



## Simulations thermiques et aérauliques

[www.exploitant.fr](http://www.exploitant.fr)

Mars 2025 — Rédaction : Olivier KAROUTCHI

## Sommaire

- Introduction
- Bilans capacitaires
- Modélisation 3D de la salle [REDACTED]
- Analyse des simulations thermiques et aérauliques de la salle [REDACTED]
- Conclusion des simulations

## Sommaire des scénarii étudiés :

- **Scénario 1** : Mode normal avant travaux (sans confinement) – [REDACTED]
- **Scénario 2** : Mode normal après travaux (avec confinements) – [REDACTED]



# INTRODUCTION

[www.exploitant.fr](http://www.exploitant.fr)

## Introduction

### Contexte

La société [REDACTED] souhaite étudier l'efficacité apportée par le confinement des allées froides de ses salles informatiques et les possibilités qu'offrent ces derniers en termes de :

- Suppression des points chauds ;
- Augmentation des températures de soufflage en salle ;
- Réduction des débits d'air ;
- Augmentation du régime d'eau glacée.

La présente étude porte sur le site de [REDACTED]

[REDACTED]

Raison social et adresse du bénéficiaire :

[REDACTED]

## Introduction

### *Description des installations*

Le Data Center abrite 2 salles informatiques (dont 1 pas encore équipée) et une zone de bureau.

Le Data Center dispose de 2 voies de distribution hydraulique, il est refroidi par 3 groupes froids de marque CARRIER modèle AQUAFORCE 30XA 1002 par voie d'environ 1100kW froids en régime 12/17°C. Après travaux le régime sera de 15-20°C ce qui permet au groupe froid de disposer de 1182kW de puissance frigorifique par 35°C ext et encore 1077kW par 40°C

Les armoires de refroidissement sont de marque DENCO et de modèle D103DC. Elles possèdent 2 batteries froides afin d'être alimentées par les 2 voies d'eau glacée.

Au niveau de la salle, la redondance est de niveau N+4

Au niveau de la production hydraulique, la redondance est de niveau 2N+1



# BILANS CAPACITAIRES

[www.exploitant.fr](http://www.exploitant.fr)

## Urbanisation des salles informatiques

### Bilan capacitaire thermique de la salle [REDACTED] à cible

Puissance frigorifique selon données Constructeur			
Nbre	Modèle	Puissance froid Totale	Puissance froid Sensible (1)
18	Denco D103DC	/	87 kW
<b>Total Puissance frigorifique Sensible</b>			<b>1 566 kW</b>

*Note (\*)* : Les puissances sensibles sont déterminées pour une hygrométrie moyenne de 30 % Humidité Relative (HR) et un point de consigne de reprise de 26,5 ° C à un régime d'eau de 12-17 ° C, elles tiennent compte de la puissance absorbée par les ventilateurs des armoires de refroidissement.

Puissance Calorifique Générée selon données de mesures fournies	
Puissance Totale IT	372,25 kW
Puissance éclairage (10W/m <sup>2</sup> )	9,82 kW
Puissance dissipée par les équipements électriques en couloir technique	2,7 kW
Puissance nominale des ventilateurs des armoires de refroidissement selon fonctionnement actuel	27,8 kW
<b>Total Puissance Calorifique</b>	<b>412,57 kW</b>
<b>Moyenne de Puissance IT surfacique (750 m<sup>2</sup>)</b>	<b>0,496 kW/m<sup>2</sup></b>

Marge calculée de puissance frigorifique mode normal (N)	
<b>Marge frigorifique</b>	<b>1 171,23 kW</b>
	74,8 %

Marge calculée de puissance frigorifique mode normal (N-4)	
<b>Marge frigorifique</b>	<b>833,23 kW</b>
	68,4 %

## Urbanisation des salles informatiques

### Bilan capacitair thermique de la salle [REDACTED]

Volume d'air de Refroidissement « Disponible » selon les données Constructeur		
Nbre	Modèle	Débit
18	Denco D103DC	25 560 m3/h
<b>Total Débit Air disponible théorique</b>		<b>460 080 m3/h</b>
Volume d'air de Refroidissement « Nécessaire » Calculé		
<i>Total Débit Air calculé, nécessaire pour refroidir tous les équipements de la salle : Calcul basé sur 372 kW de Puissance et 12 °C de delta T moyen dans les systèmes IT ce qui est admis par tous les constructeurs et l'ASHRAE)</i>		<b>91 127 m3/h</b>
Marge de Volume d'air de Refroidissement mode normal (N)		
Volume d'air « Disponible » — Volume d'air « Nécessaire »		<b>368 953 m3/h</b>
		<b>80,2 %</b>
Marge de Volume d'air de Refroidissement mode normal (N-4)		
Volume d'air « Disponible » — Volume d'air « Nécessaire »		<b>266 713 m3/h</b>
		<b>74,5 %</b>

## Urbanisation des salles informatiques

### *Analyse des bilans thermiques et aérauliques*

Selon les bilans aérauliques et thermiques, la salle [REDACTED] ne présenterait aucun problème de refroidissement en mode normal puisque les marges de puissance frigorifique et aéraulique sont en excédent pour l'installation des équipements communiqués.

