

Hébergement haute densité dans un conteneur à *free cooling* à air direct

Stéphane Aicardi, Emmanuel Halbwachs, Albert Shih

Division Informatique de l'Observatoire de Paris
61, avenue de l'Observatoire 75 014 Paris

Résumé

L'Observatoire de Paris a mis en production en juin 2012 un conteneur Ice Cube Air de SGI. Ce datacentre modulaire est le premier modèle installé en Europe à fonctionner sans climatisation classique.

Nous en donnerons un retour d'expérience après un an d'exploitation. Nous présenterons également le cheminement qui nous a mené vers l'appel d'offres, puis le choix de cette solution, les embûches rencontrées lors du chantier et les avantages et inconvénients de la solution telle qu'elle est commercialisée.

Voici quelques chiffres permettant de se faire une idée du datacentre : une capacité d'hébergement de 16 baies de 51 U ; une puissance électrique d'hébergement utile de 35 kW par baie, soit 560 kW en tout ; une puissance de refroidissement analogue. Le PUE mesuré est de 1,02 avec la charge actuelle de 60 kW.

Mots clefs

infrastructure, datacentre, conteneur, hébergement, mutualisation, mésocentre, haute densité, climatisation, free cooling, impact écologique, green computing

1 L'Observatoire de Paris en bref

Établissement fondé en 1667, l'Observatoire de Paris est le pôle majeur national de recherche en astronomie avec 30 % des astronomes français. Cinq laboratoires et un institut y sont hébergés sur trois sites : Paris, Meudon et Nançay. Ils sont tous des Unités Mixtes de Recherche (UMR) avec le CNRS et de grandes universités franciliennes. Les missions de l'Observatoire sont la recherche, l'enseignement, la diffusion vers le grand public et des services à la société, tel que le temps légal français.

La Division Informatique de l'Observatoire (DIO) est chargée de tous les aspects informatiques mutualisés des sites de Paris et Meudon.

2 Les salles existantes avant l'achat du conteneur

2.1 Prologue : état des lieux vers 2006

En 2006, la DIO exploitait deux salles, une à Meudon, une à Paris. Passons rapidement sur la salle de Paris qui était un cagibi difficile d'accès, vaguement climatisé et sous-alimenté électriquement, qui accueillait deux baies.

La salle de Meudon est la salle « historique » conçue à l'origine pour héberger un *mainframe*. La salle comportait un grand nombre de serveurs type « tour » organisés sur des tables ou au sol. Les deux seules baies dignes de ce nom étaient celles d'une grosse machine de calcul à mémoire partagée, une HP AlphaServer achetée 340 000 € en 2003. La climatisation était assurée tant bien que mal par 3 « cassettes » au plafond de 10 kW froid chacune. La salle a ensuite évolué au fil de l'eau : arrivée des premières baies, généralisation des serveurs *rackables*, bannissement des tours, maillage de la salle en sondes de température, etc. La climatisation a toujours été une source d'ennuis, s'agissant de modèles non industriels que l'on rencontre pour climatiser/chauffer des bureaux. Le seul aspect resté luxueux de cette salle désormais désuète est le groupe électrogène de 50 kVA (\approx 40 kW). Plus tard, une des cassettes de climatisation a été remplacée pour cause de

pannes chroniques par une armoire soufflante de 20 kW froid, mais toujours de facture basique, dans le cadre du contrat de maintenance de site.

Cette salle héberge le cœur de réseau et tous les serveurs névralgiques du campus. En effet, tous les fourreaux de fibre optique y convergent et la présence du groupe assure une continuité de l'alimentation électrique. Mais c'est aussi ce qui rend la salle difficile à faire évoluer ou à déplacer en dehors d'une opération à très grand coût.

Les laboratoires, quant à eux, possèdent une voire plusieurs salles. En effet, l'astronomie est une discipline où l'on calcule beaucoup et la démocratisation du CPU a vu fleurir nombre de petits ou moyens *clusters*. Ainsi, des salles dites « serveurs », bien vite sous-dimensionnées électriquement et équipées de climatisations bas de gamme, se sont multipliées sans aucune recherche d'optimisation globale.

