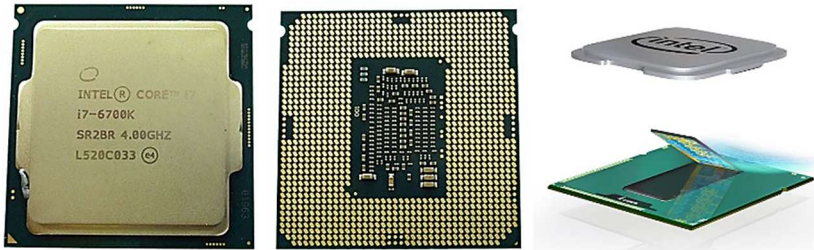


## Radiateur de refroidissement – Pertes par convection



Ces radiateurs sont destinés à refroidir les processeurs des ordinateurs qui dissipent une puissance thermique allant de quelques dizaines de watt à plus d'une centaine de watt en fonction de leur puissance et de leur fréquence d'horloge.



Processeur i7-6700K : dimensions L x W x H = 39 x 39 x 24 (mm), masse 60 g.

La puce elle-même, essentiellement constituée de silicium (connexions en cuivre), n'occupe qu'une fraction de ce volume : épaisseur d'environ 0,5 mm et encombrement correspondant à la partie centrale entre les picots de connexion sur la photo ci-dessus (en réalité, la puce apparaît noire, brillante comme un miroir). La masse fournie par le constructeur est donc essentiellement due au capot métallique censé être en argent (?).

Fabrication d'une puce en vidéo : <https://youtu.be/d9SWNLZvA8g>

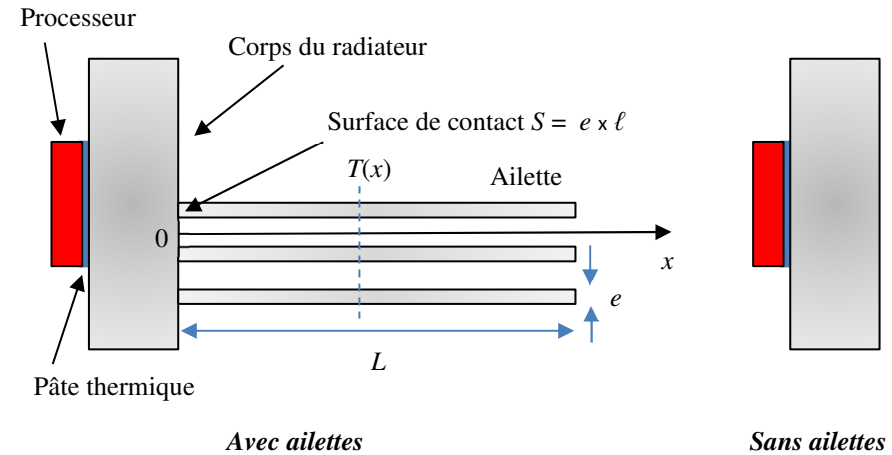
	$\mu$ (gcm <sup>-3</sup> )	$c_P$ (JK <sup>-1</sup> kg <sup>-1</sup> )	$T_F$ (°C)	$L_f$ (kJmol <sup>-1</sup> )	$\lambda$ (Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )
Al	2,70	897	660	10,79	237
Cu	8,96	380	1084	13,05	401
Si	2,33	700	1414	50,55	148
Ag	10,5	235	962	104,2	429

### 1. Nécessité d'un refroidissement – Aspect qualitatif

Estimer à l'aide de ces données, la durée de vie du processeur en cas de panne du ventilateur (proposer un modèle, expliciter clairement les hypothèses...).

### 2. Efficacité du refroidissement – Aspect quantitatif

On va étudier ici l'influence d'une ailette (le radiateur ci-contre à gauche en comporte plusieurs) sur le processus de refroidissement. On va pour cela comparer le flux thermique en présence et en absence d'ailette (épaisseur  $e$ , largeur  $\ell$ , longueur  $L$  : cf. photo et schéma).



On modélise les pertes par convection (en W) grâce à la loi de Newton (flux convecto-diffusif de la forme  $h[T(x,t) - T_{ext}]dS$  pour une surface d'échange  $dS$  entre la tranche et l'air).

Pour de l'air, dans le cas d'une convection naturelle,  $5 \leq h \leq 50 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$  et dans le cas d'une convection forcée,  $10 \leq h \leq 500 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ .

Le corps du radiateur joue le rôle d'échangeur thermique avec le processeur, on suppose sa température uniforme et on se place en régime stationnaire. On note  $T_0$  sa température.

La température de l'air est également supposée uniforme et constante égale à  $T_e$ .

On suppose également que la diffusion de la chaleur dans une ailette est essentiellement unidirectionnelle : on suppose donc la température uniforme dans une section de l'ailette, on la note  $T(x)$  à la distance  $x$  du corps du radiateur.

- 2.1. Pour quelle raison est-il légitime de supposer la température de l'air uniforme et constante autour d'une ailette ?
- 2.2. Déterminer la répartition de la température  $T(x)$  dans une ailette en supposant l'ailette « suffisamment longue » (expliciter, à l'aide d'un critère précis, le sens de cette hypothèse).
- 2.3. Calculer le rapport des flux thermiques sortant du corps du radiateur à travers la surface d'échange  $S = e \times \ell$  (cf. schéma et photo) à la base de l'ailette en  $x = 0$  en présence de l'ailette puis sans ailette.
- 2.4. Cette analyse est-elle aussi aisée si on renonce à l'hypothèse de la question 2.2 ?