

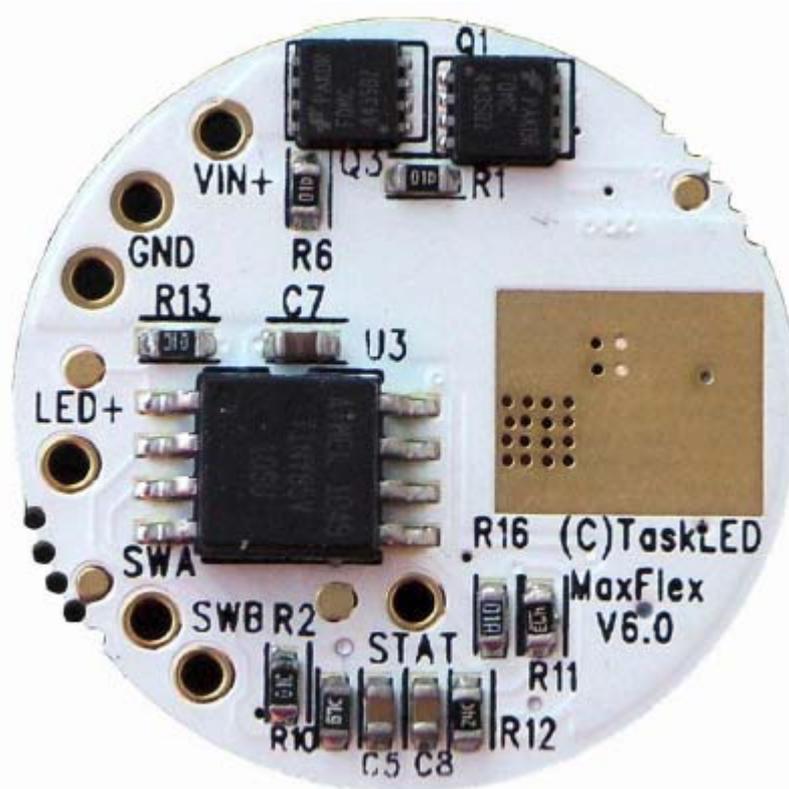
# Guide de régulation thermique pour maxFlex4, maxFlex5 et maxFlex6 (V1.2)

Ce document s'applique tout aussi bien au maxFlex5 ou au maxFlex6.

Depuis le maxFlex4, les pistes sont faites avec du cuivre d'épaisseur 2 oz (0.8 mm) et les plots ou les trous sont recouverts par électrodéposition d'une couche plus épaisse pour fournir une meilleure dissipation thermique de la platine PCB vers la zone dorée de refroidissement.

Sur le maxFlex5 ont été ajoutés, par rapport au maxFlex4, des changements mineurs de la valeur de certains composants pour lui permettre de délivrer une tension plus élevée (production maximum de 29V).

Le Maxflex6 utilise plusieurs transistors FETs de puissance (Q1 et Q3) pour élever la capacité de tension d'entrée à 24V (batteries Li-ion à 5 cellules). Le Maxflex6 nécessite une tension d'entrée minimum de 4V afin d'assurer un fonctionnement efficace.



