce compromis.

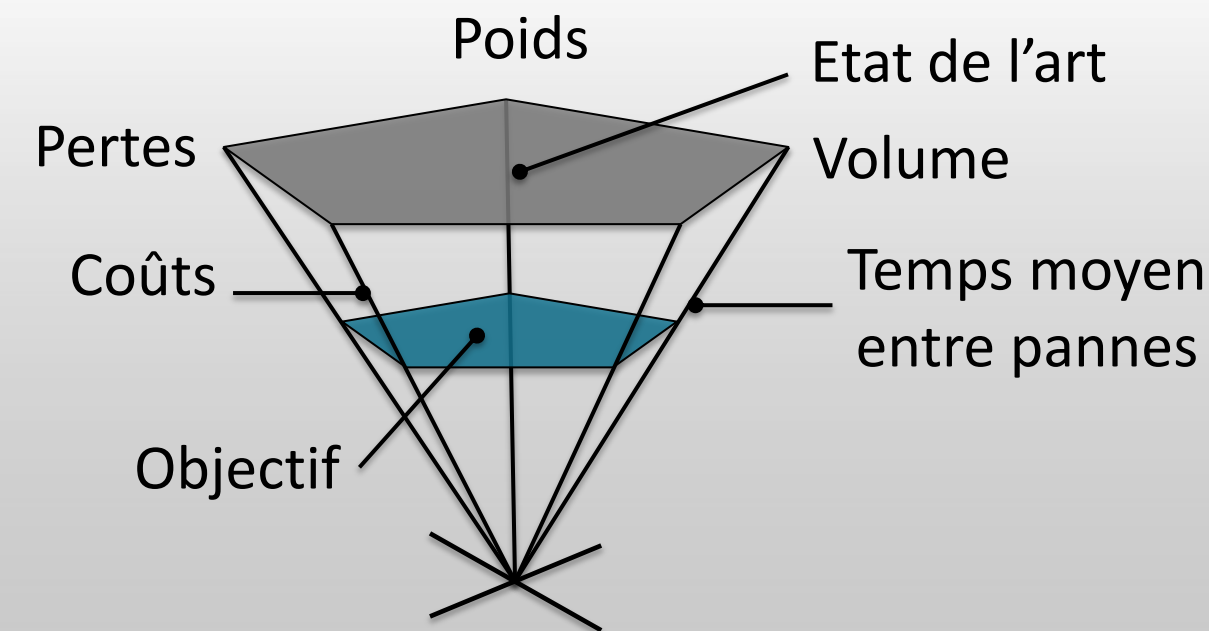


Figure 1 : Tendances en électronique de puissance (Doc. MERCE)

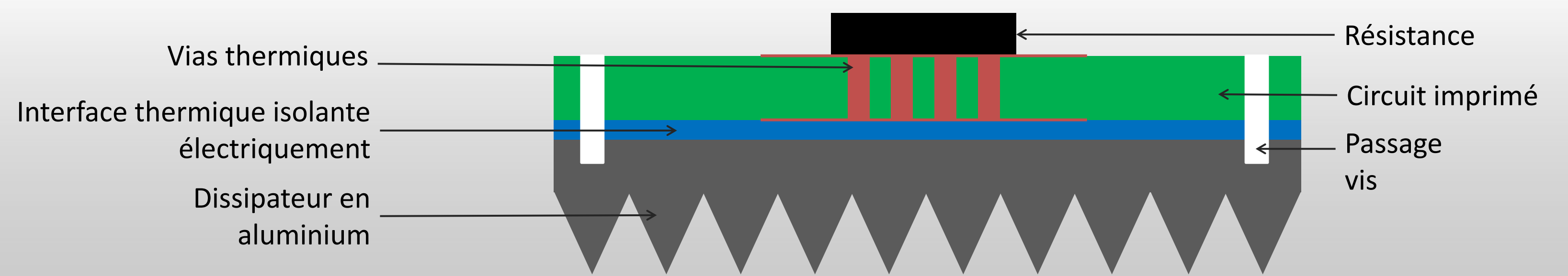


Figure 2 : Convertisseur de puissance (Doc. MERCE)

Objectif

Optimiser le système actuel en diminuant la résistance thermique (R_{th})

$$R_{th} = \frac{e}{\lambda \cdot S}$$

S: Surface

- Privilégier les matériaux à forte conductivité thermique (λ en $W.m^{-1}.K^{-1}$).
- Optimiser le contact aux interfaces.
- Minimiser l'épaisseur de l'interface (e en mm ou μm).

