

Projet Ecoclim

Refroidissement des salles informatiques du LPSC

Toujours plus... jusqu'à l'impasse

- La demande en ressources locales de calcul augmente avec les nouveaux besoins
 - du calcul LHC pour ATLAS et ALICE
 - de la Physique des Réacteurs et de la QCD sur réseau
- La puissance dissipée par les machines par unité de volume augmente car l'intégration des machines augmente
 - Une baie 42U pleine dissipe $42 \times 300W = 12KW$!
- On a atteint les limites des climatisations utilisées, pour augmenter encore il faut repenser toute l'installation.

Quelques constats

- Quand les flux d'air sont maîtrisés on gagne beaucoup d'efficacité! (inutile de souffler de l'air froid derrière les machines)
- Quand on a tout essayé et qu'il fait encore trop chaud il reste encore la possibilité d'ouvrir la fenêtre!
- Les machines sont quand même solides : 30° en face avant 38° en face arrière

Choix techniques fondamentaux

💡 *Joseph Piarulli*

- **Free-cooling**
 - Quand la température extérieure le permet - 98% du temps - on alimente les machines en air neuf plutôt qu'en air recyclé
- **Couloir froid**
 - Séparation des flux d'alimentation d'air des baies des flux de reprise en face arrière
- **Simple échangeur air eau**
 - Pour des raisons historiques (SARA) le laboratoire dispose d'eau industrielle à 16°
 - Pour refroidir on utilisera cette eau industrielle comme source froide sur un simple échangeur air eau.

Le système n'utilise PAS de compresseur.

