Projet
“Calculateur Grille refroidit par Free Cooling”
au LIG (antenne de Montbonnot)

1) Calculateur pour la grille de CIMENT (CiGri)

CIMENT est le mésocentre de calcul intensif de l'Université Joseph Fourier. Il organise un réseau d'experts qui maintiennent plusieurs supercalculateurs utilisés par l'ensemble de la communauté scientifique Grenobloise. Chaque calculateur est en général lié à un ou plusieurs projets, mais CIMENT assure le fonctionnement d'une grille (CiGri) qui exploite les ressources des différents calculateurs quand elles sont libres, selon un principe de « meilleurs effort » (c'est à dire lorsqu'aucune tâche locale prioritaire ne tourne dessus). La grille dans sa totalité est accessible à tous les utilisateurs de CIMENT, quel que soit leur laboratoire de provenance.

Jusqu'à maintenant, aucune machine n'était entièrement dédiée à la grille. Mais afin d'inciter les utilisateurs à mieux exploiter la grille chaque fois que cela est possible, CIMENT a décidé de se doter d'une machine qui ne sera accessible que de cette manière. Le financement de cette machine sera fourni par des contributions de différents laboratoires motivés par le projet. Les ressources ainsi acquises s'ajouteront aux ressources actuelles de la grille à la différence près que ces ressources n'auront pas la contrainte du mode « meilleurs effort ».

2) Refroidissement par “free cooling”

L'intégration d'une machine exploitée de manière exclusive par CiGri et les problématiques actuelles de l'hébergement (coût du refroidissement en particulier, mais aussi éco-responsabilité) nous ont amené à penser que cette machine pourrait fonctionner avec un refroidissement 100% par air ambiant (avec une circulation d'air appropriée).

Dans la région de Grenoble, la température extérieure est suffisamment basse pour permettre un refroidissement direct d'un supercalculateur durant 85% de l'année en moyenne (voir l'expérience du LPSC : http://informatique.in2p3.fr/?q=node/290)

Etant donné que les ressources disponibles dans une grille sont vues de manière globale, il est acceptable d'imaginer qu'une partie des ressources soient indisponibles pendant les périodes de l'année où il fait le plus chaud (par exemple, la machine peut fonctionner la nuit au mois de juin et être éteinte en journée).

A l'antenne du LIG de Montbonnot (bâtiment INPG), il y a d'autres serveurs expérimentaux qui pourraient également se satisfaire de ce mode de fonctionnement (citer les exemples ici). Une installation free-cooling devrait permettre d'éviter d'investir dans une mise à jour du climatiseur actuellement sous-dimmensionné.
En outre, les équipes qui y travaillent (MESCAL et MOAIS) développent des outils de gestion de ressources qui sont utilisés entre autres dans CIMENT. CiGri fait partie de ces outils et ce logiciel fait souvent l'objet de recherche en ordonnancement. La prise en compte des contraintes du free-cooling est quelque chose de très intéressant sur le plan expérimental et donnera lieu à des développements innovants.

3) Une collaboration CIMENT/LIG éxemplaire

La collaboration entre CIMENT et les équipes MESCAL/MOAIS du LIG ne date pas d'aujourd'hui ! Dès sa création en 1998, CIMENT a apporté les cas d'usage et des ressources, et les équipes MESCAL/MOAIS ont fourni les outils qui sont issus de la recherche en informatique distribuée. Depuis plusieurs années, la gestion et l'optimisation de l'énergie fait partie des travaux menés en commun.

Ce projet, qui se situe dans une thématique d'actualité qui est l'éco-responsabilité en matière d'hébergement de matériel informatique énergivore, est dans la continuité de ces collaborations. Nous souhaitons montrer l'exemple, à l'instar de ce qui a déjà été fait au LPSC (laboratoire avec lequel les collaborations sont également fréquentes).

De plus ce projet permettra de nourrir la réflexion de l'éco-responsabilité pour la plate-forme dédidée à l'expérimentation que constitue Grid'5000 et pour laquelle les membres des équipes MESCAL/MOAIS sont fortement impliqués. Ainsi plusieurs actions seront menées en accompagnement du projet pour recueillir un maximum d'information par exemple sur la consommation, le recueil de trace d'activité afin d'évaluer la possibilité d'utiliser ce type de solution de free-cooling pour des grappes de Grid'5000. En prime les informations recueillies qui correspondront à l'exploitation d'une grille de production, seront mises à la disposition de la communauté Grid'5000. Ainsi nous renforcerons les liens entre grille de production et grille de recherche.

