

# ETUDE NUMERIQUE ET EXPERIMENTALE DES DISSIPATEURS THERMIQUES COMMERCIALISES DANS L'INDUSTRIE ELECTRONIQUE

**Driss Meddah Medjahed<sup>1</sup>, Houari Ameer<sup>1</sup>, Ahmed Guessab<sup>2</sup>, AbdelKader Aris<sup>2(\*)</sup>**

1. Institut des Sciences et Technologie, Centre Universitaire de Naâma, Algérie  
2. Laboratoire LaRTFM, Département de Génie Mécanique, ENP d'Oran, Algérie

(\*) Auteur correspondant : arisaek@yahoo.fr

## RESUME

Plusieurs études numériques et expérimentales de transfert de chaleur par convection forcée à travers des ailettes verticales ont été réalisées. La modélisation 3D est effectuée par les logiciels solidworks et floworks et les techniques expérimentales de mesure par caméra infrarouge sont déployées.

Les résultats obtenus montrent que la géométrie de l'ailette influe considérablement sur le champ thermique et le transfert de chaleur est nettement amélioré

## INTRODUCTION

Nous présentons une modélisation des dissipateurs thermiques utilisés dans le refroidissement des circuits électroniques. Nous nous sommes basés sur le calcul des résistances thermiques et la température maximale de la base du dissipateur; Nous avons commencé par une géométrie préliminaire (standard) et par la suite nous avons fait des modifications sur cette géométrie pour trouver la forme optimale qui donne un bon transfert thermique. Des dissipateurs thermiques commerciaux de différents types ont été utilisés (4 types); nous avons réalisé les modèles 3D de ces dissipateurs avec le logiciel de DAO Solidworks, et pour la simulation, nous avons utilisé le logiciel floworks. Dans la phase qui suit, nous avons confronté l'étude numérique et expérimentale pour comparaison des résultats

## 2 ETUDE NUMERIQUE

### 2.1 Comparaison entre quatre modèles des dissipateurs

Nous avons commencé par les quatre modèles couramment utilisés dans l'industrie électronique.

Les données citées dans le tableau (1) sont utilisées pour chaque modèle dans l'environnement virtuel (numérique).

Matière du dissipateur	Aluminium ( $\rho = 2688.9 \text{ Kg/m}^3$ )
Fluide	Air
Température ambiante	300K
Vitesse (ventilateur)	4400 Tr/min
Température superficielle	350K

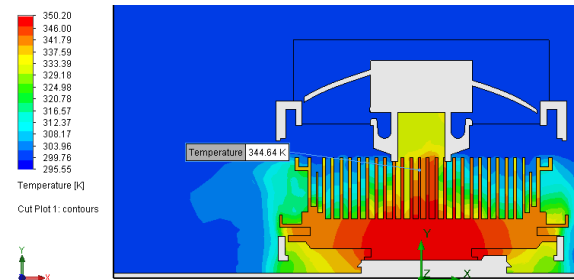
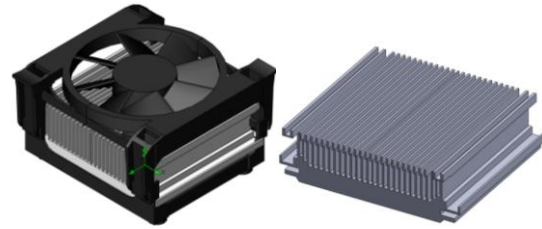
*Tableau.1 : Conditions opératoires*

Nous avons trouvé les résultats sous forme de contours de températures de chaque modèle (fig.1, 2 et 3), et la température calculée dans des points précis, parce que ceux seront des points de calcul par la suite dans l'étude expérimentale.