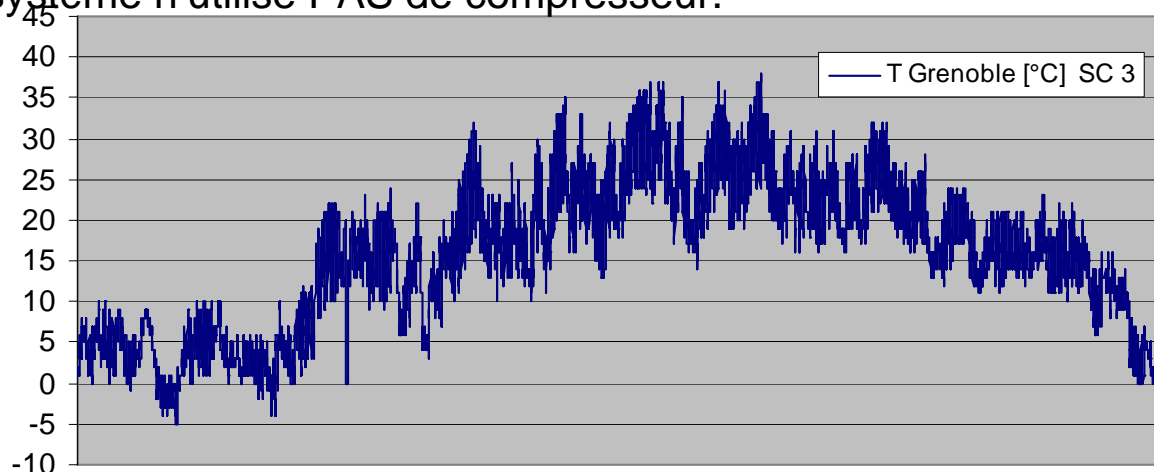
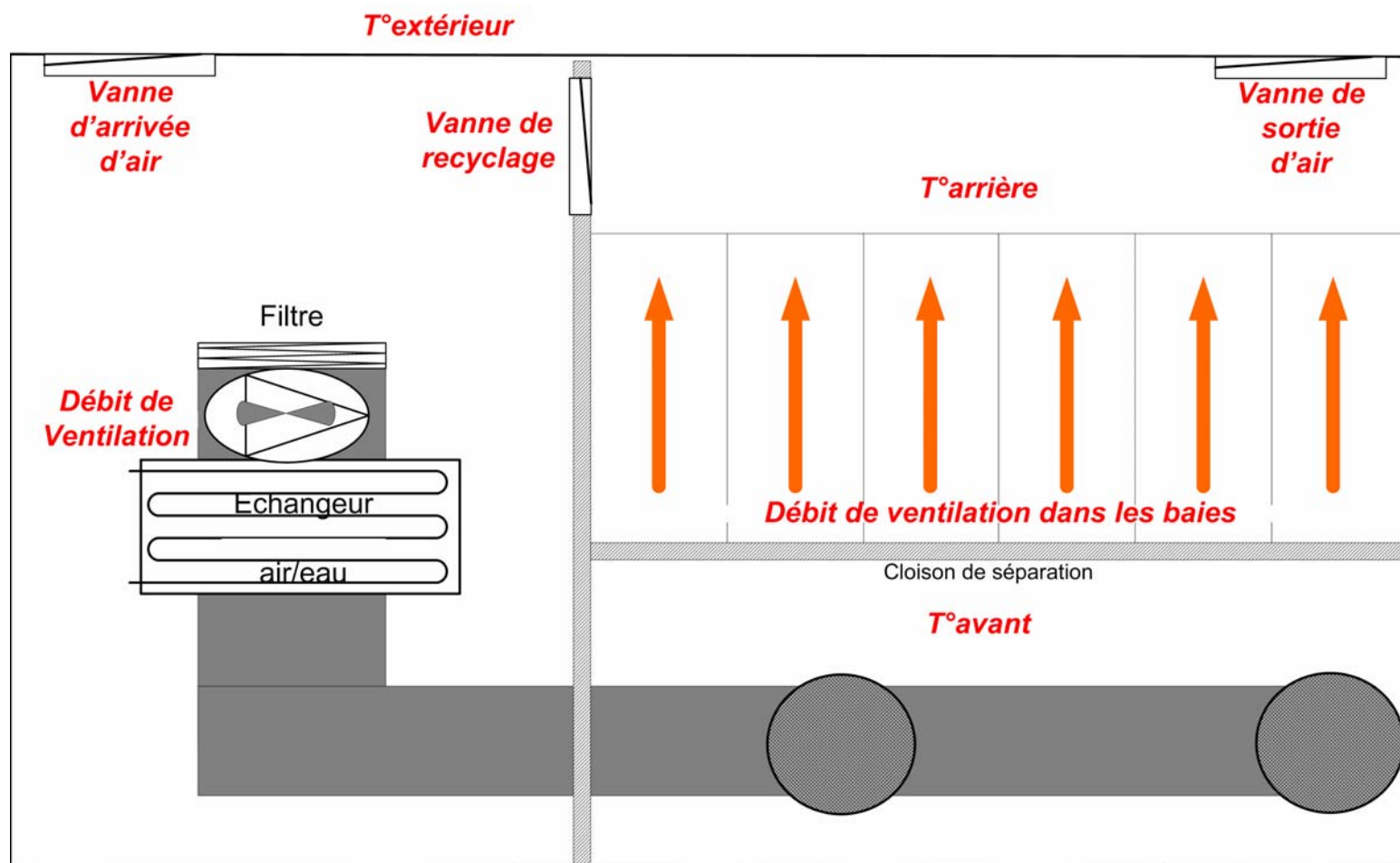


Schéma de principe



Le débit de ventilation d'air dépend de la puissance installée et est égal à la ventilation produite par les unités centrales des baies

Régimes de fonctionnement

Régime canicule $t^{\circ}\text{ext} > 33^{\circ}\text{C}$ 2% du temps

La consigne de température sera 25°C

Echangeur en fonction

$t^{\circ}\text{consigne} = 25^{\circ}\text{C}$ régulation par débit d'eau

Vanne-recyclage ouverte = 1

Vanne-in fermée = 0

Vanne-out fermée = 0

Régime chaud $25^{\circ} < t^{\circ}\text{ext} \leq 33^{\circ}\text{C}$ 14% du temps