Finalement, nous étudierons aussi la possibilité d'effectuer des couplages temporaires entre la grille CIMENT et la plate-forme Grid'5000 par le biais notamment de ce calculateur Grille.

4) Pré-etude technique

Le projet n'est pour le moment qu'une ébauche. Ce document a pour but de présenter l'idée de conception d'un système de free-cooling « léger » dans la salle machine déjà existante de l'antenne du LIG de Montbonnot. Le calculateur acheté par CIMENT n'est pas décrit dans ce document et fait l'objet d'une procédure d'achat « classique ». Nous nous contenterons des limites que nous nous imposons, à savoir :

–refroidissement de maximum 2 racks de 42U

–consommation électrique totale d'environ 10KVA (probablement moins dans un premier temps)

La consommation électrique pourrait aller au delà en fonction des évolutions futures du projet, si l'installation le permet et si la solution de refroidissement réalisée en a la capacité.

4.1 Local

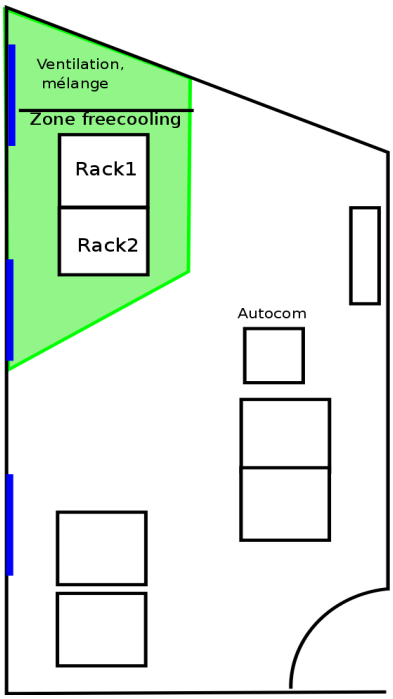
Le local visé est l'actuelle salle machine du premier étage du batiment INPG de la ZIRST Innovallée à Montbonnot, communément appéllé « antenne du LIG de Montbonnot ». Il conviendra de vérifier avant toutes choses les points suivants:

- capacité électrique en KVA (à priori 23KVA d'après le disjoncteur actuellement en place)
- capacité de la charge au sol (cela pourra impacter sur le choix de la configuration physique du supercalculateur à installer)

Nous ne souhaitons pas transformer intégralement la salle, mais uniquement exploiter l'espace du fond de la salle et aménager les 2 fenêtres du fond. Aucune modification de l'emplacement des équipements réseau et télécom actuellement en place n'est prévue. Le groupe clim actuellement en place servira à assurer le refroidissement 24/24 et 7j/7 des équipements réseau et serveurs du laboratoire, ainsi que de la frontale et des éléments de stockage du supercalculateur. La partie aménagée en free-cooling sera confinée pour ne pas interférer avec le climatiseur.

Le fond de la pièce est en biseau et est actuellement difficilement exploitable. Mais nous tirerons justement parti de cette forme pour aménager la zone de mélange des flux d'air nécessaire à l'obtention d'une température constante. C'est dans cette zone que sera installée la machinerie (ventilateur, registres, filtre,...)

Croquis de la salle et de la zone aménagée en free-cooling:



4.2 Système de refroidissement

Le système de refroidissement serait essentiellement composé d'un bloc ventilateur+filtre, de gaines, de registres motorisés et d'un système de régulation électronique (voir l'**annexe 1** pour plus de détails). Le principe est de faire au moindre coût et d'exploiter le plus possible les compétences en interne. Aussi, par exemple, le système d'asservissement électronique pourra très bien être réalisé en collaboration avec l'INRIA. Nous pourrions même en faire un sujet de stage.

Le système serait entièrement démontable. Le confinement serait réalisé avec des plaques de plexiglas ou autre matériaux léger. L'espace à l'arrière des racks devra être suffisant pour qu'un homme puisse passer afin d'intervenir sur le cablage des serveurs. La face avant pourra être soit accessible par une porte aménagée dans le capotage suffisament distant des rack pour permettre l'installation des serveurs, ou sinon le capotage devra être amovible afin de pouvoir installer les serveurs dans les racks (selon l'espace disponible).

