



# PSMN ENS de Lyon

Refroidissement de serveurs par immersion dans l'huile: premiers tests et retours

Hervé Gilquin

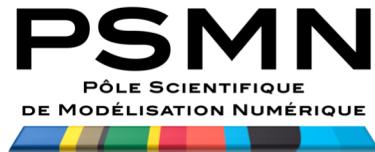
TERATEC 2022 15 Juin 2022



## PSMN Mésocentre de calcul de l'ENS de Lyon (environ 40 000 cœurs).

- Comment refroidir des serveurs produisant plus de 1KW par U ?
- Comment refroidir des racks de serveurs produisant plus de 20KW ?
- Comment réutiliser la chaleur en hiver ?
- Comment refroidir économiquement (notamment en été) ?

Immersion dans des bains d'huile ?



## Matériels testés:

4 serveurs HP Apollo bi-sockets dans une embase 2 U avec double alimentation; deux embases identiques, l'une refroidie par air (allées chaudes confinées), l'autre immergée dans de l'huile.

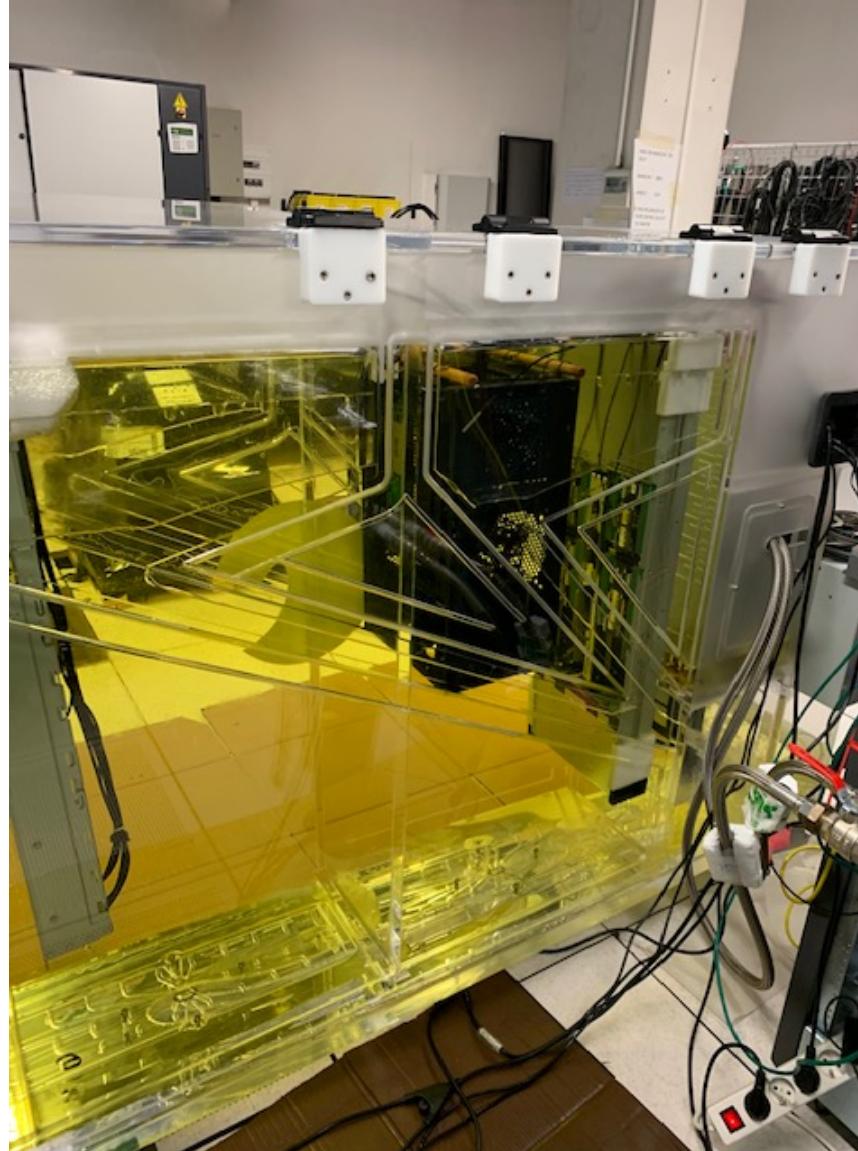
## Caractéristiques techniques

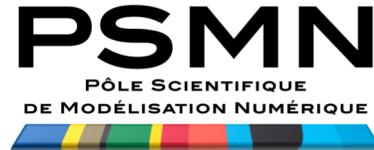
- 2 procs Intel 5218 (2,3 Ghz, 2,8 Ghz fréquence turbo maxi sur 32 coeurs)
- 12 x 16 GO de mémoire
- 1 carte 10Gb, 1 carte IB
- diskless



