

FrigID®: Une installation de FreeCooling pour le calcul

1er évaluation d'une approche Do-It-Yourself (DIY)

Bruno Bzeznik, Olivier Richard

LIG/UJF/INPG/CNRS/UPMF/INRIA/CIMENT

1 juin , 2011, Green Days @ Paris

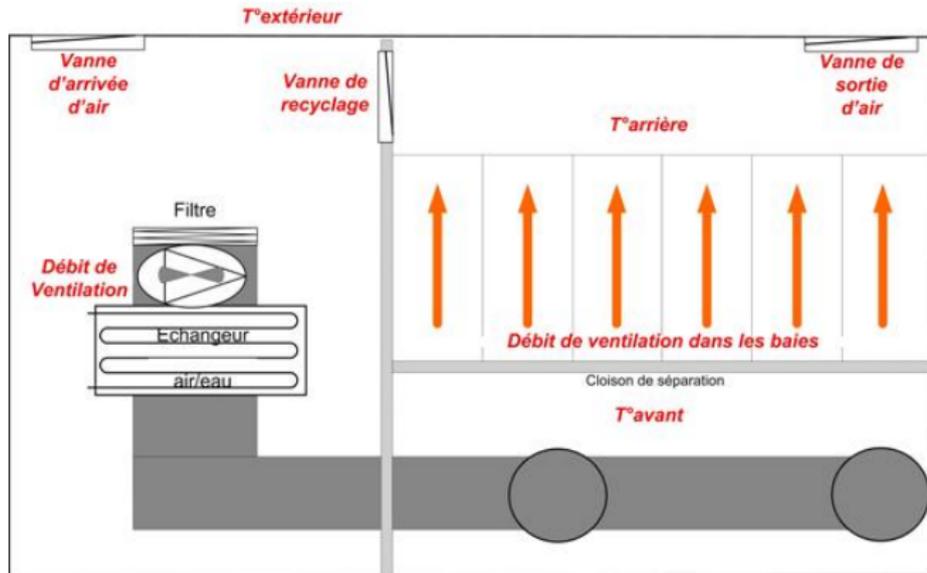
Freecooling (Direct Air): utilisation de l'air extérieur pour la climatisation du matériel

- Projet ECOCLIM du LPSC
- Le méso-centre de calcul CIMENT
- Une bonne expérience des infrastructures de calcul de tailles moyennes
- Gestionnaire de ressources pour cluster et grille

Climatisation: Le projet Ecoclim du LPSC

LPSC: Laboratoire Subatomique et de Cosmologie (laboratoire de l'IN2P3), Bernard Boucherin.

- Séparation des flux (principe couloir froid).
- Free-Cooling 85 % du temps et puis échangeur eau industrielle. 24 000 m³/h pour 80Kwatt.



Coût de l'opération

- 60K€ au total
- 40K€ pour le système de refroidissement
- 20K€ pour les travaux annexes (dépose des climatiseurs existants, réaménagement, cloisons...)

Coût comparable à celui de l'installation d'une nouvelle climatisation.

- Amortissement en 5 ans.
- Impact très réduit des éventuels incidents de climatisation.

Pour en savoir plus Ecoclim¹²

¹<http://informatique.in2p3.fr/?q=node/290>

²<http://lpsc.in2p3.fr/informatique/2008-LPSC-Ecoclim.pdf>

- Le méso-centre **CIMENT**³ regroupe les membres et les laboratoires utilisateurs du HPC. Il dispose de plusieurs plate-formes de calcul de 100 à 1000 coeurs.
- Un effort important est mené sur la **mutualisation des ressources** .
- Grille *légère* la **grille CIMENT** (25% d'ingénieur pour l'administration).
- Utilisation des ressources **non-utilisées** par l'intergiciel *CiGri*, jobs *best-effort*.