Le lecteur éclairé aura vite compris que le PUE¹ de toutes ces salles est dans le meilleur des cas de l'ordre de 2.

2.2 Une salle compartimentée

En 2006, un laboratoire souhaite rénover sa salle à bout de souffle et a le bon réflexe de solliciter la DIO pour la mutualiser. Profitant de cette dynamique, deux autres laboratoires se rallient à l'idée d'une salle neuve, mutualisée dès le départ. Un premier recensement des besoins est fait ainsi qu'une estimation naïve et inexpérimentée des coûts : 75 k€. Après les premiers devis, on se rend compte que l'on s'est trompé d'un facteur 2 et le budget est réévalué à 150 k€. Grincements de dents, mais l'argent est trouvé. Un appel d'offres est lancé, la fleur au fusil et sans AMOA, en collaboration avec le service immobilier tout aussi naïf que nous autres informaticiens vis-à-vis des salles informatiques modernes. L'idée est de viser à terme 40 kW, en deux tranches de 20 kW. La seconde tranche étant pour « plus tard, quand on aura déjà bien rempli la première ». La première tranche est mise en service fin 2008 et se remplit en... 6 mois. La deuxième tranche est alors réalisée dare-dare, bien plus tôt que prévu. S'en suivent plusieurs itérations de prise de conscience d'erreurs et de corrections : la mesure fine de la température en divers points est importante, la mesure assez fine de la consommation électrique est très importante, l'installation électrique est sous-dimensionnée d'un facteur 2, la conception du local hébergeant les groupes de production d'eau glacée ne tient pas la montée en charge. Au final, après un second appel d'offres pour le doublement de la puissance électrique, l'achat de PDU (*Power Distribution Unit*) instrumentés, de tableaux électriques équipés de centrale de mesures, l'aménagement du local groupes froids et menus travaux, le coût de la salle approche les 300 k€. Ceci pour une salle de 25 m² comprenant 9 baies, un onduleur de 40 kVA, 40 kW de puissance électrique et autant de froid. Avec une architecture compartimentée allée chaude/froide et unité de soufflage type APC InRow, le PUE mesuré varie entre 1,3 et 1,6 selon l'hiver ou l'été.

Si on fait le bilan, il a fallu plus de 3 ans pour stabiliser la salle, avec un budget et des besoins initiaux largement sous-estimés. La sous-estimation des besoins entraîne mécaniquement un dépassement du budget prévu. Et ça marche bien ? Plutôt pas mal, mais on dénombre quand même près d'une **quinzaine d'incidents en 5 ans**, mineurs ou graves, et tous **exclusivement liés à la climatisation**.

Le lecteur intéressé par une présentation plus détaillée de cette salle pourra se reporter à [1].

2.3 Du *free cooling* direct pour pas cher

Avec l'augmentation des besoins en calcul, des crédits et des serveurs supplémentaires sont arrivés, dépassant la capacité de la salle de Meudon. Pour se sortir rapidement de cette ornière et nous donner un peu de temps pour réfléchir à une solution pérenne, nous avons expérimenté un premier dispositif de *free cooling* direct. L'idée était de mettre au sous-sol, endroit naturellement tempéré, 2 baies APC munies de portes arrière à extraction d'air chaud. Les portes arrière sont équipées de 4 ventilateurs qui forcent un flux d'air vers l'extérieur au travers de conduits souples puis de vasistas. Une petite climatisation de 5 kW alors inutilisée a été récupérée et placée de manière à souffler vers l'avant des baies, afin de maintenir la température à un niveau raisonnable en été. Chaque baie peut facilement extraire l'équivalent de 8 kW, soit plus que la capacité électrique actuelle. Une amenée d'air a été aménagée pour compenser la dépression créée. Le coût des travaux pour les 2 baies (matériel, installation de la conduite forcée et installation électrique 4 × 16 A) était inférieur à 15 k€.