La consigne de température sera 25°C

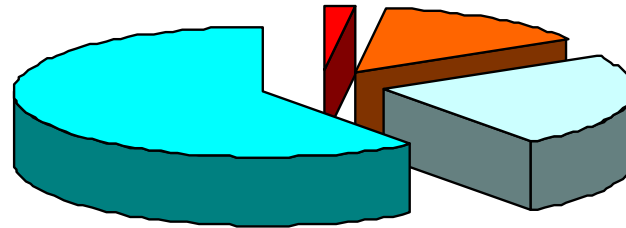
Echangeur en fonction

$t^{\circ}\text{consigne} = 25^{\circ}\text{C}$ régulation par débit d'eau

Vanne-recyclage fermée = 0

Vanne-in ouverte = 1

Vanne-out ouverte = 1



Régime froid $t^{\circ}\text{ext} \leq 18^{\circ}\text{C}$ 60% du temps

La consigne de température sera la consigne minimale soit 18°C ,

Echangeur non utilisé

$t^{\circ}\text{consigne} = 18^{\circ}\text{C}$ régulation par vanne recyclage

Vanne-recyclage ouverte = $(18^{\circ} - t^{\circ}\text{ext}) \times K1$

Vanne-in ouverte = $1 - \text{Vanne-recyclage}$

Vanne-out ouverte = Vanne-in

Régime normal $18^{\circ} < t^{\circ}\text{ext} \leq 25^{\circ}\text{C}$ 24% du temps

La consigne de température sera la température extérieure $t^{\circ}\text{ext}$,

Echangeur non utilisé

$t^{\circ}\text{consigne} = t^{\circ}\text{ext}$ pas de régulation

Vanne-recyclage fermée = 0

Vanne-in ouverte = 1

Vanne-out ouverte = 1

Coûts de l'opération

– Appel d'offre de base 40K€

- Centrale de traitement d'air
- Réseau aéraulique
- Réseau hydraulique
- Divers raccordements et mise en service

– Travaux annexes 20K€

- Dépose des climatiseurs existants
- Réaménagement, transferts des baies informatique
- Menuiserie, planchers techniques
- Maçonnerie
- Plomberie

Filtration et hygrométrie

- **Caractéristiques de la filtration**

- Choix de filtres G4 plutôt que F7
 - F7: Perte de charge plus importante, le coût de ventilation passe de 7KW à 11KW pour 80KW refroidi
 - F7 à remplacer 2 fois par an => 4 000 €/an
 - G4 peut être lavé et remplacé au bout de 2 à 3 lavages, vendu en rouleau, coût faible
- Hygrométrie non contrôlée
 - Récupération des condensats sur l'échangeur
 - L'hygrométrie peut donc aller jusqu'à 100% en face avant
 - Mais les machines chauffent, il n'y a donc pas de risque de condensation dans les machines

- **Possible aujourd'hui car**

- Les serveurs sont plus *solides* qu'avant et ils sont renouvelés avant d'avoir vieilli.
- Ils supportent mieux un environnement non parfaitement propre et une hygrométrie variable
- Plus de support magnétique grâce à la sauvegarde déportée au Centre de Calcul

Mise en sécurité

- Incendie
 - A pleine puissance 22 000 m³/h d'air injecté sur les machines!
 - Système de détection d'incendie : éteint l'armoire de climatisation, ce qui entraîne la fermeture des registres d'alimentation en air et de recyclage
- En cas de coupure électrique
 - Il faut au contraire éviter la fermeture des registres pour éviter d'asphyxier les machines qui sont sur onduleur!
 - Alimentation sur onduleur de la partie automatisme de l'armoire de climatisation (faible consommation).

Difficultés de mise en œuvre « deux fois » trop gros?