³<https://ciment.ujf-grenoble.fr/>

Pourquoi une solution de FreeCooling

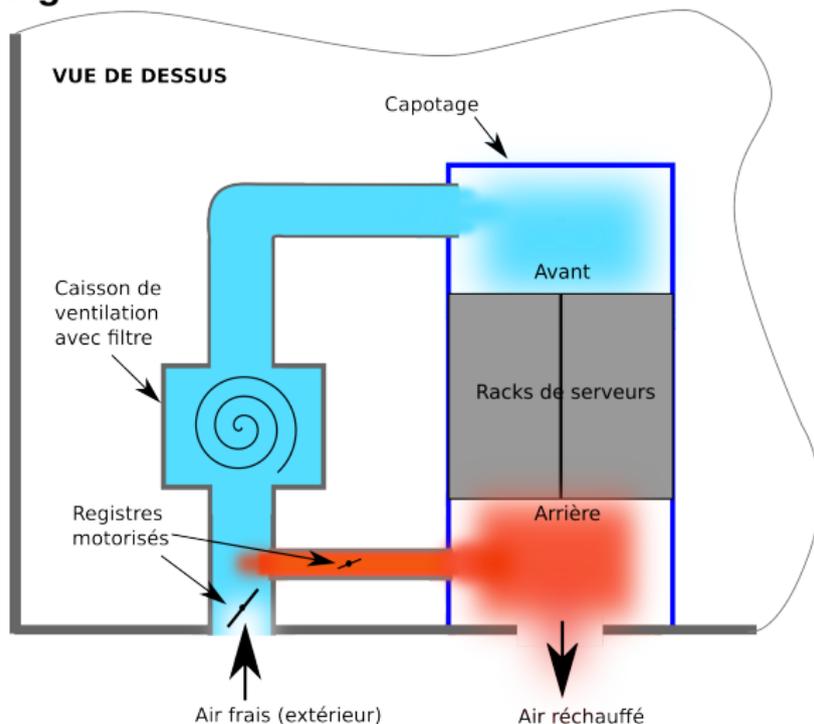
- Acquisition par *l'Observatoire de Grenoble* (OSUG) d'une machine de 336 coeurs (28 noeuds * 2 processeurs * 6 coeurs) interconnectés par un réseau *Infiniband*.
- Volonté de poursuivre et développer la mutualisation.
- Saturation des capacités d'hébergement.
- Volonté de ne pas augmenter la taille des installations électrique.

Opportunité pour l'expérimentation effective d'une solution de FreeCooling *radicale*.

- Utilisation du *FreeCooling* **seulement** pour le refroidissement des noeuds de calcul.
- **Hypothèse: l'indisponibilité d'une part réduite des machines n'a pas ou peu de conséquences au niveau d'un méso-centre.**
- Mise en place dans une salle machine (salle hôte) classique existante: **problème d'isolation.**
- Objectifs: accueil d'1 à 2 baies industrielles (12KW minimum).
On ne vise pas la haute intégration.
- Limiter les modifications de la salle au strict minimum.
- Hydrométrie: air humide pas de souci, air sec (électricité statique et installation électrique)

FrigID®: Schéma général

Principe classique et identique à la solution du projet Ecoclim mais **sans échangeur**.





- Coût du matériel 3000€ à 4000€ (prix de la machine environ 75 000€).
- Demande d'autorisation à Grenoble INP (principalement pour la modification des fenêtres - remodifiable simplement).
- Financement OSUG et LIG principalement.



- Approvisionnement magasin de bricolage pour la partie capotage: plaque alvéolaires, cornières, *porte de douche* et *ruban adhésif large !!!*

Séquence DIY: vue globale

La structure est démontable et transposable si besoin.



- **La machine frontale** (avec ses services centraux) est situé dans la salle hôte.



- Achat du caisson auprès d'une entreprise de climatisation.
- Ventilateur 600W max pour 4000m³/h (soit 15Kw de puissance ventilable).