**PSMN**  
PÔLE SCIENTIFIQUE  
DE MODÉLISATION NUMÉRIQUE

**ENS**  
ENS DE LYON





Fonctionnement à la fréquence nominale 2,3 Ghz dans l'huile  
ou dans l'air pendant 4 h:

- La température des 32 cœurs est d'environ 60° C +-5° C
  - Dans l'air les ventilateurs tournent à 75% de leur vitesse maximale
  - Dans l'huile pas de ventilateurs.
- 
- L'huile est à 30° C
  - L'air est soufflé à 18-20° C



## Fonctionnement à 2,8 Ghz (fréquence turbo maxi) dans l'huile ou l'air pendant 4h:

- La fréquence des 32 cœurs reste (quasiment) stable à 2,8Ghz
- La température des 32 cœurs est d'environ 61° C +-5° C
- Dans l'air les ventilateurs tournent à 75% de leur vitesse maximale
  
- L'huile est à 30° C
- L'air arrive à 20° C



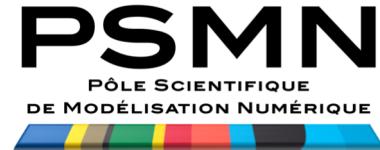
Fonctionnement à la fréquence nominale 2,3 Ghz dans l'huile  
en laissant monter la température de l'huile:

- La fréquence des 32 cœurs reste stable à 2,3 Ghz jusqu'à ce que la température de l'huile arrive à 55° C
- La température des 32 cœurs est alors voisine de (légèrement inférieure à) 80° C
- Pour une température de l'huile entre 55° C et 60° C la fréquence chute avec de très nombreux cœurs à 1GHz



Fonctionnement à la fréquence max 2,8 Ghz dans l'huile en laissant monter la température de l'huile:

- La fréquence des 32 cœurs reste (quasiment) stable à 2,8Ghz jusqu'à ce que la température de l'huile atteigne 50° C
- La température des 32 cœurs est alors voisine de (légèrement inférieure à) 80° C
- Pour une température de l'huile entre 50° C et 55° C la fréquence chute avec de très nombreux cœurs à 1GHz



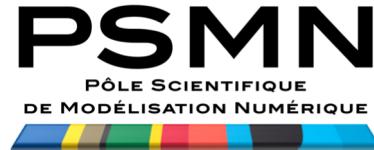
## Quels enseignements I

- Jusqu'à une température de l'huile d'environ 50° C, le fonctionnement des processeurs est stable en fréquence (fréquence nominale ou turbo max)
- La température des 32 cœurs est alors voisine de (légèrement inférieure à) 80° C



## Quels enseignements II

- Il est raisonnable de d'envisager de maintenir la température de l'huile autour de 50° C avec un circuit d'eau " froide " autour de 40° C
- En période froide (période de chauffage des bâtiments) extraire des calories de l'eau à plus de 45° C pour les injecter dans le système de chauffage est plus facile.
- En période de non chauffage des bâtiments, " refroidir " de l'eau à plus de 45° C (en faisant baisser sa température de 10° C par exemple) est plus facile et moins couteux en énergie.



## Quels enseignements III

- Le DataCenter doit être à proximité des installations de chauffage, pompes à chaleur et autres (période froide).
- Le DataCenter doit être à proximité des installations de " free cooling " (période chaude)
- Le " free cooling " n'est pas si " free " que cela.



## Les points à clarifier à court terme

- Économies réelles dues à la suppression des ventilateurs (ajoutées à celles dues au mode diskless.)
- Consommation réelle d'électricité en mode Turbo max?
  - 21% de fréquence en plus  $(2,8-2,3)/2,3$
  - 18% de temps en moins pour l'exécution d'un job  $(2,3/2,8)$ ?
  - Mêmes résultats en moins de temps en consommant moins?
- Quels sont les processeurs ayant le meilleur compromis prix, fréquence nominale, fréquence turbo max?



## Les autres pistes à explorer à moyen-long terme

- Qualités des huiles disponibles (vieillissement, corrosion, modification des matières plastiques, ...)
- Refroidisseur à adsorption ( adsorption chiller)

L'eau (relativement très) chaude ( $50^\circ$  C) produite par le refroidissement des bains d'huile est utilisée pour produire (en partie) une eau plus froide ( $15-18^\circ$  C) qui peut être utilisée pour refroidir par air des serveurs moins denses (ou des baies de disque).



**PSMN**  
PÔLE SCIENTIFIQUE  
DE MODÉLISATION NUMÉRIQUE

**ENS**  
ENS DE LYON