### 2.1.1 Dissipateur de géométrie simple «D1»

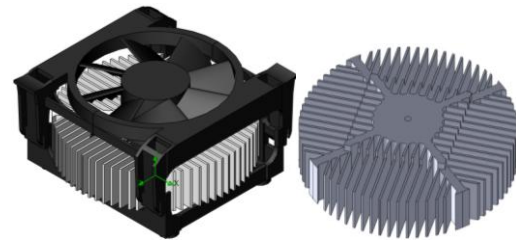
Poids : 239 grammes ; Nombre d'ailettes : 28

Longueur : 80 mm ; Largeur : 80 mm; Epaisseur : 28 mm



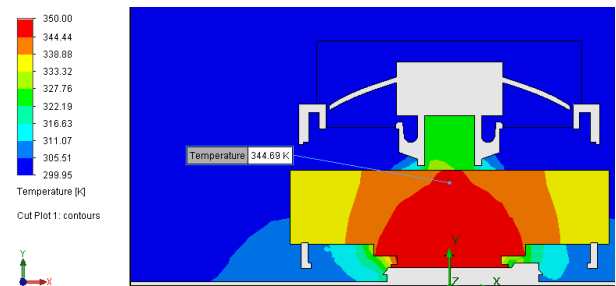
*Fig.1: Contours de température dans le dissipateur D1*

### 2.1.2 Dissipateur de grande géométrie ronde «D2»



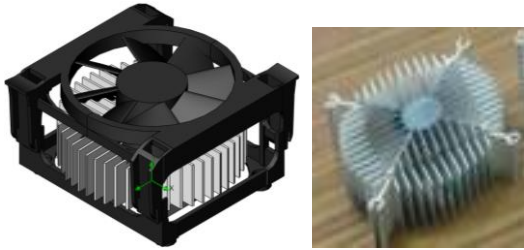
Poids : 172 grammes ; Nombre d'ailettes : 60

Diamètre : 95mm ; Epaisseur : 25 mm



*Fig.2 : Contours de température dans le dissipateur D2*

### 2.1.3 Dissipateur de petite géométrie ronde «D3»



Poids : 98 grammes ; Nombre d'ailettes: 44  
Diamètre : 84 mm ; Epaisseur : 25 mm

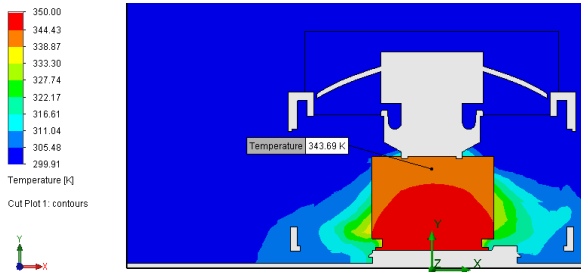
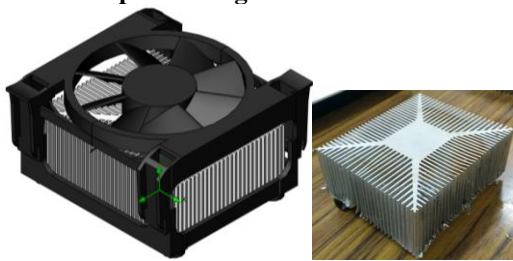


Fig.3 : Contours de température dans le dissipateur D3

### 2.1.4 Dissipateur de géométrie mixte «D4»



Poids : 312 grammes ; Nombre d'ailettes : 112  
Longueur : 82 mm ; Largeur : 68 mm ;  
Epaisseur : 28 mm

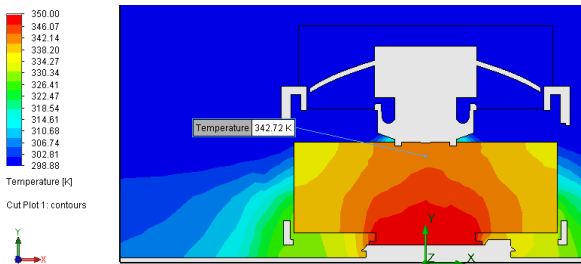


Fig.4 : Contours de température dans le dissipateur D4

Après avoir obtenu ces contours de température pour chaque modèle, nous pouvons dire que le dissipateur D4 (dissipateur avec géométrie mixte, Fig.4) est le meilleur, parce que la zone rouge ( $T=350$ ) est plus petite (moins étendue) par rapport aux autres et aussi, la température au point de repère est minimale ( $T=342K$ ). Les autres dissipateurs presque avec la même température dans les points de repères mais avec une grande zone rouge de température maximale ( $T=350K$ ).