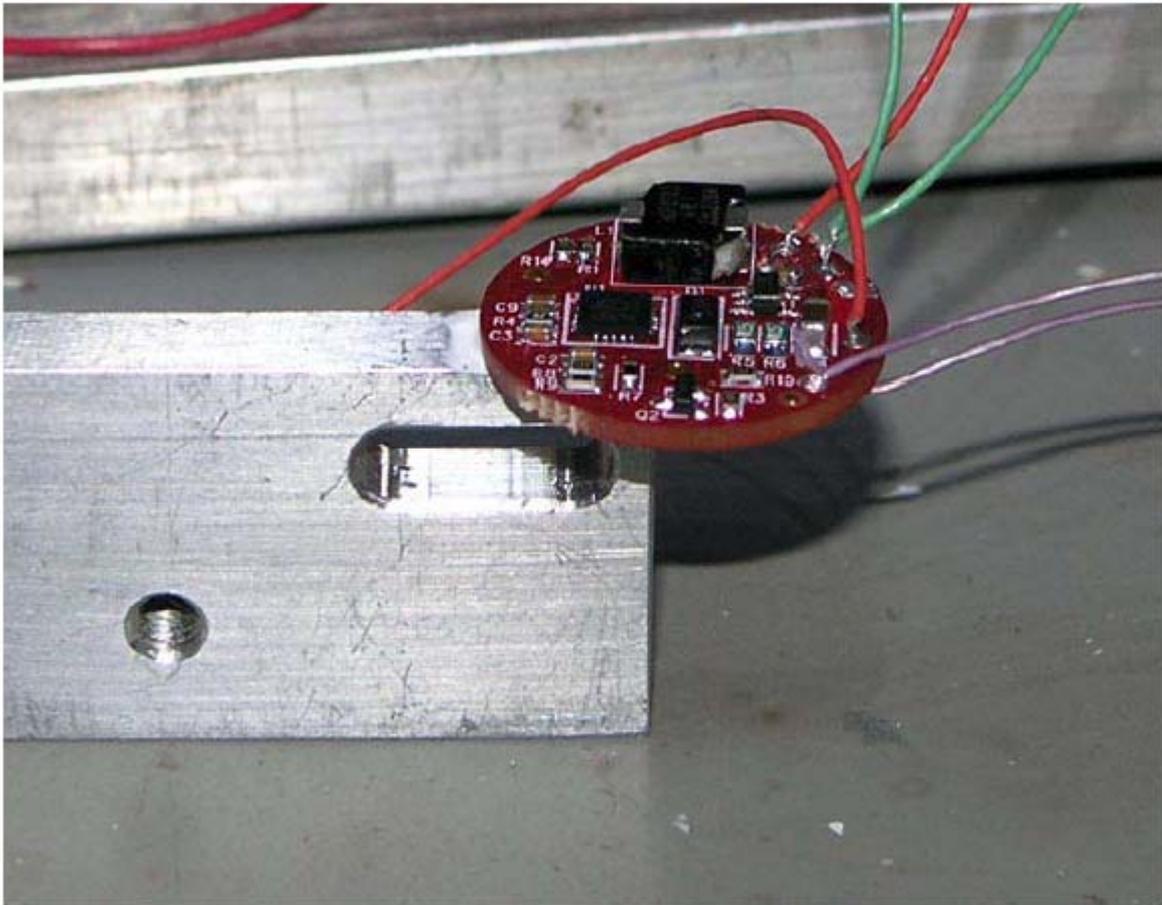
Avec la sortie du maxFlex4, son nouveau cuivre 2oz (0.8 mm) et ses trous plus épais (grâce à l'électrodéposition), un ensemble important de mesures thermiques a été effectué pour déterminer les diverses options de radiateur nécessaires suivant les niveaux de puissance utilisés. Un résumé et les conclusions de ces mesures sont indiqués ci-dessous.

La première étape est évidemment de monter le radiateur sur la zone dorée de refroidissement qui est disponible sur le côté inférieur de la carte PCB. Ce secteur doré est positionné directement sous le circuit Intégré et les 16 trous du fond du circuit intégré facilitent la conduction thermique entre le matériel de la carte PCB et ce secteur doré.

