

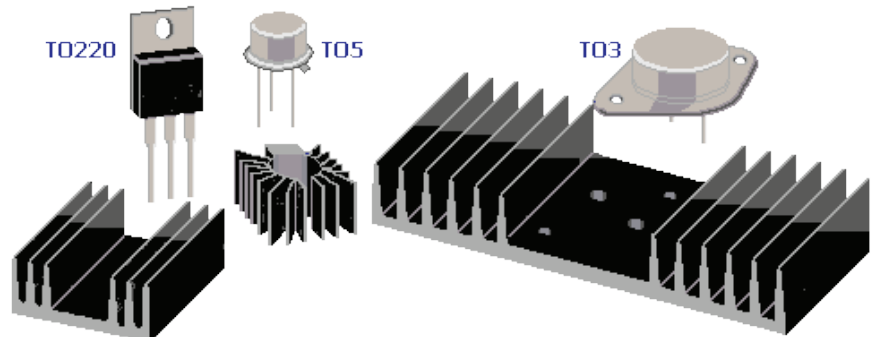
Les dissipateurs thermiques (heat sink)

I/ Présentation

On appelle dissipateur thermique (encore appelé refroidisseur ou radiateur ou heatsinks) tout dispositif placé sur un boîtier de composant qui a pour rôle de faciliter le refroidissement d'un semi-conducteur.

Par effet Joule, un semi conducteur est amené à dissiper de la chaleur lorsque ce dernier est parcouru par un courant sous une tension donnée. ($P = U \cdot I$)

L'échauffement par effet joule peut amener la destruction du silicium si la température de la puce (die) atteint des valeurs trop importantes car l'énergie calorifique produite n'est pas correctement évacuée vers l'air ambiant par convection naturelle à travers du boîtier.



Le but du dissipateur est d'augmenter la surface de contact du boîtier du composant avec l'air ambiant en améliorant ainsi l'évacuation de la chaleur et donc facilitant les échanges thermiques

Note : Il est bien entendu que le dissipateur doit être donc mécaniquement et thermiquement en contact avec le boîtier du composant.

II/ Critère de choix du dissipateur.

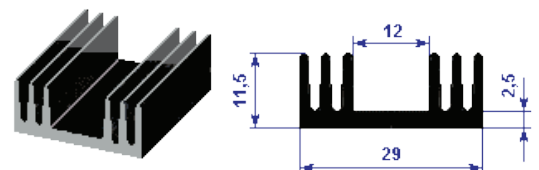
Pour choisir un dissipateur deux critères de choix sont à prendre en compte :

► **La forme du dissipateur** : Il existe des dissipateurs adaptés à chaque forme de boîtier. (exemple ci-contre d'un dissipateur adapté à un boîtier TO220) [Voir d'autres exemples en annexe].

► **Sa résistance thermique** : Elle s'exprime en degrés par Watt et définit les performances thermiques du dissipateur. Plus elle est petite, meilleur est le dissipateur.

A noter : D'autres critères rentrent en compte dans le choix comme par exemple l'encombrement (un dissipateur c'est « vite gros »), son type de montage (clipsage, vissage, collage) et son prix.

Longueur = 37,5 mm - Rth = 8°C/W



III/ Calcul du dissipateur (résistance thermique maximale)

« l'effet frite » :



Pour mieux appréhender la notion de « résistance thermique » permettons nous une petite analogie que tout le monde a probablement vécu dans sa vie : La première frite sortie du panier à frite.

Vous faites des frites à la friteuse, vous les sortez du bain d'huile à 180°C, vous les laissez refroidir un instant, les frites sont là dans votre panier, bien tentantes, sous vos yeux ébaillis (oui j'en rajoute un peu). Vous en saisissez une, elle est tiède à un peu chaude au contact (comme vous les aimez, si si) , vous la croquez à pleine dent et là.... (ui vous connaissez la suite...ca sent le vaicu...) : vous vous brûlez car à l'intérieur celle-ci ne s'est pas encore refroidit suffisamment et elle est brûlante. La chaleur à la périphérie de la frite s'est plus rapidement dissipée

qu'au cœur de celle-ci.