1. Le PUE, pour *Power Usage Effectiveness*, est le rendement énergétique d'une salle informatique. Il se définit par le rapport entre la puissance totale de la salle et la puissance utile pour l'informatique hébergée. Le lecteur scientifique aura remarqué que cette définition est malheureusement l'inverse de celle du rendement en physique : le rendement d'une salle est égal à $\frac{1}{PUE}$. Ainsi, alors qu'un rendement est compris entre [0, 1], un PUE est compris entre [1, +∞[. Un PUE proche de 1 signifie que la quasi totalité de la puissance globale est utilisée pour les serveurs. Un PUE égal à 2 signifie que pour faire fonctionner 1 kW de serveurs, il faut ajouter 1 kW d'infrastructure, principalement en climatisation.

Le PUE estimé est de 1,1 et aucune panne n'est à signaler en plus de 4 ans de fonctionnement. Pour limiter la prise de risque, seuls les plus vieux nœuds de calcul ont été déplacés dans ces baies. L'expérience s'avère très positive et d'un rapport performance/coût très intéressant.

2.4 Premiers bilans

Au cours des années 2006-2010, nous avons ainsi appris par l'expérience que :

- les pannes proviennent exclusivement de la climatisation, sans relâche ;
- le *free cooling* direct fonctionne, et plutôt très bien ;
- il vaut mieux voir grand tout de suite, car un sous-dimensionnement se paie tôt ou tard ;
- la mesure des grandeurs physiques est indispensable, car « on ne pilote bien que ce que l'on mesure bien » ;
- réduire le PUE a un vrai impact sur la facture électrique ;
- le métier évolue : les informaticiens doivent acquérir de sérieuses notions d'électricité et de climatisation.

3 La route vers l'achat du conteneur

3.1 Courant 2010 : explosion des besoins

La bouffée d'oxygène de 10 kW créée par les 2 baies en *free cooling* aura été de très courte durée puisque l'Observatoire héberge un nœud de la grille NGI-France et a reçu un financement pour une méso-machine de calcul. Et le nombre de Watts de CPU par € augmente. La DIO a consulté un bureau d'étude pour l'hébergement de ces nouveaux gros moyens de calcul, sans idées préconçues. Après prospection sur le marché de l'externalisation, l'hébergement dans un datacentre extérieur a été écarté pour trois raisons : le coût de la location intégré sur le long terme, l'impossibilité d'y mettre la densité en W/m² nécessaire pour le HPC et enfin le frein politique. L'étude a montré que la différence de prix entre refaire de fond en comble une salle en dur et un conteneur était nulle. Et ceci sans avoir considéré le *free cooling* direct, car l'Ice Cube Air de SGI n'existait pas encore au catalogue. L'idée était de faire du *free cooling* indirect, avec des groupes froids hybrides.

Mais le projet a été mis en suspens car dépendant d'un prérequis important : le renouvellement du transformateur haute tension du groupe de bâtiments pour remplacer son aïeul au pyralène. En effet, l'appel d'offres pour le transformateur a pris du retard pour des problèmes d'ordres économiques et organisationnels.

3.2 Début 2011 : urgence

Toujours sans solution d'hébergement, la pression a encore augmenté d'un cran avec la transformation de la méso-machine d'établissement en une méso-machine régionale (≈ 500 k€) dans le contexte d'un Equipex. Puis l'arrivée inattendue d'une seconde grosse machine (également ≈ 500 k€) suite à un financement européen décroché par une chercheuse.

Ainsi, c'est l'exécutif qui a fait le choix du conteneur car il permettait d'aller plus vite que le réaménagement complet d'une salle en dur.

3.3 Appel d'offres conteneur

L'appel d'offre a été publié en juillet 2011. Le CCTP demandait explicitement un conteneur pour de l'hébergement informatique de haute densité. Il avait été décidé de mettre en dehors de cette opération les infrastructures préparatoires (dalle béton, alimentations en électricité, eau et fibre, etc.) car le service immobilier disposait de marchés à bon de commande et comptait faire des économies par ce biais. En dimensionnement, il était demandé 600 U pour 400 kW IT en deux tranches (200 + 200), 128 A de capacité par baie (soit 30 kW/baie). La détection d'incendie était demandée de base mais l'extinction en option, car nous étions circonspects sur les solutions à base de FM 200 qui nous semblaient dangereuses. Le contrôle d'accès par badge devait s'intégrer avec l'existant.