Difficultés de mise en œuvre

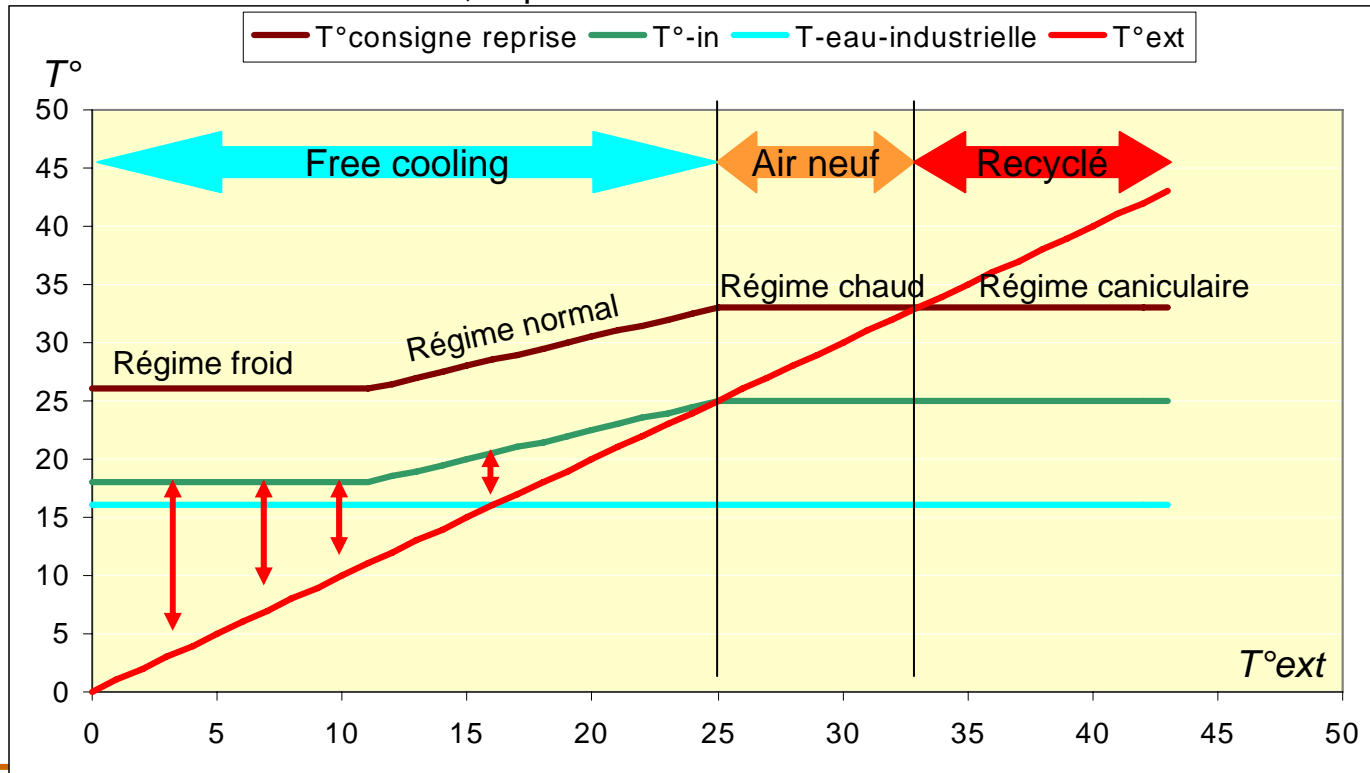
Problèmes de régulation

- Régulation de la ventilation
 - Les machines aspirent !
 - La ventilation s'emballle
 - un réacteur de Boeing dans le couloir?
- Du choix de réguler sur la température de reprise..
 - Positionnement délicat de la sonde
 - Oscillation à l'ouverture du registre de recyclage
 - Temps de réponse long
 - une baisse de température de 5° en face avant des machines met plusieurs minutes à avoir un impact de 0.1° en face arrière
 - d'où des oscillations à la mise en route de l'eau industrielle.