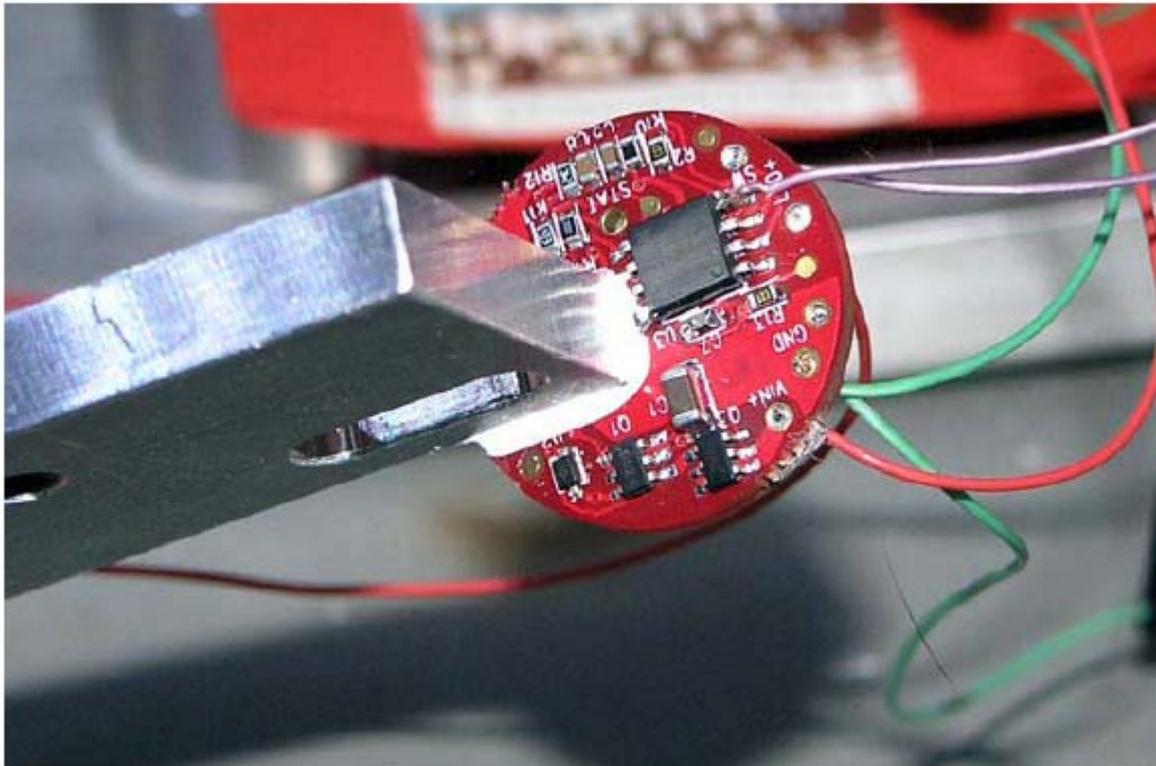
Le radiateur doit être fixé par une couche mince et uniforme de résine époxy thermique de haute qualité. L'époxy thermique devra être pressée afin d'assurer une mince couche sans bulles d'air qui gênent la dissipation thermique. L'Arctic Alumina époxy à 2 composants est recommandée en raison de sa neutralité électrique (conductivité et capacité nulles). Si pour tester la performance

de dissipation thermique, on lie un barreau d'aluminium à la zone dorée avec de la glu époxy Arctic Silver, (à l'argent et donc partiellement conductrice), il est nécessaire de veiller à ce qu'aucune bavure d'époxy ne court-circuite les composants voisins.

La photographie suivante montre un circuit maxFlex4 collé thermiquement avec de l'époxy Arctic Alumina sur un barreau d'aluminium.



La photographie ci-dessous montre comment la barre d'aluminium a étalé une partie de l'époxy thermique sur les côtés. C'est là que l'inertie électrique de l'Arctic Alumina est vraiment un avantage car elle a débordé sur plusieurs broches du Circuit Intégré (U3). S'il s'agissait d'époxy Arctic Silver, il aurait été nécessaire de nettoyer l'excédent d'époxy pour éviter tout problème.



Il est également important de souligner la nécessité que la couche d'époxy thermique soit aussi fine que possible et appliquée uniformément sans bulles d'air. La qualité de la liaison entre le radiateur et la zone de dissipation thermique dorée influera directement sur le gradient de température entre le Circuit Intégré et le radiateur et un lien de mauvaise qualité peut contribuer à la surchauffe du circuit. Avec ce type de refroidissement un essai de mesure de température a été réalisé à un niveau de puissance de sortie moyen.

### **Premier Essai :**

Ce premier test utilise une série de LEDs blanches alimentées à 1A. La Vf totale de la chaîne de LED était de 21V. Ce qui signifie un total de 21W de puissance de sortie.

La tension d'entrée a été fixée à 14V et le rendement global du driver a été mesuré à 93,4%. La puissance d'entrée a été mesurée à 22,5W. Le courant d'entrée a été mesuré à 1,61A.

La puissance dissipée par le conducteur était donc :  $22,5W - 21W = 1,5W$

Le tableau suivant montre la température de la carte conducteur par rapport au temps d'utilisation (mesurée avec un thermomètre IR et vérifiée avec un thermocouple).

<b>Time (min)</b>	<b>Température (°C)</b>
<b>0</b>	<b>20</b>
<b>1</b>	<b>35</b>
<b>2</b>	<b>40</b>
<b>4</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>41</b>
<b>9</b>	<b>41</b>
<b>13</b>	<b>41</b>
<b>30</b>	<b>41</b>
<b>40</b>	<b>41</b>

Comme on peut le voir, le driver s'échauffe rapidement jusqu'à une température de fonctionnement stable. La jonction fournit un cheminement suffisamment efficace à la chaleur et cela permet de stabiliser la régulation thermique.