En septembre 2011, nous avons eu les réponses suivantes : APL (Module-IT), HP (POD), IBM (PMDC), Rittal (RimatriX5), ServiWare (Mobull) et SGI (Ice Cube Air). Le couple Dell/Emerson n'a pas répondu car le bureau d'étude était mobilisé sur un très gros appel d'offre. Hormis ce dernier, nous avons ainsi tous les gros acteurs du marché du moment pour les datacentres mobiles.

3.4 Pourquoi avoir choisi un conteneur SGI ?

Parmi les réponses à l'AO, SGI était le seul à proposer du *free cooling* à air direct. La perspective de ne plus avoir de climatisation et donc de pannes sans fin n'était pas pour déplaire à la DIO, qui avait une expérience positive en interne et qui avait suivi avec grand intérêt les retours d'expérience à Grenoble de l'IN2P3 [2] et de l'Université Joseph Fourier [3]. Aussi, les préconisations ASHRAE ([4], [5]) pour les serveurs montraient des plages de fonctionnement en température et en humidité de plus en plus larges.

Un autre avantage de cette solution était que la capacité de refroidissement maximale était présente dès le départ. Pas de tranches successives de puissance froid à acquérir dans le futur.

Enfin, l'aspect écologique pouvait plaire aux financeurs qui pourraient ainsi faire valoir un investissement raisonné.

4 Le conteneur SGI Ice Cube Air, comment ça marche ?

SGI propose trois types de modules à assembler : un petit de 4 baies, un moyen de 10 baies et un grand de 20 baies. La configuration acquise est ce qu'il est possible de faire de plus grand avec les petits modules : un ensemble de 4 modules de 4 baies. Au final, cela fait un conteneur de 16 baies de 51 U, soit 816 U au total.

La plupart du temps, lorsque la température et l'humidité extérieures sont compatibles avec les plages ASHRAE des serveurs, un flux d'air est aspiré au travers du conteneur par un ensemble de 24 ventilateurs de la taille d'une jante de camionnette. Les ouvertures avant et arrière sont contrôlées par des persiennes. L'air extérieur est aspiré à l'avant, traverse les serveurs et l'air chaud est poussé à l'extérieur par les ventilateurs des serveurs.

Lorsque l'air extérieur est trop humide ou trop froid, l'air chaud produit par les serveurs est recyclé vers l'avant pour assécher ou tempérer l'air extérieur.

Lorsque l'air extérieur est trop chaud, un système de goutte-à-goutte humidifie des panneaux de fibre de verre. Le flux d'air extérieur traverse en permanence ces panneaux. Quand ceux-ci sont mouillés, l'évaporation de l'eau consomme de l'énergie et fait baisser la température de l'air. Prosaïquement, c'est le système du drap mouillé suspendu devant la fenêtre ouverte en période de canicule. Scientifiquement, c'est du *refroidissement adiabatique*.

Une subtilité avec les ventilateurs : l'axe de soufflage n'est pas dans l'axe des baies, mais de biais, pour former une turbulence qui permet de mieux homogénéiser la température et de présenter « gentiment » l'air devant les serveurs, sans forcer les ventilateurs de ces derniers.

Bien que simple dans le principe, le conteneur est bourré de capteurs (température, hygrométrie, etc.) et acteurs (moteurs, servo-moteurs, électro-vannes, etc.) divers. Le contrôle-commande de l'ensemble est assuré par un automate programmable industriel (*Programmable Logic Controller, PLC*). C'est assurément là que se trouve une bonne partie de la R et D de SGI. Le protocole de communication entre le PLC et les capteurs/acteurs est *Modbus*.

La chaîne de distribution électrique est assez impressionnante pour le profane. Le disjoncteur d'entrée est à 1 250 A. Il alimente 2 *gaines à barres (busbar)* qui courent le long de l'allée chaude du conteneur. Ces *busbars* alimentent en triphasé 400 V les PDU. Chaque baie possède 2 PDU, un par *busbar*. Le PDU typique est alimenté en 32 A triphasé 400 V et possède en sortie 48 prises C13.