4.3 Impact sur le batiment

La seule modification concernant le bâtiment serai au niveau des fenêtres: il faudrait remplacer le vitrage par un matériau plein qui nous permettera d'aménager les orifices nécessaires à la ventilation. On peut envisager l'achat de nouveaux ouvrants afin de ne pas modifier les existants, mais le côut sera certainement plus élevé.

Des grilles de ventilation classiques seront placées en face extérieure afin d'empêcher l'eau de pluie de pénétrer; ou la forme des éléments de ventilation sera étudiée pour éviter toute infiltration d'eau. Les formes et couleurs devront être choisie de façon à être le plus discret possible.

Une sécurité incendie devra couper la ventilation et les serveurs en cas d'élévation de température anormale et/ou détection de fumée.

5)Estimation budgétaire

5.1 Investissement

Caisson de ventilation 6000 m3/h + accessoires	3300 € HT
Fournitures (registres, grilles,...)	850 € HT
Gaines sur plan en tôle galvanisée	2000 € HT
Modification des fenêtres	1000 € HT
Sécurité incendie	300 € HT
Système de régulation	300 € HT
Capotage	500 € HT
TOTAL	***8250 € HT***

5.2 Fonctionnement

Les frais de fonctionnement consisteront en la consommation d'énergie électrique du supercalculateur, du ventilateur et des sondes. CIMENT finance déjà les frais de fonctionnement (via les contributions des laboratoires utilisateurs) des calculateurs qui sont hébergés à SIMSU. Les côuts doivent pouvoir être estimés sur cette base (en soustrayant la partie climatisation, onduleur et générateur).

6) Participants

Nom	**Fonction**	**Rôle**
Berthoud Françoise	Ingenieur CIMENT (IR1)	Conseils Ecoinfo

Boutherin Bernard	Ingénieur LPSC	Conseils free-cooling
Bzeznik Bruno	Ingénieur grille CIMENT (IR2)	Coordination, adaptation CIGRI, réalisation
Bzeznik Max	Ingénieur technico commercial retraité	Etude système de ventilation, contact sous-traitance gaines
Richard Olivier	Maitre de conférence LIG	Coordination, étude asservissement, réalisation
Roch Francoise	Ingénieur CIMENT (IR1)	Etude achat supercalculateur
Seguy Christian	Ingénieur système/réseau LIG	Suivi de réalisation, contact batiment, réalisation

Annexe 1

pré-étude du système de refroidissement par air ambiant (free-cooling)

FREE COOLING

ESTIMATION DU DEBIT D'AIR NECESSAIRE :

Données : Puissance à évacuer = 10 KW
Différence de température (face avant / face arrière) = 8°C

P (W) = 0,34 x Qv (m3/h) x (T2-T1)
Qv = 10000 / (0,34 x 8) = 3 676 m 3/h soit environ = **4 000 m3/h**

DIMENSIONNEMENT :

Pour 6 000 m3/h

-Caisson CVT 15/15 1.1 KW (puissance moteur à confirmer suivant perte de charge filtre), avec filtre gravimétrique plissé sur glissières, isolation simple peau et pressostat différentiel, monté suspendu au plafond (avec plots antivibratiles) + variateur de fréquence mono + filtre anti parasite
-Registre d'entrée Ø 500 mm + moteur de registre
-Registre by-pass Ø 315 mm + moteur de registre
-Gaines verticales de soufflage 500 x 250
-8 grilles de soufflage 400 x 150, simple déflexion, avec registre.

Pour 4 000 m3/h

-Caisson CVT 10/10 1.1 KW (puissance moteur à confirmer suivant perte de charge filtre), avec filtre gravimétrique plissé sur glissières, isolation simple peau et pressostat différentiel, monté suspendu au plafond (avec plots antivibratiles) + variateur de fréquence mono + filtre anti parasite
-Registre d'entrée Ø 400 mm + moteur de registre
-Registre by-pass Ø 25 mm + moteur de registre
-Gaines verticales de soufflage 500 x 200
-8 grilles de soufflage 400 x 100, simple déflexion, avec registre.

REALISATION :

La partie aspiration serait réalisée avec des éléments standards du commerce en gaine ronde acier galvanisé.
Cette partie serait calorifugée par un Climaver 25 mm pour éviter la condensation dans la pièce.
Si vous avez un peu de sous, il serait bien d'isoler le caisson plutôt en double peau (avec contre tôle interne), car ceci limite le risque d'envoyer des fibres de verre dans l'air de soufflage.