#### **Deuxième essai :**

Le test suivant utilise la même série de LEDs blanches alimentées à 1A avec une  $V_f$  totale de 21V et une puissance de sortie de 21W.

La tension d'entrée a été fixée à 10.67V entraînant un courant d'entrée de 2,19A et un rendement de 90%. La puissance d'entrée a été mesurée à 23,3W

La puissance dissipée par le conducteur était donc :  $23.3W - 21W = 2.3W$

On peut constater que l'efficacité globale a chuté et les pertes par dissipation de puissance dans le conducteur ont augmenté considérablement. Cela est dû à une plus grande différence entre la tension d'entrée et celle de sortie mais aussi au courant d'entrée plus élevé.

Le tableau suivant montre la température de la carte conducteur par rapport au temps d'utilisation (mesurée avec un thermomètre IR et vérifiée avec un thermocouple).

<b>Time (min)</b>	<b>Température (°C)</b>
<b>3</b>	<b>41</b>
<b>4</b>	<b>41</b>
<b>7</b>	<b>41</b>
<b>12</b>	<b>41</b>
<b>17</b>	<b>41</b>
<b>20</b>	<b>41</b>

Comme on peut le voir, le driver s'échauffe rapidement jusqu'à une température de fonctionnement stable. La jonction fournit un cheminement suffisamment efficace à la chaleur et cela permet de stabiliser la régulation thermique.

### Troisième essai :

Le test suivant utilise la même série de LEDs blanches alimentées à 1A avec une  $V_f$  totale de 21V et une puissance de sortie de 21W.

La tension d'entrée a été abaissée à 9,7V entraînant un courant d'entrée de 2,54A et un rendement de 87%. La puissance d'entrée a été mesurée à 25W.

La puissance dissipée par le conducteur était donc de :  $24.6W - 21W = 3.6W$

On peut constater que l'efficacité globale a encore baissé et les pertes par dissipation de puissance dans le conducteur ont augmenté considérablement. Cela est dû à une plus grande différence entre la tension d'entrée et celle de sortie mais aussi à un courant d'entrée plus élevé.

Le premier essai de dissipation de la température a été effectué avec la même jonction d'un radiateur sur le secteur thermique doré, comme dans le premier cas.

Au bout de 8 minutes le conducteur a surchauffé, alors le Circuit Intégré a basculé en mode de défaillance et les LEDs se sont éteintes. Cet essai a été recommencé et par deux fois le driver s'est arrêté après 8 minutes. La température a continué à s'élever pendant toute la durée des 8 minutes et n'a jamais été stabilisée.