Stratégie de projet

Management de projet

Bibliographie -
Etude des
solutions du
marché

Evaluation
théorique des
solutions
existantes

Démarchage
auprès de
fournisseurs

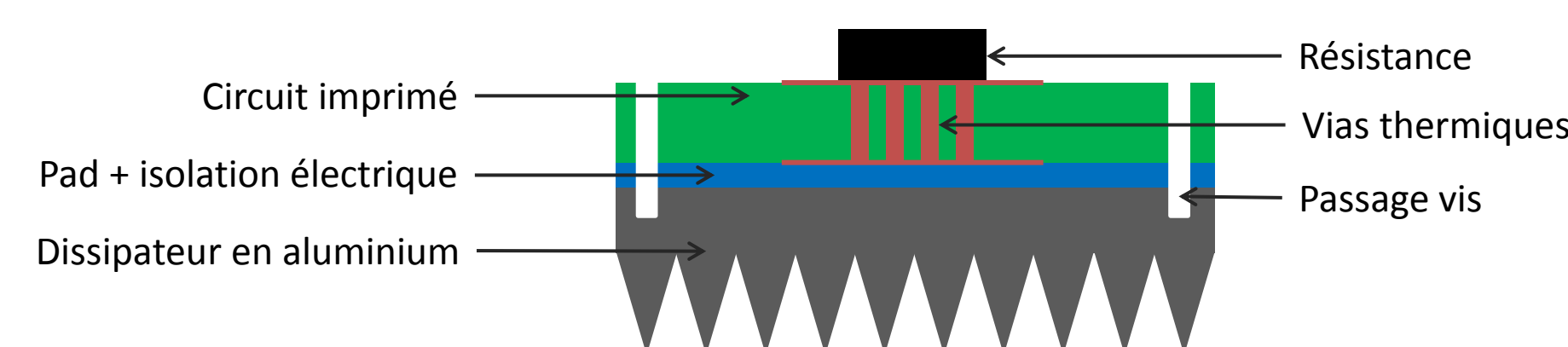
Réalisation
d'un banc
d'essai

Traitement des
résultats

Solution avec
le meilleur
compromis

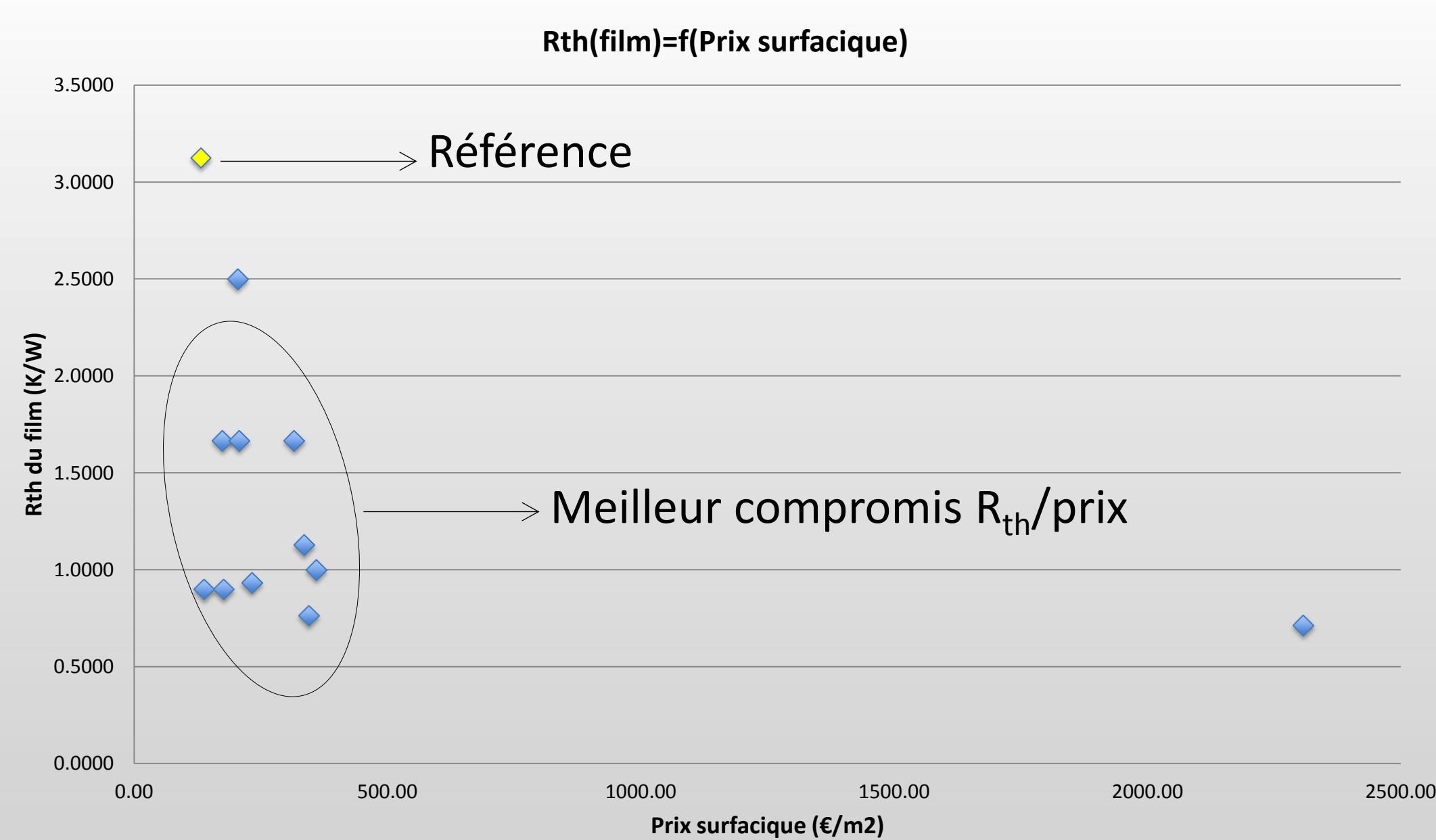
Axes d'étude et comparatif