Les prérequis pour la pose du conteneur sont :

- une dalle de béton ;
- une arrivée électrique triphasé 400 V 1 000 A ;
- une arrivée d'eau, type tuyau d'arrosage de jardin ;
- une arrivée réseau fibre optique.

Pour les détails sur le chantier, prière de se reporter à la présentation.

Au niveau esthétique, l'installation est de couleur RAL1015 conformément à la préconisation de l'architecte des bâtiments de France. Des logos représentant des financeurs et des partenaires industriels ont été apposés sur deux faces.

Un dispositif de contrôle d'accès par badge compatible avec l'existant a été installé.

5 Bilan d'exploitation

5.1 Les machines hébergées

À l'heure de la rédaction de cet article, le conteneur héberge cinq ensembles distincts de machines :

- le mésocentre de calcul **MesoPSL**, 1 750 cœurs, 90 To de stockage Lustre, réseau infiniband QDR totalement non bloquant (machine NEC) ;
- le projet européen Momentum, 1 576 cœurs, 290 To de stockage FhGFS, réseau infiniband QDR (machine Dell) ;
- la grappe de calcul de l'Observatoire, 344 cœurs, 37 To de stockage NFS, réseau Gigabit Ethernet (machines Dell/HP) ;
- un nœud de la grille NGI-France, 112 cœurs (machines HP) ;
- plusieurs grappes de calcul de laboratoire.

La puissance maximale installée aujourd'hui est de 75 kW. MesoPSL prévoit des extensions substantielles de sa puissance et de capacité.

Notons que l'installation du conteneur a initié une mutualisation vertueuse avec pour premier résultat la fermeture de deux salles machines énergivores d'un laboratoire, le LESIA, qu'il faut saluer pour sa démarche motivée. À titre indicatif, environ 90 U ont été déplacés avec un coût approximatif de 1 h ETP/U. Les espaces réservés aux laboratoires se sont rapidement remplis, malgré un ticket modérateur institué pour amortir l'investissement et couvrir la consommation électrique.

5.2 Les aménagements a posteriori

L'expérience montre que toute solution fournie clé en main nécessite quelques ajustements. Le plus urgent dès la livraison de la solution a été pour nous d'organiser le cheminement du câblage des machines. En effet, dans l'Ice Cube Air, les baies sont quasi jointives et ne permettent pas d'installer ce câblage entre elles. Nous avons choisi d'installer des guides-câbles verticaux de type « cablofil » en allée chaude. Afin de permettre le démontage des commutateurs réseau, des PDU ou des cartes mères de certains serveurs, ces guides-câbles sont mobiles et nous laissons suffisamment de mou aux câbles afin de les écarter en cas de besoin.

Suite à la réception, un bureau de contrôle a inspecté l'installation électrique. Il a fait la remarque qu'il n'y avait aucun disjoncteur différentiel sur les tableaux des modules qui alimentent l'infrastructure et donc qu'un défaut sur un ventilateur ou un tube fluorescent d'éclairage risquait de mettre tout le conteneur à l'arrêt, en faisant sauter le différentiel amont au TGBT. SGI a accepté gratuitement et sans discuter d'ajouter un différentiel de 300 mA sur chaque tableau. Ceci étant dit, aucun disjoncteur différentiel de 30 mA n'est présent dans la chaîne électrique, d'un PDU au TGBT.

D'autres aménagements sont prévus :

- l'installation d'un atténuateur sonore à l'arrière du conteneur, afin de limiter les nuisances pour les bureaux proches ;
- le remplacement des serrures électro-mécaniques par un modèle qui se verrouille après un délai.

5.3 Avantages et inconvénients d'un conteneur vs. salle en dur

L'argument qui nous a amené à installer un conteneur plutôt qu'à aménager une salle en dur est la rapidité et la simplicité de l'installation. Six mois seulement se sont écoulés entre la notification du marché et la mise en service. Une salle en dur aurait été aménagée en un temps bien plus long. Cette rapidité est due au fait que le conteneur est un datacentre prêt à l'emploi, ce qui économise la coordination entre plusieurs corps de métier.

Dans l'état actuel du marché, les coûts d'acquisition des deux solutions sont proches.