Retenu de l'expérience du projet Ecoclim

- le réglage de l'asservissement peut être délicat

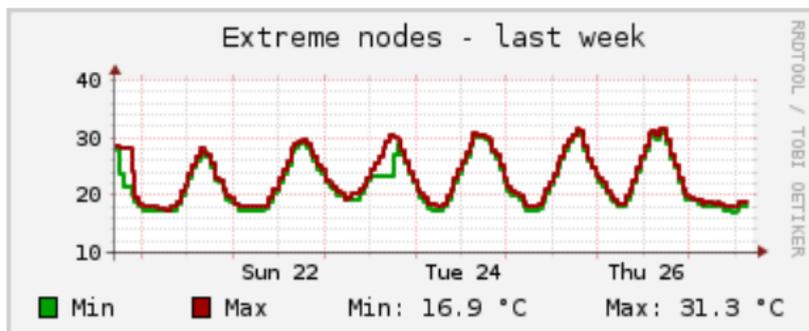
Une premier asservissement simple a été mise en place⁴.

Suivant la température face avant:

- $> 20^\circ$ fermeture de la vanne de recyclage air chaud
- $< 20^\circ$ ouverture de la vanne de recyclage air chaud
- $\leq 15^\circ$ arrêt du ventilateur
- $> 18^\circ$ allumage de du ventilateur

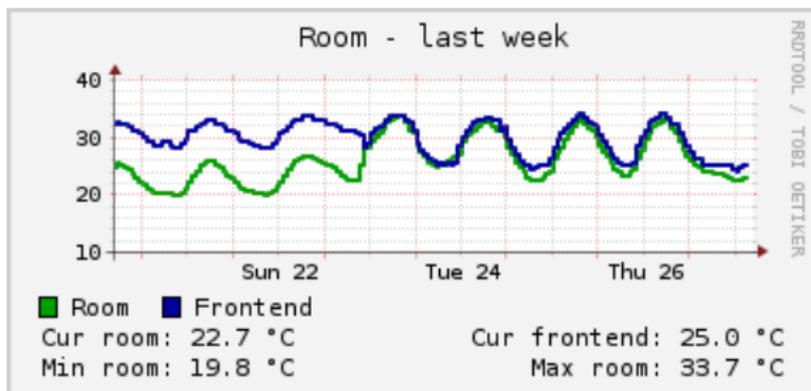
⁴utilisation d'un Arduino et d'un peu d'électronique discrète.

Quelques graphiques 1/4



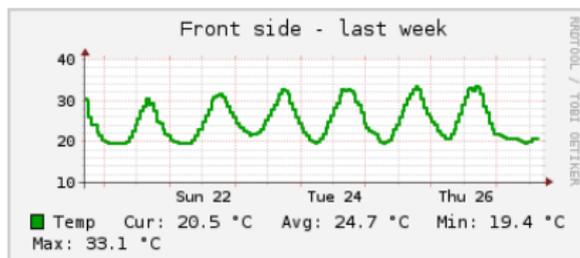
- Températures des noeuds sur une semaine (recueil via IPMI).
- En vert, le noeud le plus froid, en rouge celui le plus chaud.
- L'écrêtage en bas: conséquence de la régulation par la vanne de recyclage d'air chaud.

Quelques graphiques 2/4



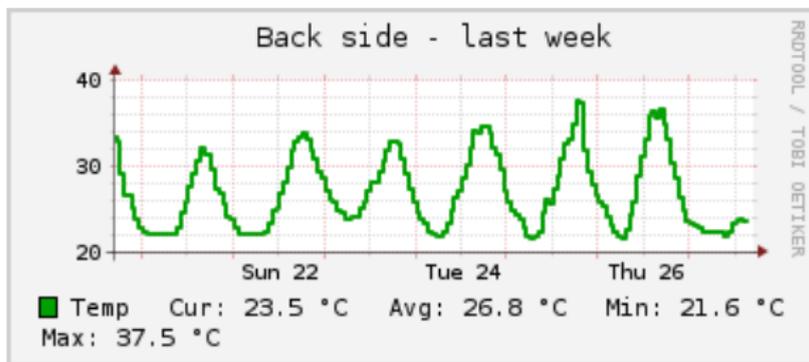
- Températures de la salle hôte sur une semaine.
- En vert, une sonde de l'air ambiant, en bleu la température de l'alimentation de la frontale du cluster.
- La sonde ambiante a été ré-étalonnée en milieu de semaine. Les courbes sont alors quasiment superposables

