

Étude de la dissipation thermique d'un processeur

1. Ancrage au thème de l'année

En croissance permanente depuis les années 2000, la demande numérique devient un enjeu sociétal primordial du 21^{ème} siècle. Cette croissance s'accompagne d'une multiplication des centres de données et de serveurs informatiques, dont le refroidissement est une problématique majeure.

2. Motivation du choix de l'étude

L'informatique est un thème passionnant qui nous a amenés à nous demander comment les 120W de dissipation thermique nécessaires à un processeur étaient atteints dans un serveur ; mais aussi à un débat entre le refroidissement liquide et par radiateur avec convection forcée.

3. Positionnements thématiques et mots-clés

- i. Thème 1 : SCIENCES INDUSTRIELLES : Automatique
- ii. Thème 2 : *PHYSIQUE* : *Physique de la matière*
- iii. Thème 3 : *INFORMATIQUE* : *Informatique Pratique*

Mots-clés : Chaleur, Dissipation Thermique, asservissement

Keywords: Heat, thermal dissipation, automatic control

4. Bibliographie commentée

On estime à 650 térawatt-heures la consommation des datacenters du monde entier sur l'année 2020 ¹ : c'est plus que ce que produit le secteur énergétique d'un pays comme le Canada.

Toutefois, une grande part de l'énergie consommée est utilisée pour refroidir les équipements. Un outil permettant de mesurer cette consommation est le Power Usage Effectiveness (PUE) défini par le rapport entre l'énergie totale consommée par le centre informatique et l'énergie consommée par les équipements informatiques ². Le PUE moyen des datacenters en 2020 est estimé à 1,59 ³ cela signifie que sur 1000W de puissance, 590W ne servent pas à l'alimentation des composants informatiques.

Une solution permettant de réduire ce gaspillage énergétique pourrait se trouver dans l'utilisation de systèmes de refroidissement à eau. En effet, la conductivité thermique de l'eau est 23 fois plus élevée que celle de l'air. ⁴

De nombreuses équipes travaillent ainsi au développement de solutions de dissipation thermique. L'hébergeur français OVH a notamment réussi à réduire le PUE de leurs serveurs à 1,2 grâce à des solutions innovantes comme le refroidissement à eau (water-cooling) ⁵. Récemment, Microsoft au travers du projet « Natick », à immergé à 35 mètres de profondeur au large de la Grande Bretagne l'un de ses datacenters. Cette expérience permet de réduire le PUE des 864 serveurs utilisés à seulement 1,07. ⁶ Nous nous intéresserons ici à 2 grandes familles de refroidissement : refroidissement à air, et refroidissement à eau.

Bien que le refroidissement liquide soit considéré comme une technologie d'avenir dans le domaine, celle-ci est sujette aux critiques. Il s'agit d'un système plus complexe, non standardisé, coûteux, demandant une maintenance fréquente et créant des risques d'électrocutions aussi bien pour le matériel que les opérateurs ⁷. En 2017, l'hébergeur OVH dut couper l'accès de plus de 50,000 sites internet à la suite d'une fuite dans les circuits de refroidissement. Les conséquences de cet événement furent une destruction du matériel à proximité de cette fuite. ⁸

Quel que soit leur type, il est nécessaire de mettre en place un asservissement des systèmes de refroidissement d'un serveur afin de l'adapter en temps réel à sa charge et donc de réduire les couts ⁹. On cherche dans l'industrie à implémenter une commande des ventilateurs (et/ou pompes) permettant de ne pas dépasser une certaine température afin de se prémunir d'une usure prématurée des composants. Il peut être par exemple utile de s'appuyer sur un phénomène d'hystérésis afin d'éviter une « instabilité » du refroidissement.

5. Problématique retenue

Nous rechercherons donc : Comment refroidir un processeur ? Pour cela, nous mènerons une étude sur le refroidissement à air et à eau au travers d'expériences sur un modèle de processeur. Ceci dans le but d'effectuer une comparaison entre les 2 approches.

6. Objectifs

Je me propose :

- D'établir le modèle d'un processeur typique utilisé dans un serveur et du système de dissipation associé en laboratoire.
- De mettre en place un asservissement en température du modèle physique par le contrôle d'un ventilateur.
- De créer un modèle numérique de cette maquette permettant une analyse physique.

-D'analyser les phénomènes physiques associés à ce système en m'appuyant sur le modèle numérique.

7. Références

-
- ¹ Completely unsustainable [...], Thomas Daigle, <https://bit.ly/2Rd6e4i>
 - ² Wikipédia, Indicateur d'efficacité énergétique, <https://bit.ly/3bf24zJ>
 - ³ What is the average annual PUE [...], Thomas Alsop, <https://bit.ly/3fdBeZV>
 - ⁴ Optimisation énergétique de data centers [...], Fabien Douchet, <https://bit.ly/2QbdiOf>
 - ⁵ Ovh.com : une entreprise qui innove, OVH, <https://bit.ly/33AaEVq>
 - ⁶ Microsoft Natik, John Roach, <https://bit.ly/3o98yVU>
 - ⁷ Five Barriers to Adoption of Liquid Cooling in Data Centers, Maria Korolov, <https://bit.ly/3uJqQPY>
 - ⁸ Rapport d'incident, OVH, <https://bit.ly/3w0Vwwx>
 - ⁹ Optimisation énergétique du rafraîchissement des datacenters, Baptiste Durand-Estebe, <https://bit.ly/3bib3zV>