Bien sûr, un datacentre en conteneur est plus contraint en espace qu'une salle classique. Nous manquons actuellement d'informations sur le vieillissement de ces installations et sur la disponibilité des pièces de rechange après l'expiration de la garantie initiale.

5.4 Avantages et inconvénients du *free cooling* direct vs. climatisation classique

Une salle refroidie au moyen d'une climatisation classique à *compression de vapeur* a structurellement un PUE plus mauvais qu'une salle en *free cooling* direct. En effet, les groupes froids ont un coefficient de performance (COP) le plus souvent situé entre 3 et 5. Cela veut dire que la salle la mieux urbanisée et refroidie par les meilleurs groupes froids aura un PUE supérieur à 1,2.

Au contraire, le refroidissement d'une salle en *free cooling* n'utilise que des électro-vannes, des moteurs pour positionner les volets et surtout des ventilateurs. Cela permet d'atteindre un PUE bien plus bas, de l'ordre de 1,02 dans notre installation.

L'expérience cumulée des installations de l'Observatoire de Paris et du LPSC de Grenoble montrent que le *free cooling* direct est une solution simple et robuste qui a beaucoup moins de facteurs de panne qu'une climatisation classique. De plus, en cas de panne de la ventilation, il suffirait d'ouvrir grand les volets avant et arrière pour préserver la production. Au contraire, dans le cas d'une climatisation classique, la température dans une salle fermée monte exponentiellement, endommageant les machines.

Le *free cooling* direct n'est pas exempt de défauts par rapport à son concurrent traditionnel. Les températures dans la salle suivent les alternances jour/nuit et donc peuvent varier d'une dizaine de degrés dans la journée. Il en est de même pour l'humidité relative. Même si cela reste conforme aux préconisations de l'ASHRAE, cela peut avoir des conséquences pour les autres équipements comme les batteries des onduleurs ou les lecteurs de bande magnétiques.

La salle étant par nature ouverte, elle est plus sujette aux vols et au vandalisme, même si les multiples filtres et volets devraient dissuader plus d'un voleur.

Le problème le plus important que nous avons rencontré est celui du bruit : pas celui des ventilateurs du conteneur comme nous le craignons, mais celui des machines qu'on en entend à l'extérieur de la salle au travers des persiennes qui sont la plupart du temps grandes ouvertes. L'année prochaine, nous comptons installer un dispositif supplémentaire de pièges à son pour limiter ces nuisances sonores.

On pourra reprocher au *free cooling* direct l'impossibilité de recyclage de la chaleur produite par les machines.

Enfin, le refroidissement adiabatique cesse de fonctionner dans un environnement à la fois très chaud et très humide. Ces conditions climatiques ne sont quasiment jamais rencontrées dans nos régions tempérées, mais le sont fréquemment entre les tropiques.

5.5 Avis subjectif sur l'Ice Cube Air

Nous avons apprécié l'espace disponible en allée chaude et en allée froide. Nous pouvons confortablement circuler, installer et intervenir sur les machines, malgré l'espace évidemment contraint.

L'ensemble des visiteurs du conteneur a salué sa conception industrielle, loin du bricolage ad-hoc que l'on aurait pu craindre.

Nous regrettons cependant l'absence de remontée d'alarme standardisée. Le logiciel de supervision fourni se s'intègre pas simplement à notre plateforme : il ne fournit que le protocole Modbus et non le protocole SNMP, alors que cela était clairement requis dans le CCTP. À notre demande, SGI a développé un module SNMP pour son firmware et devrait l'installer avant fin 2014. Nous regrettons par ailleurs l'absence d'une mesure de la consommation d'eau par le système de refroidissement adiabatique.

Huit années de maintenance ont été contractées lors de l'achat. Il s'agit d'une visite annuelle d'inspection de routine et du changement des consommables : filtres à air et panneaux de fibre de verre. Pour les filtres papier, la périodicité prévue était de 6 mois. Finalement, ils s'encrassent moins vite que prévu et ont été changés après plus d'un an. Mais ceci est très dépendant de la pollution ambiante. Les panneaux de fibre de verre —servant au refroidissement par évaporation— ont été jugés « comme neufs » après plus d'un an de production. Ainsi, dans notre cas, notre sentiment est que la maintenance de routine se limite à environ une demi-journée par an pour le changement des filtres papier.