Pourquoi ? Parce que la frite, comme tout corps, offre une certaine "résistance thermique". Ce qui fait que la chaleur ne se propage pas instantanément du cœur vers l'extérieur.

Cet effet est identique pour les semi-conducteurs : le cœur de la puce chauffe, mais la chaleur se propage pas toujours instantanément du cœur (die) vers l'extérieur du boîtier.

En fonctionnement, la température de la puce est toujours **beaucoup plus élevée** que la température du boîtier.

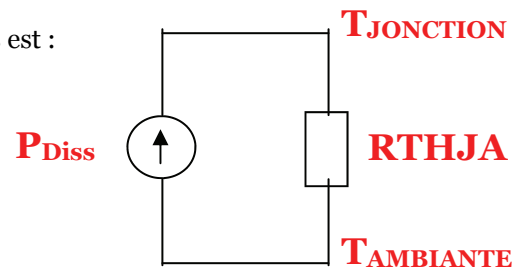
La résistance thermique :

Une résistance thermique s'exprime en "degrés Celsius par watt" (°C/W).

La puissance dissipée par effet joule s'exprime en Watts.

La formule de base à utiliser pour le refroidissement des semi-conducteurs est :

$$P_{Diss} = \frac{T_{JONCTION} - T_{AMBIANTE}}{R_{THJA}}$$



Avec :

▶ P_{Diss} est la puissance (en W) à dissiper. Elle dépend de l'utilisation du composant, et donc du montage.

▶ $T_{JONCTION}$ et $T_{AMBIANTE}$ sont les températures (en °C) entre les points extrêmes du système de dissipation :
-> $T_{JONCTION}$ correspond à la température de la jonction à ne pas dépasser pour éviter la destruction de la puce (donnée dans la doc constructeur du composant : **c'est une valeur maximale.**)

-> $T_{Ambiante}$ correspond à la température ambiante de la pièce ou est situé le composant. Sauf indication contraire, on s'entend à prendre 25°C comme valeur traditionnelle.

▶ R_{THJA} est la somme des résistances thermiques qui constitue la chaîne de dissipation thermique entre la jonction et l'air ambiant (données par les docs constructeur des composants et des dissipateurs).

Note : On peut remarquer par analogie avec la loi d'Ohm : P_{Diss} serait l'intensité, $(T_{JONCTION} - T_{Ambiant})$ la tension et R_{th} la résistance.

Calcul du dissipateur

En général le calcul du dissipateur consiste à déterminer la résistance thermique maximale à ne pas dépasser pour conserver une température de jonction inférieure à la valeur donnée par le constructeur du composant et qui est de l'ordre de 125 à 150°C pour une puissance de fonctionnement P_{Diss} donnée par les conditions du montage.

Voici les informations que l'on peut retrouver dans les documentations constructeurs :

T_{j max}	Température de jonction maximum (en °C)
T_a	Température ambiante (en °C). C'est généralement la température à l'intérieur du coffret. On utilise souvent une valeur de 50 °C (25°C en air ambiant)
P_{D max}	Puissance maximum pouvant être dissipée (en W) [calculé dans le cadre de l'application ou à défaut la puissance maximale que peut dissiper le composant (valeur donnée dans la documentation constructeur)]
Θ_{JC}	Résistance thermique entre jonction et boîtier (JC = jonction/case, en °C/W)
Θ_{CA}	Résistance thermique entre boîtier et air ambiant (CA = case/air, en °C/W)
Θ_{JA}	Résistance thermique entre jonction et air ambiant(°C/W). Elle représente la somme des deux résistances précédentes, et s'applique lorsqu'il n'y a pas de dissipateur.
Θ_{CS}	Résistance thermique entre boîtier et dissipateur (CS = case/heat sink, en °C/W). dépend du type de montage : avec ou sans isolant, avec ou sans pâte thermique, ...
Θ_{SA}	Résistance thermique entre dissipateur et air ambiant (°C/W). C'est la caractéristique thermique du dissipateur à laquelle il a été fait allusion plus haut. C'est généralement cette valeur qu'on calcule.

Exemples d'applications :

Supposons que nous ayons conçu une alimentation stabilisée à base d'un régulateur de la série 78xx. La tension maxi en entrée du régulateur est de 16 V. Le courant maxi débité est de 1A, et la tension stabilisée est de 12 V.