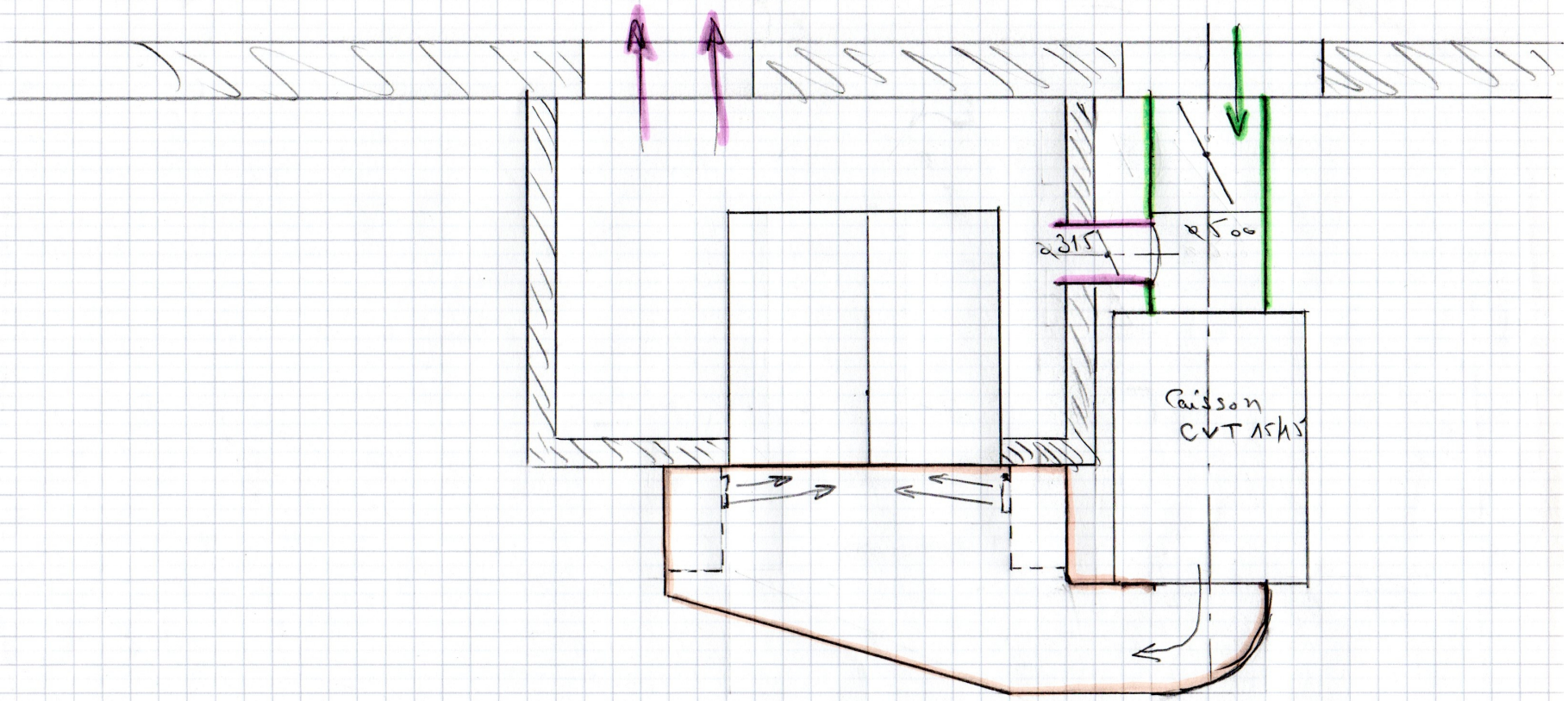
La partie soufflage serait réalisée en pièces de forme réalisées sur plan en tôle galvanisée ép. 0,75 mm.
Les grilles de soufflage se montent directement dans les gaines verticales par emboitement. J'ai prévu des registres sur ces grilles, pour éventuellement ajuster le débit d'air suivant le niveau (haut, bas). Dans un premier temps, ils peuvent être économisés.

Si le débit de soufflage est bien adapté, je pense qu'il est possible que ça marche sans fermer la face avant. En effet, les machines vont aspirer un « bouchon » d'air frais soufflé par les grilles (d'où l'intérêt de la déflexion dans les grilles).
Toutefois, avec cette conception, il est simple de fermer la face avant en fixant des éléments de capotage plat (des portes) sur la face avant des gaines verticales. Voir même, mais ce n'est pas très esthétique, un simple rideau à lanières plastique.

