

R&T PCle400 : Discussion



12 mai 2022



Julien Langouët,
Kévin Arnaud, Paul Bibron, Jean-Pierre Cachemiche,
Renaud Le Gac, CPPM

Questions

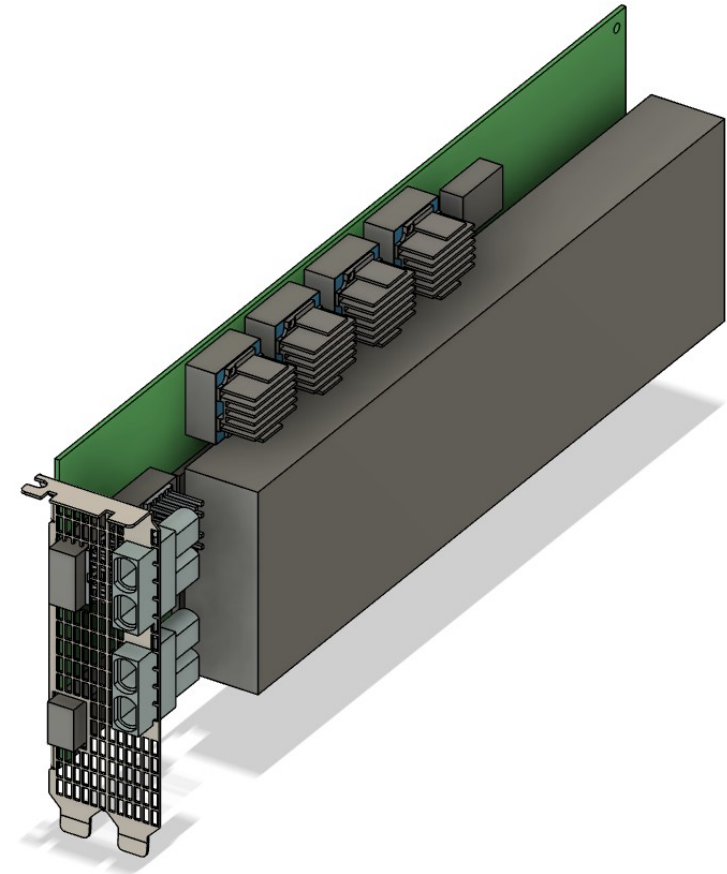
Peut-on utiliser un refroidissement à air ?

- Faisabilité radiateur FPGA ?
- Quel est l'impact des obstacles autour du radiateur FPGA ?
 - Radiateurs transceiver *On-board* (OBT)
 - Fibres optiques
 - Connecteurs, transceivers face avant
- Refroidissement transceiver OBT suffisant ?
 - Simulation modèle de carte complet, puissance de calcul au LAPP ?

Conditions de simulation

Etude simulation radiateur FPGA vapor chamber

- Modèle 3D radiateur uniquement
- Volume d'air →
 - restriction en largeur pour isoler le problème du refroidissement des OBT
- Jonction vers IHS (capôt) Ψ_{JC}
 - Donnée par Intel $\sim 0.031^{\circ}\text{C/W}$
- IHS vers heatsink (TIM) Ψ_{CS}
 - $\Psi_{CS} \simeq 0.007^{\circ}\text{C/W}$



Variables de simulation

	min	typique	max
Puissance dissipée FPGA		<i>85W</i>	<i>160W</i>
Température air ambiant	25°C	~38°C	60°C
Flux d'air*	<i>200LFM (1m/s)</i>		<i>600LFM (3m/s)</i>

WIP Considération du cas favorable et pire cas avec marges de sécurité

Spécification PCI SIG
Valeur typique mesure au datacenter LHCb

À confirmer avec maquette thermique

Exploration de l'espace des possibles :