## 3. ETUDE EXPERIMENTALE

L'objectif de l'étude expérimentale est à la fois de valider les modèles numériques et de comparer l'efficacité des différents dissipateurs commerciaux. La source chaude (3) est alimentée par une source de puissance variable (7), nous avons changé à chaque fois le dissipateur (2) selon le mode d'expérience (fig.5). 1 : point de repère ( $T_{Dissipateur}$ ) ; 2 : dissipateur ; 3 : source chaude ; 4 : caméra infrarouge ; 5 : PC/traitement des données ; 6 : Ventilateurs de refroidissement ; 7 : Source de puissance variable ; 8 : Alimentation électrique ; 9 : Carte mère

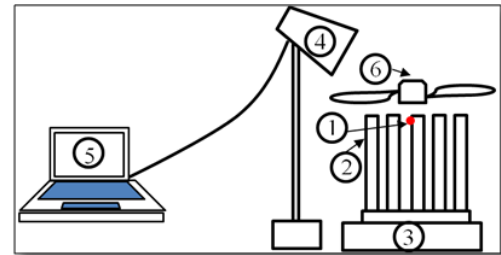
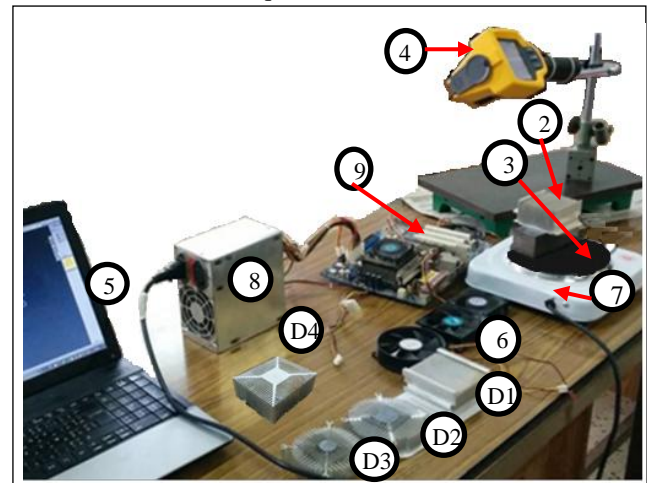


Fig.5 : Banc d'essai expérimental

Les mesures thermiques sont réalisées par thermographie infrarouge à l'aide d'une caméra thermique (4) de type FLUK Ti10 permettant d'observer et d'enregistrer les valeurs de température ( $T_{dissipateur}$ ) dans le point (1).

Le dissipateur et la source chaude sont collés avec une pâte thermique (Figure 6).

Les ventilateurs (6) sont alimentés par une carte mère (9) pour assurer la vitesse de rotation réelle dans le micro-ordinateur. L'alimentation électrique (8) assure l'alimentation de la carte mère (9).

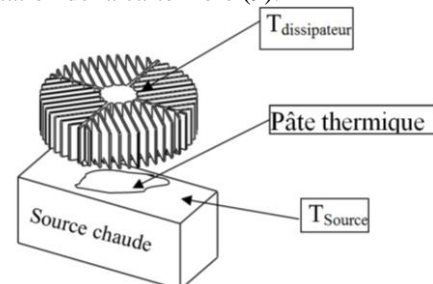


Fig.6 : Collage de dissipateur sur la source chaude

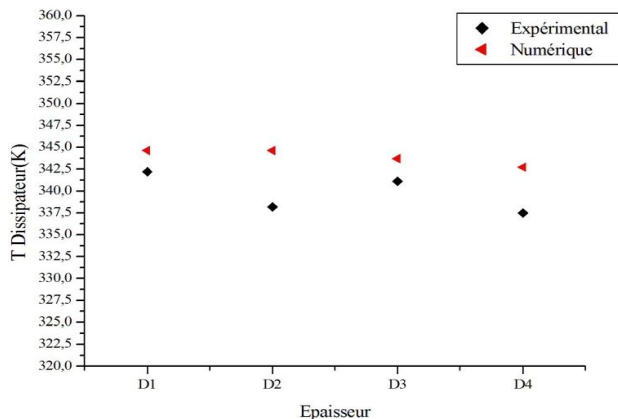
### 3.1 Comparaison entre quatre modèles de dissipateurs