① TIM feuille thermique de type Pad (conduction thermique + isolation électrique)

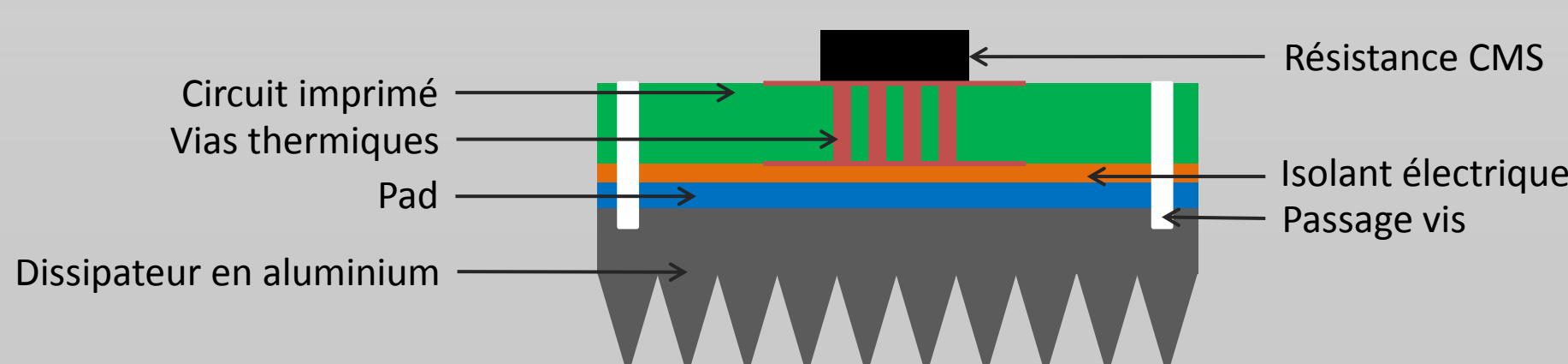


Front de Pareto :

Comparatif des Pad conducteurs thermiques et isolants électriques présélectionnés existant sur le marché.



② « Double TIM » : une couche thermiquement conductrice + une couche isolante électriquement (intégrée ou non au CI)