5.6 L'organisation humaine

L'arrivée du conteneur a créé une dynamique autour des salles mutualisées sur le site de Meudon. Comme l'enjeu est de fermer de vieilles salles énergivores et peu fiables, des serveurs ont été déplacés vers le conteneur, mais également vers la salle historique, attractive avec son groupe électrogène pour les serveurs critiques peu denses. En contrepartie de l'hébergement des machines denses dans le conteneur, les laboratoires paient un coût de fonctionnement en argent et en heures d'ASR. Ainsi, une organisation collective était à inventer : bonnes pratiques d'urbanisation, de supervision et de mesure, achat de matériel, hygiène et sécurité. Des réunions mensuelles à date fixe ont été mises en place et un site web dédié a été créé pour recenser documents et liens utiles. En particulier, presque toutes les machines hébergées dans ces salles mutualisées ont leurs statistiques de charge visibles par l'ensemble du personnel ou au moins par l'ensemble des ASR.

6 Conclusion

Et si c'était à refaire ? Nous ferions le même choix du *free cooling* direct, que nous ne regrettons pas. En 2013, ServiWare propose à son catalogue un conteneur avec cette technologie et rejoint ainsi SGI, alors seul acteur. Donc il faudrait regarder de près les deux offres. Le conteneur est en production depuis juin 2012 et à compter de cette date plusieurs pannes de climatisation (fuites de liquide frigorigène à répétition, compresseur HS) dans les salles classiques sont venues nous rappeler la sérénité qu'offre le *free cooling* direct. Le concept est simple et sa mise en œuvre robuste. Le seul regret à court terme est l'absence totale de supervision et de remontée d'alarme en série. C'est en passe d'être réglé.

Sur les aspects chantier, nous ne referions pas l'erreur de prendre à la charge de l'établissement la coordination des lots dalle béton, électricité et eau. Sceptiques, nous nous sommes rangés, et c'est bien normal, à l'avis de notre service technique qui préférerait faire des économies avec le marché à bon de commande. Mais l'expérience montre que des imprévus sérieux peuvent arriver et que dans ce cas nos équipes, aussi bien techniques qu'informatiques, sont en sous-effectif pour gérer correctement les choses. Donc si c'était à refaire, nous demanderions à SGI d'être notre interlocuteur unique et de coordonner tous les lots.

À long terme, d'ici 6-7 ans, il faudra voir comment vieillit l'objet, ses parties mobiles et ses pièces d'usure. Une autre difficulté est de savoir si la grande variation jour/nuit de température d'air entrant dans les serveurs, même si elle est dans la plage ASHRAE, grève ou pas à la longévité des serveurs. Serveurs qui en général sont renouvelés au bout de 5 ans de vie.

Le PUE observé de 1,02 est impressionnant et meilleur que dans la publicité SGI. Donc à charge IT constante, on peut réaliser de réelles économies d'énergie et diminuer ainsi l'impact écologique. À condition de ne pas se dépêcher de racheter des serveurs avec l'économie ainsi réalisée...

Bibliographie

- [1] Stéphane Aicardi et Emmanuel Halbwachs et Nicolas Legrand et Albert Shih. Observatoire de paris - deux approches pour la moyenne et haute densité - partie 1 : salle compartimentée. [Lien vers l'article.](#)
- [2] Bernard Bouterin. Retour d'expérience : freecooling au LPSC. [Lien vers l'article.](#)
- [3] Jérôme le Tanou. Retour d'expérience : Vers des infrastructures mutualisées : l'Université Joseph Fourier. [Lien vers l'article.](#)
- [4] ASHRAE TC 9.9. *2011 Thermal Guidelines for Data Processing Environments – Expanded Data Center Classes and Usage Guidance*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2011. [Lien vers l'article.](#)
- [5] GDS Ecoinfo. Présentation des normes environnementales de l'ASHRAE. [Lien vers l'article.](#)



Figure 1 - Vue extérieure.



Figure 2 - Vue intérieure de l'allée froide qui donne accès aux faces avant des baies.