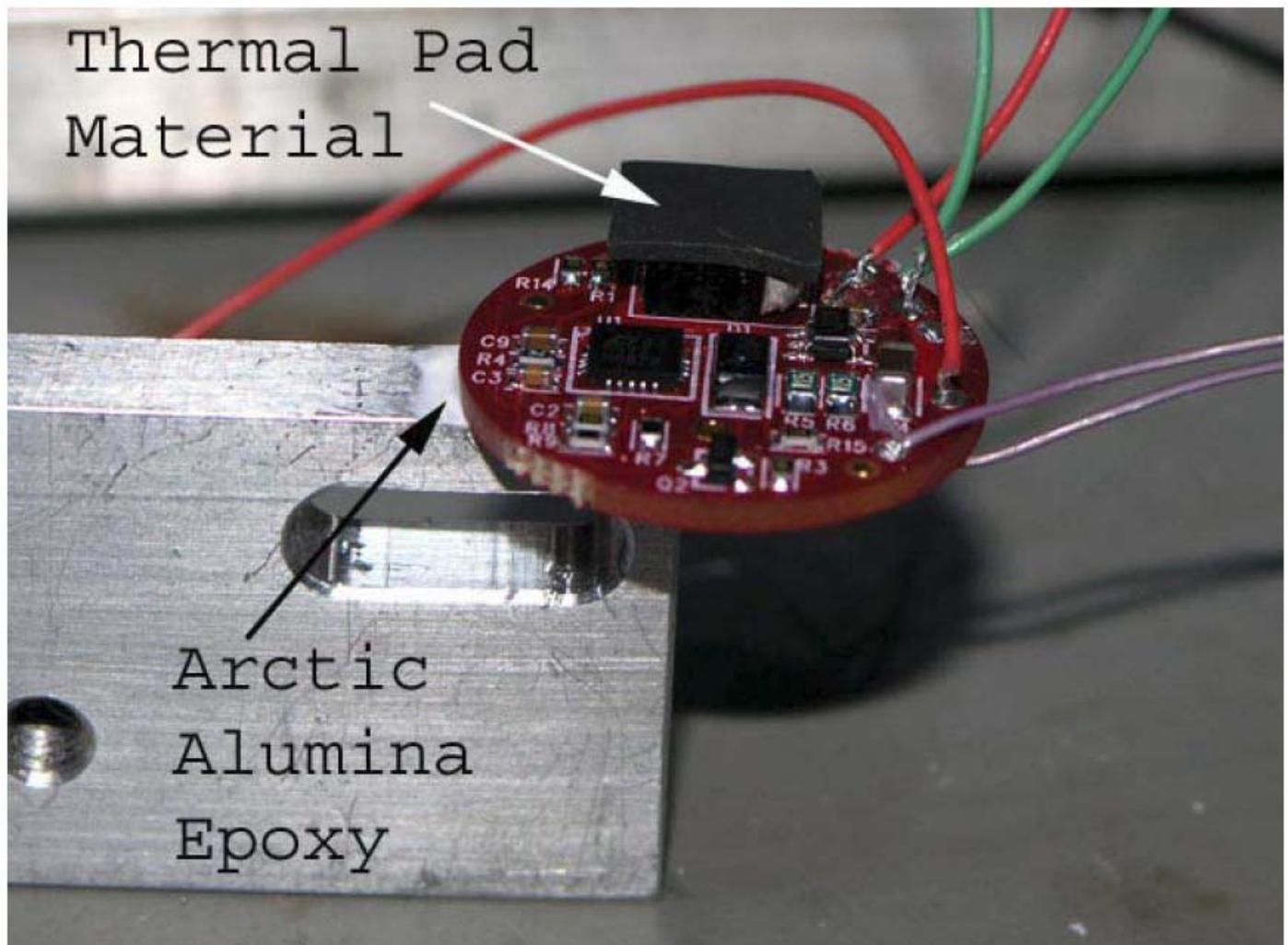
Ainsi, dans le cas d'une perte par dissipation de 3,6W, le radiateur collé sous le maxFlex4 est insuffisant pour permettre de stabiliser le refroidissement.

Les mesures prouvent que dans ce cas de dissipation extrême, l'inductance montait également en température, contribuait aux pertes totales et surchauffait le circuit.

Pour faire le quatrième essai il a donc été décidé d'ajouter un radiateur sur l'inductance afin de tester si cela aiderait à stabiliser la dissipation thermique.