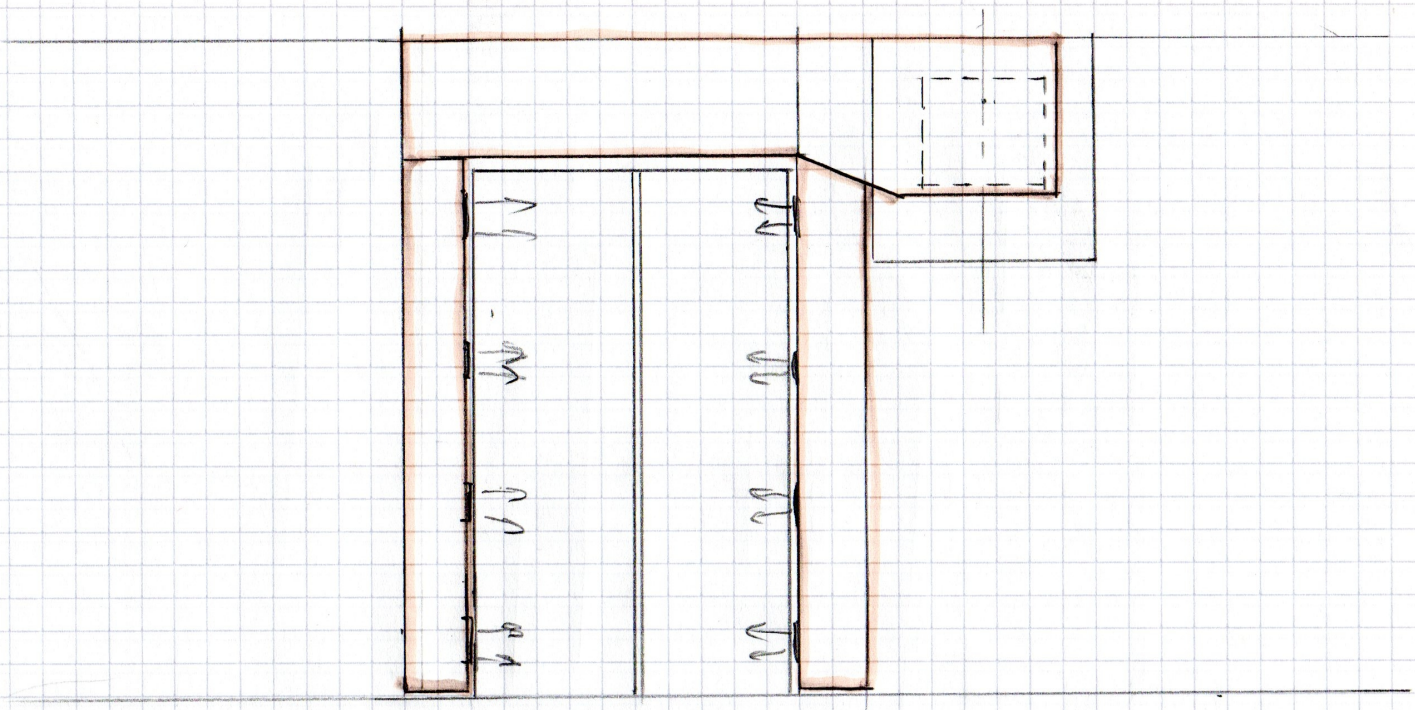
Réglages :
Les registres d'aspiration et de by-pass devront être régulés conjointement de façon à conserver le même débit total. Le pourcentage d'air recyclé sera adapté en fonction de la température de sortie.
Il faudra prévoir une règle limitant la vitesse d'ouverture d'arrivée d'air extérieur pour éviter la condensation en cas de passage rapide de la température externe de très basse à chaude.

Le débit total sera réglé par le ventilateur centrifuge du caisson (d'où le variateur de fréquence) en principe une fois pour toutes. Je pense que pour les réalisations similaires suivantes, la motorisation pourra-être optimisée en fonction des résultats de ce prototype.

Max Bzeznik - 02/11/2010



VUE DE DESSUS



8 grilles de soufflage
400 x 150 simple déflexion
avec registre
Montées verticales sur les
gaines verticales

ELEVATION