A chaque expérience, un dissipateur est posé au-dessus de la source chaude ; l'ensemble est refroidi à l'aide des différents ventilateurs. La source de chaleur de puissance variable est réglée et la caméra est dirigée vers le point ( $T_{source}$ ) pendant quelques minutes jusqu'à la stabilité de la température ( $T_{source} = 350K$ ). Nous changeons la direction de la caméra vers le point de repère ( $T_{Dissipateur}$ ) ; les valeurs sont portées dans le tableau(2):

Dissipateur	D1	D2	D3	D4
Poids Dissipateur (Gramme)	239	172	98	312
$T_{Source}$	350	350	350	350
$T_{Dissipateur}$ (expérimentale)	342.2	343.2	341.1	337.5
$T_{Dissipateur}$ (numérique)	344.64	344.69	343.69	342.72

**Tableau.2 :** Différents types des dissipateurs et conditions d'expérience

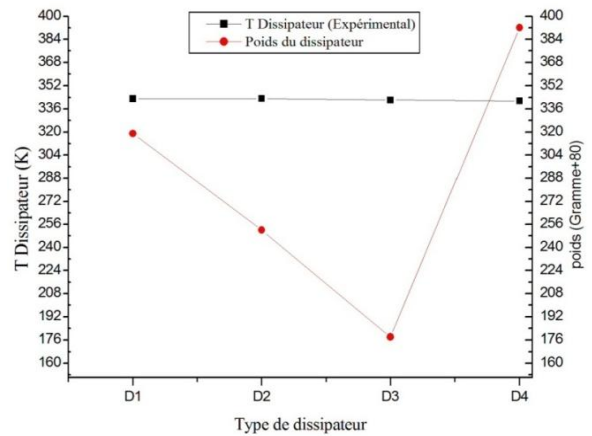
Le figure (7) établit la comparaison entre les résultats numériques et expérimentaux :



**Fig.7 :** Comparaison entre résultats numériques et expérimentaux de la première expérience

Si la valeur  $T_{Dissipateur}$  pour un certain dissipateur est minimale, on peut dire qu'il y'a un bon refroidissement, donc ce dissipateur est considéré comme optimal. Cependant, pour prendre la décision finale; lequel est le bon dissipateur ? Nous avons tracé le graphe (figure 8) qui donne une comparaison entre les températures et les poids pour chaque dissipateur.

Il est clair que le dissipateur D4 réalise un bon transfert de chaleur mais il est très lourd que les autres. Mais puisque le dissipateur D3 est très léger et nous donne une basse température, Donc, il est choisi en tant meilleur dissipateur optimal.



**Fig .8.** Comparaison entre températures et poids des dissipateurs

### 4. Conclusion :

Une étude numérique et expérimentale a été effectuée. Dans la première partie numérique, nous avons posé les dissipateurs dans les mêmes conditions (Température ambiante= 300K et la source chaude 350K) et nous avons fait une comparaison des différents types de dissipateurs. Le meilleur dissipateur est sélectionné en prenant en considération le bon transfert de chaleur, puis dans la seconde partie, nous avons gardé le bon dissipateur en réduisant à chaque fois sa longueur. Le meilleur choisi est avec des ailettes de 19 mm d'épaisseur.

Dans la deuxième partie, nous avons refait expérimentalement les mêmes étapes de l'étude numérique et avons tracé les graphes correspondant. Une comparaison entre les deux études, fait ressortir le dissipateur D3 comme le meilleur des dissipateurs étudié.

### 4. BIBLIOGRAPHIE :

- [1]A. Guessab, A. Aris, D.M. Medjahed : Numerical Study of a Heat Sink with Copper Core. The 4th International Conference of the Thermal Sciences (AMT'2016). 19-20th April 2016. Meknès (Morocco).
- [2] A. Aris, D.M. Medjahed, A. Guessab : Numerical analysis of micro fin heat sink with variable parameters. International Conference on materials & energy : ICOME'16, 17-20mai 2016, La Rochelle, France.
- [3]A. Capozzoli, G. Primiceri, Cooling systems in data centers: state of art and emerging technologies, Energy Procedia 83 (2015) 484–493.
- [4]H. Safikhani, H. Dolatabadi, Multi-objective optimization of cooling of a stack of vertical minichannels to forced convection, Appl. Therm. Eng . 96 (2016) 144–150.
- [5] M. K.Subha, R. M. John, Optimization of Fin Heat sink Design in Forced Convection: Single and Multiple Heat Sink, Interpack, pages : 350-369, 2003.