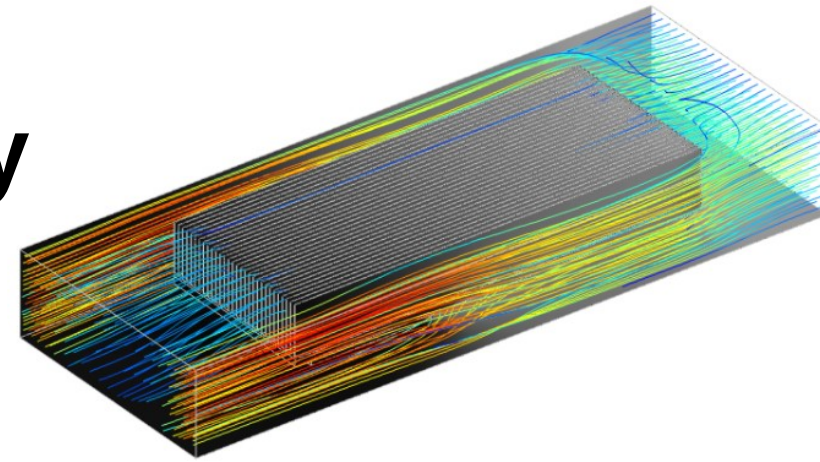
Interprétation résultat simulation :

- $T_{\text{FPGA DIE}} = T_{\text{case}} + \Psi_{\text{JC}} P_{\text{FPGA}}$
- $T_{\text{FPGA DIE}} < 85^{\circ}\text{C} \rightarrow$ **Solution satisfaisante**
- $85^{\circ}\text{C} < T_{\text{FPGA DIE}} < 100^{\circ}\text{C} \rightarrow$ **Solution Discutable**

Cooling design methodology

CFD Simulations

- Using COMSOL
- Explore design space (approach air temperature, airflow)



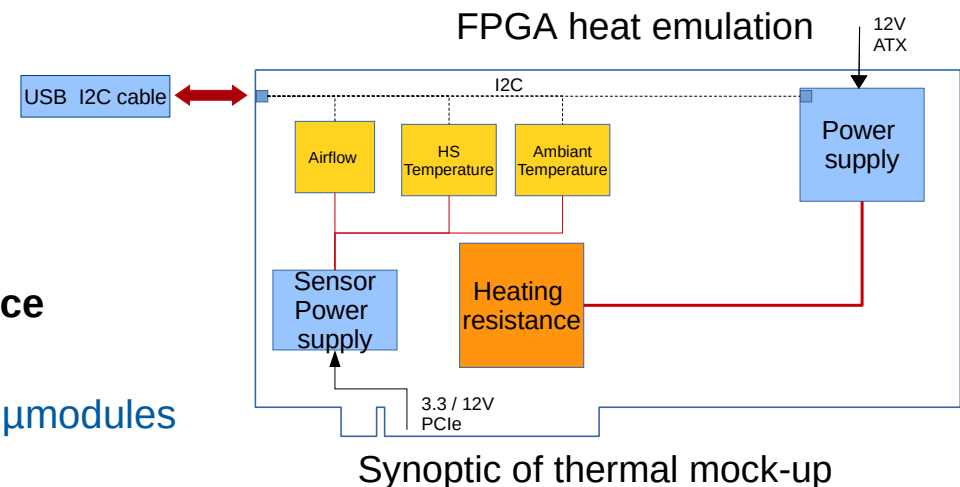
Environment specification

- PCI SIG specification design space recommendation **25 to 60°C approach air**
 - Current LHCb data center with PCIe40
 - ➔ Temperature at server intake : **27°C**
 - ➔ Maximum approach air temperature : **38°C**
- Airflow depends on:
 - Server/board geometry
 - Tolerable sound limits



Thermal mock-up

- Verify CFD simulation model
- Provide a **tool** to characterize **server cooling performance**
 - Emulate airflow obstacles : **3D printing techniques**
 - Emulate heat from FPGA : **heat resistance + DC/DC μmodules**
 - Measure temperatures and airspeed : **I2C sensors**
 - Test prototypes of heatsink



The results of the study will conclude on the feasibility of an air cooling solution