Quelques graphiques 3/4



- Température ambiante à l'avant des machines (vers l'arrivée d'air frais).
- Lorsque le ventilateur est en fonctionnement normal et la vanne de recyclage d'air chaud fermée, cette température varie de moins d'un degrés par rapport à la température extérieure. C'est quasiment la température de dehors. Les nuits froides (début de semaine), la vanne de recyclage d'air chaud s'ouvre et la température est régulée à 20 degrés.

Quelques graphiques 4/4



- Température dans la zone chaude, à l'arrière des machines. C'est là qu'il y a la plus grande variation puisque l'on peut monter à plus de 40 degrés la journée et retombe à température ambiante lorsqu'il n'y a pas ou peu de jobs.

Le mois de mai fût chaud (maxima des températures extérieures proche de 30°).

- disponibilité du 11/04/11 au 30/05/11 (48 jours): 93% et 19 interruptions.
- 90% de disponibilité pour le mois de mai.

La climatisation de la salle hôte est défectueuse/saturée, arrêt préventif de la plate-forme de calcul et **problème de mauvaise isolation entre la salle et capotage**.

- remontée des consignes de température (la température max intérieure des noeuds est de 50° donnée par le constructeur, nous n'avons pas observé plus de 32° pour l'instant)

L'isolation est un problème que nous avons sous-estimé.

- une isolation supplémentaire va être réalisée.

Problème sur les filtres d'entrée avec le pollen:

- Très fort encrassement au printemps.
- En période de pollinisation: *secouage* du filtre (opération courte et sans arrêt).

Et l'impact sur les jobs ?

- **Jobs besteffort de la grille, pas de conséquence particulière**, ils sont resoumis sur un autre cluster sous condition de disponibilité de ressources.
- **La suspension des jobs, avec mise en veille des machines** est à l'étude.
- Suspension sur disque
 - **OpenMPI et IntelMPI** permettent une **suspension efficace** autorisant l'hibernation des noeuds.
 - **Malheureusement**, les *pilotes Infiniband* ne repartent pas correctement au réveil (investigation en cours).
- Suspension en mémoire - Fonctionnelle mais ca consomme un peu (en cours d'évaluation).

Utilisation du gestionnaire de ressource **OAR**⁵. Alloue les ressources et ordonnance les jobs des utilisateurs.

- Fonctionnalité de base *et non spécifique au freecooling*
 - Extinction / allumage des noeuds (avec des tps de garde)
 - Maintien d'un certain nombre noeuds actifs
- A l'étude pour le Freecooling avec arrêt des machines:
 - Prédire les périodes d'indisponibilité (historique et prévision météo)
 - Positionner des réservations pour la signalisation

⁵<http://oar.imag.fr>

- Une solution simple de FreeCooling (PUE 1.1)
- Convient pour des installations de 10KW à 80KW (100KW).
- Evolution technologique rapide des machines.
- Rack ou capotage adapté et à prix modique ???
- Mise au point pas immédiate
- **Isolation**
- Evolution rapide de la technologie (moins d'arrêts ?)
- Le FreeCooling à de l'avenir :)
- Amortissement du matériel 1 an (avec le coût humain 2 ans)
- Pour en savoir plus⁶⁷
- Une présentation des différentes solutions sera présentée au JRES 2011

⁶<https://ciment.ujf-grenoble.fr/wiki/index.php/FrigID@>

⁷<http://wiki-oar.imag.fr/index.php/FrigID@construction>