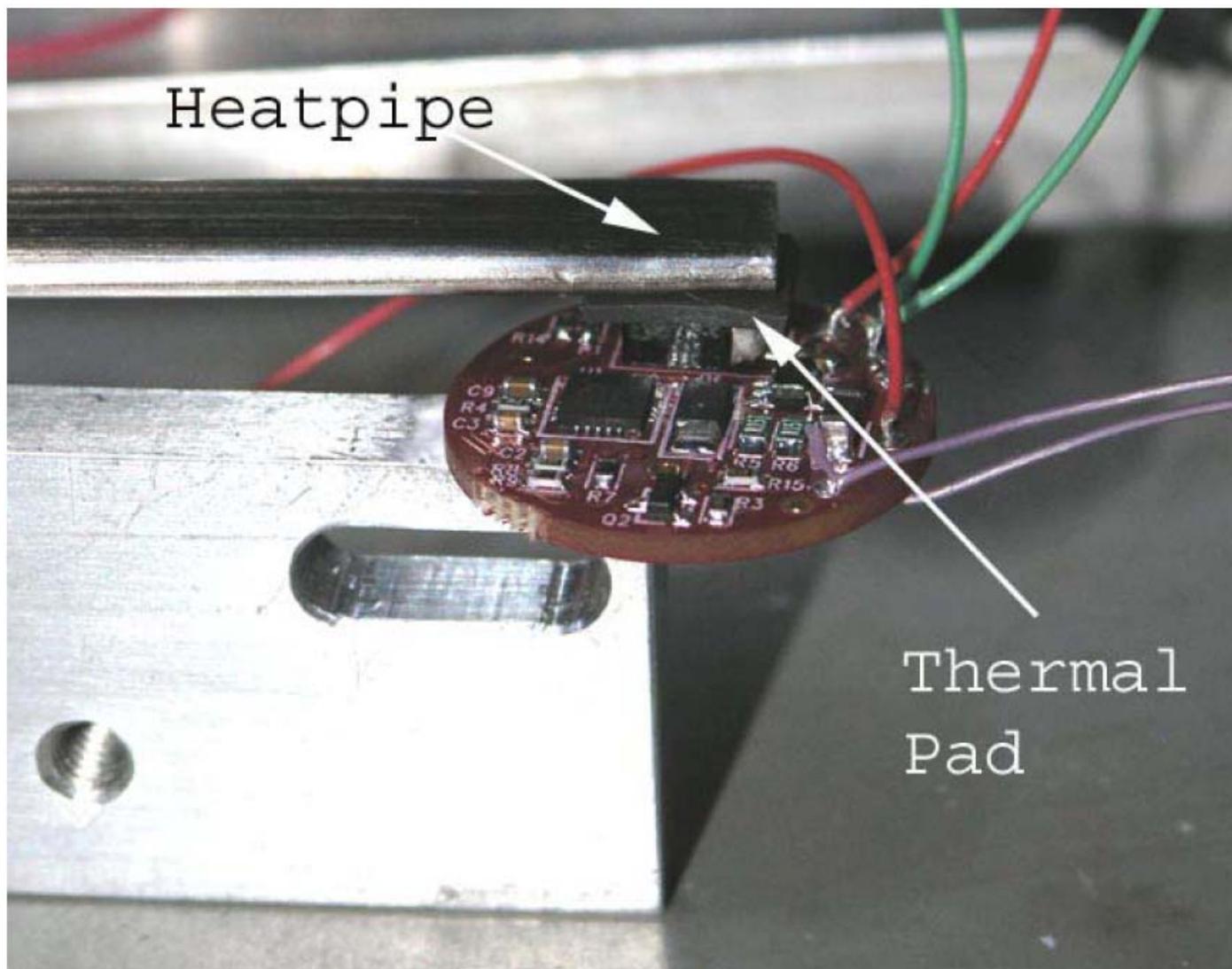
#### Quatrième essai :

La photographie ci-dessous montre comment le radiateur sera relié à l'inducteur pour ce quatrième essai. Un petit morceau de silicone thermique (neutre électriquement) est collé au-dessus de l'inductance. Rien n'a été changé à la liaison sur la zone dorée située sous le circuit.



Pour faciliter la mesure de la température par un thermomètre IR et un thermocouple, il a été décidé d'utiliser un caloduc pour transférer la chaleur du pad thermique de silicone jusqu'à un radiateur distant. Cela a également amélioré la dissipation thermique tout en réduisant au minimum l'encombrement au-dessus du circuit.

Cette photographie montre la mise en place du caloduc contre le pad de silicone. Une légère pression verticale a été appliquée afin d'assurer une connexion thermique correcte entre le caloduc, la protection thermique en silicone et le dessus de l'inducteur.