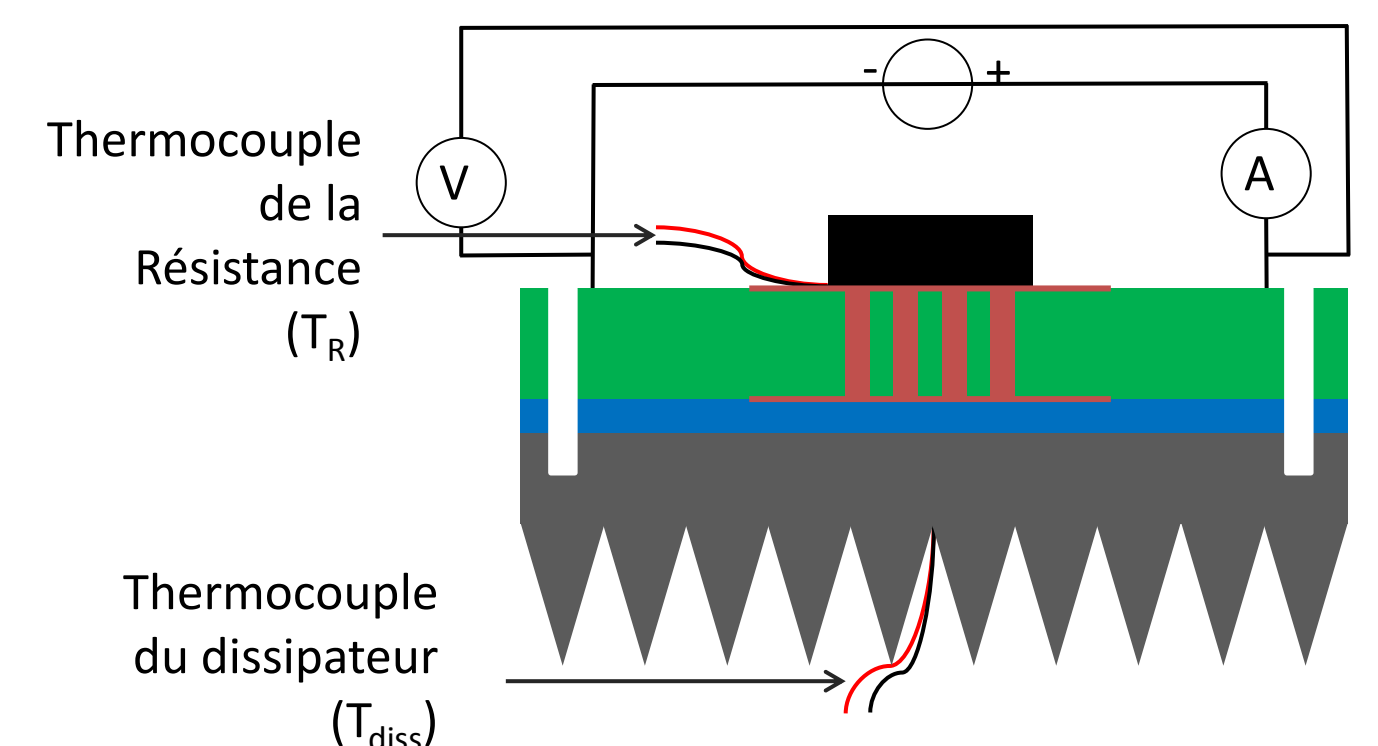
- Solutions « Doubles TIM » comparées au front de Pareto.

Expérimentation et résultats

Mesures des performances des solutions ayant le meilleur compromis (cf front de Pareto) :

$$R_{th} = \frac{T_R - T_{diss}}{Q}$$

$R_{th\ CI}$: Négligé
 $R_{th\ dissipateur}$: Négligé
 Q : Puissance électrique



Matériau	L37-5	LI 98 CN	GapPad 2w	GapPad 5w	SilPad 1500 ST	G 974	G 579	Hi-Flow 650P	Kapton	Kapton + SS360
Type de TIM	Référence	Pad	Pad	Pad	Pad	Pad	Pad	Trans. de phase	Isolant	Isolant + Pad graphite
R_{th} théorique (K/W)	3,13	0,90	2,50	1,00	1,11	1,52	1,66	0,93	2,08	2,64
R_{th} expérimental (K/W)	3,89	3,14	4,18	2,84	2,44	3,10	3,17	2,80	3,98	3,61

■ Référence ■ Perte de performance ■ Gain de performance

Résultats:

- ❖ Ecart entre théorie (à partir des valeurs des fournisseurs) et expérimental.
- ❖ Le GapPad 2w montre de moins bonnes performances que la TIM actuelle.
- ❖ Le SilPad 1500 ST est la TIM la plus performante (R_{th} le plus petit).
- ❖ La différence des R_{th} expérimentales du Kapton et du Kapton + SS360 démontrent l'importance d'un bon contact à l'interface entre CI et dissipateur.

Conclusion

L'amélioration du transfert thermique peut être réalisée en changeant la TIM actuelle par des solutions de type Pad plus performantes comme le montre l'expérimentation. Des solutions alternatives « Double TIM » sont envisageables mais demanderaient au préalable une évaluation expérimentale et financière.