La puissance maxi dissipée est donc de $(16 - 12) \times 1 = 4 \text{ W}$

La fiche de caractéristiques du 7812 utilisé indique les valeurs suivantes :

Boîtier	TO 220
T _{j max}	150 °C
P _{D max}	Internally limited (donc, on ne sait pas)
Θ _{JC}	Typique : 3 °C/W - Max : 5 °C/W
Θ _{JA}	Typique : 60 °C/W - Max : 65 °C/W

Questions :

a) **Pouvons-nous nous passer de dissipateur ?**

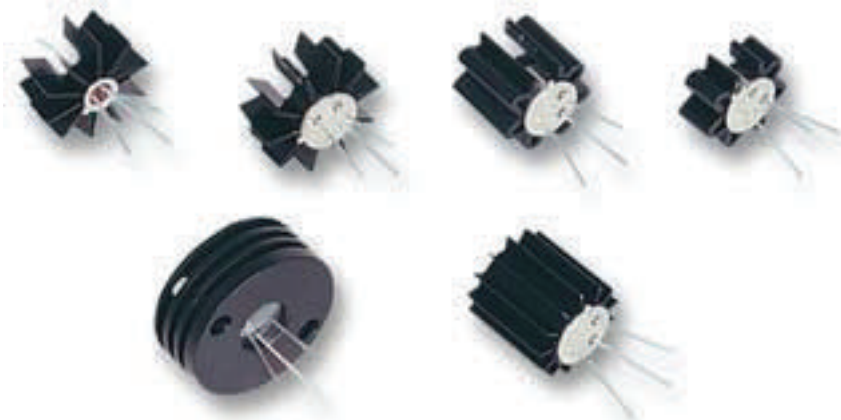
b) **Si un dissipateur est nécessaire quel doit être sa résistance thermique maximale ?**



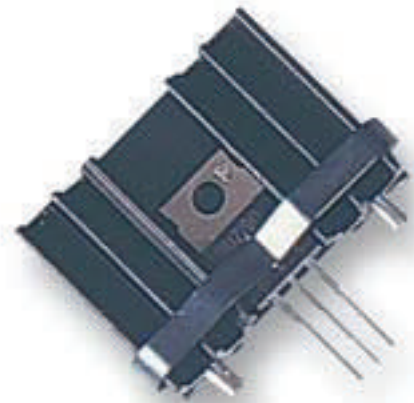
Type de boîtier: TO-3 - Résistance thermique: 5.5°C/W



Type de boîtier: DIL-8, SSOP-20/24/28, TSSOP-24/28/38
- Résistance



Type de boîtier: TO5 - Résistance thermique: 45.2°C/W



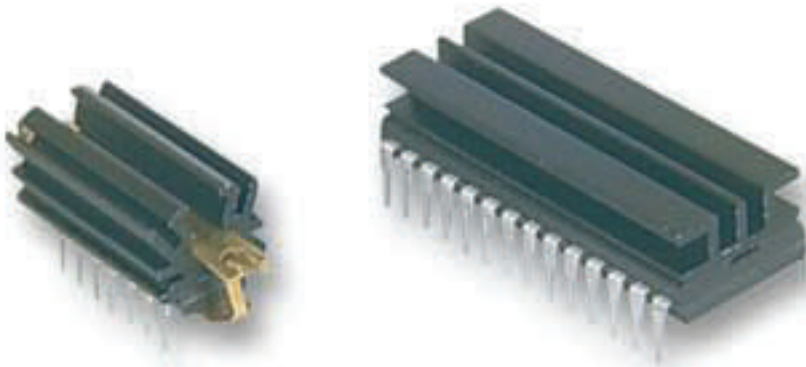
Type de boîtier: TO220 - Résistance thermique: 6.8°C/W



Type de boîtier: TO126 - Résistance thermique: 27°C/W



Type de boîtier: TO220 - Résistance thermique: 14°C/W



Type de boîtier: DIL - Résistance thermique: 25°C/W



Type de boîtier: TO220 - Résistance thermique: 14.2°C/W