Difficultés de mise en œuvre

Ajustement des consignes

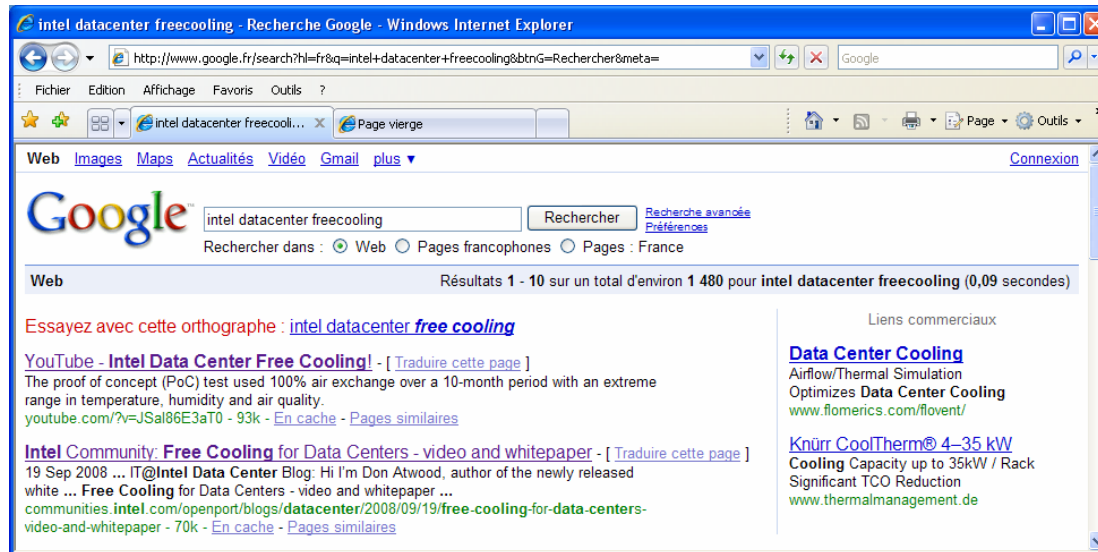
- **Système à consigne variable**
 - En période froide on dispose d'air froid permettant d'avoir une consigne basse 26° reprise/18° entrée.
 - En période chaude on remonte la consigne jusqu'à 33° reprise 25° entrée.
- **Prendre une marge (flèches rouges) pour n'utiliser d'eau industrielle qu'avec la consigne haute!**
 - Si la marge est insuffisante gaspillage d'eau industrielle,
 - Si $T^{\circ}\text{in} < T^{\circ}\text{eau industrielle}$, impossible de l'atteindre!



Conclusions

- Economie d'énergie
 - 84% du temps on économise 75% de la puissance de refroidissement
33% de la puissance installée avec un COP de 3 pour une pompe à chaleur
8% correspond à la puissance de ventilation nécessaire
 - Aujourd'hui avec 40KW installés on économise 10KW (84% du temps)
Soit 75 000 KWh/an, (30 tonnes de CO2/an si on utilisait la filière fioul !)
 - Demain à pleine puissance ce sera :
150 000 KWh/an d'économie, opération remboursée en 5 ans
- Indépendance par rapport aux incidents liées à la climatisation
 - Usuellement une panne de climatisation entraîne un arrêt de l'informatique
 - Dans notre cas ce type de problème n'a d'impact que si la température extérieure est > à 30° soit moins de 5% du temps
95% des problèmes de climatisation en moins
 - Possible d'envisager de mettre la climatisation sur onduleur (car elle représente moins de 10% de la puissance installée)!
- En free cooling le système est sous critique!

Intel Air economizer Prof of Concept



- INTEL a très récemment écrit un livre blanc sur le sujet!
- http://www.intel.com/it/pdf/Reducing_Data_Center_Cost_with_an_Air_Economizer.pdf
- [Page_1](#) [Page_2](#) [Page_3](#) [Page_4](#)