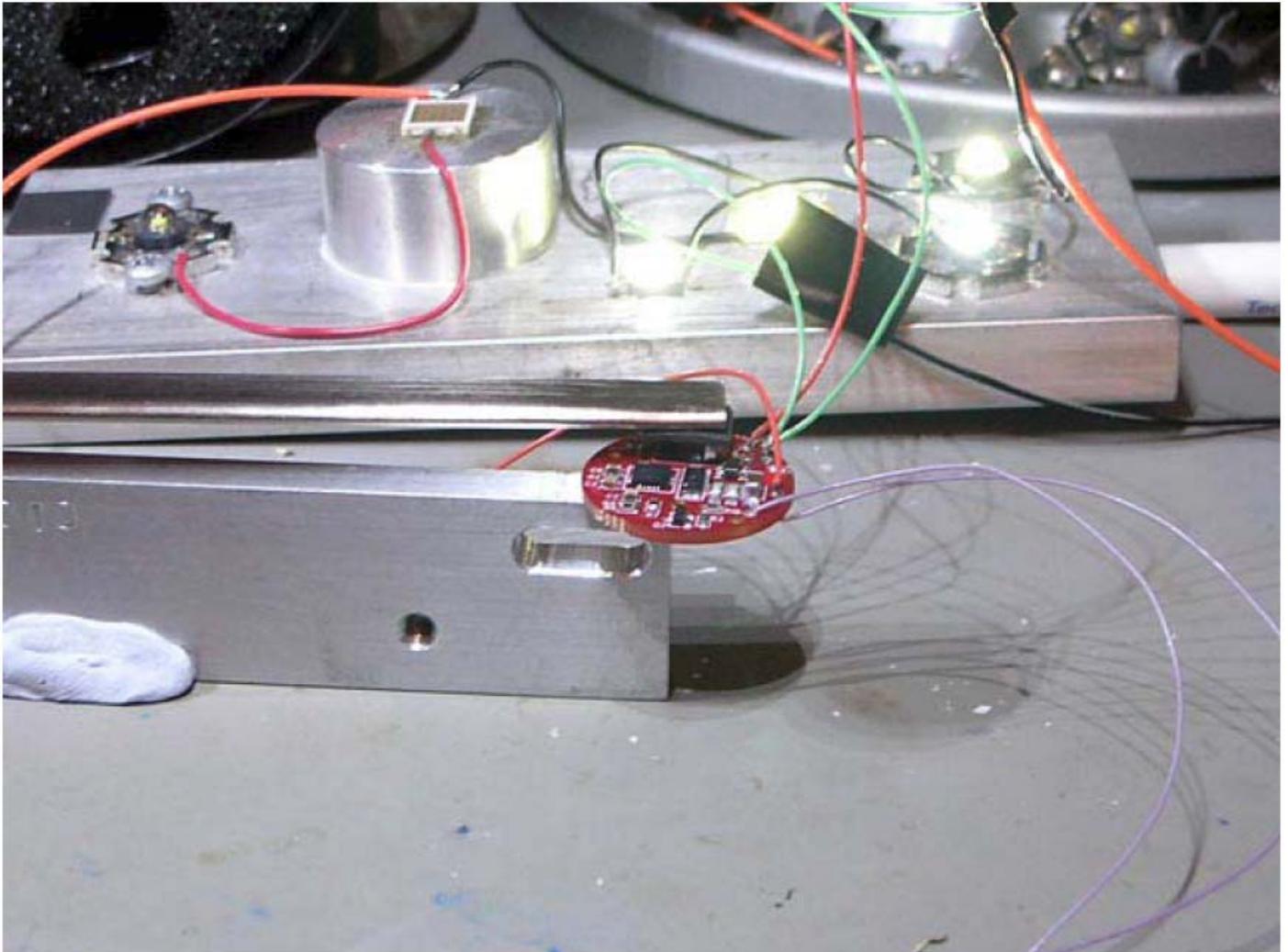
On a utilisé les mêmes conditions électriques qu'au cours du troisième essai et les valeurs de l'évolution de la température en fonction du temps ont été enregistrées. Les résultats apparaissent dans le tableau ci-dessous :

Time (min)	Température (°C)
0	20
2	36
5	41
8	41
14	43
22	43

Comme on peut le voir, la température se stabilise au bout de 5 minutes. La légère augmentation de la température (de 41°C à 43°C) était due à l'échauffement du radiateur lui-même. Cet essai a été exécuté à plusieurs reprises et la stabilisation s'est produite à chaque fois, même lorsqu'on a laissé fonctionner le circuit plus de 30 minutes.

La photographie suivante montre l'installation complète pour des pertes de chaleur de 3,6W et utilisant des connexions thermiques avec deux radiateurs :

- 1) un premier radiateur collé à la zone thermique dorée inférieure,
- 2) un second radiateur lié par l'intermédiaire du caloduc et du pad thermique en silicone au-dessus de l'inductance.



**En résumé :**

À une puissance et avec des dissipations thermiques de l'ordre de 2W, il suffit d'utiliser un seul radiateur collé au secteur thermique doré inférieur. À mesure que les pertes de chaleur augmentent au-delà de 2W, il sera nécessaire de fournir un radiateur à l'inductance pour empêcher un arrêt possible voire même la détérioration du circuit intégré.