À ce jour le débit d'air minimum de chaque armoire de refroidissement est limité à 45% du débit nominal. D'après le bilan capacitair aéraulique l'ensemble des équipements présent en salle ne nécessitent que 20% du débit nominal pour fonctionner avec un delta T de 12.

Le confinement et l'amélioration de l'étanchéité des faces avant des baies vont permettre de corriger la régulation actuelle afin de travailler sur un delta mini de 10 au niveau des armoires de refroidissement et ainsi rétablir le débit minimum des armoires de refroidissement à 30% de leurs capacités nominales entraînant directement des économies d'énergie sur la consommation des ventilateurs.

# Urbanisation des salles informatiques

## Analyse de l'urbanisation

Résultats de l'analyse de l'Urbanisation		
	Résultats	Commentaires
Organisation en allées chaudes/froides	OK	Il existe sur le plan d'urbanisation des travées successives dont les baies sont dans le même sens. ALBIANT a corrigé le problème d'urbanisation en ajoutant une extension de la baie avec porte arrière pleine et évacuation de l'air chaud par le dessus.
Continuité des allées	OK	Baies factices installées pour combler les espaces vides entre les baies
Panneaux d'obstruction des « U » vides des baies	OK	RAS
Obstruction des passages de câbles en plancher	OK	Les passe-câbles sont équipés de brosses ou autre dispositif d'occultation
Allée ouverte/couverte	Ouvertes	Les allées froides ne sont pas confinées (allée ouverte) avant travaux d'urbanisation

# Urbanisation des salles informatiques

## Analyse de l'urbanisation

Résultats de l'analyse de l'Urbanisation		
	Résultats	Commentaires
Obstructions en plancher technique	Faible	La hauteur de plancher est importante (1,5 m) les cheminements présents en plancher ne présentent pas de problème d'obstruction
État du plancher technique	OK	RAS
Organisation des dalles perforées	OK	Les dalles perforées prises en compte en simulation ont une ouverture de 45% ou de 18% (réparties selon plans fournis).
Refroidissement	OK	La régulation du refroidissement se fait au soufflage avec des températures de 23 °C
Autres problèmes d'urbanisation	À améliorer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les baies ne disposent pas de panneau latéral entre baies,</li> <li>• Les interstices en pieds de baie, en haut de baie et au niveau des montants latéraux ne sont pas obturés</li> <li>• Le dessous des baies n'est pas obturé</li> <li>• Quelques switches sont installés en retrait des faces avant sans kit permettant de reconstruire la prise d'air en allée froide</li> <li>• Quelques switches ont des flux d'air inversés</li> </ul>

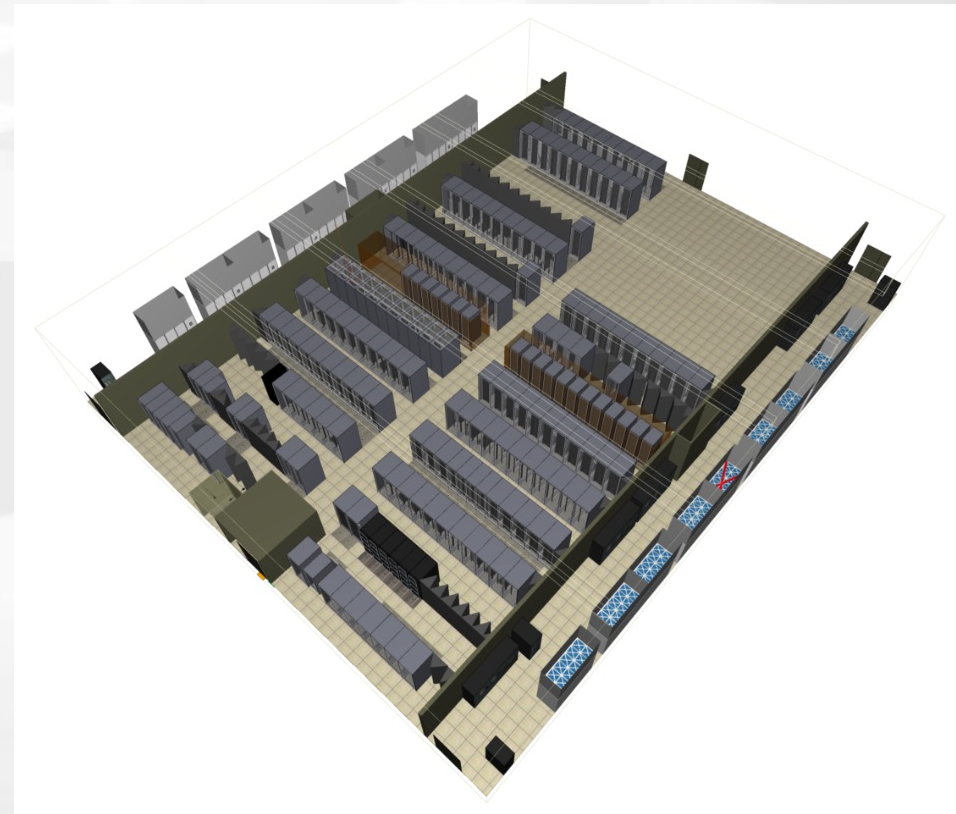
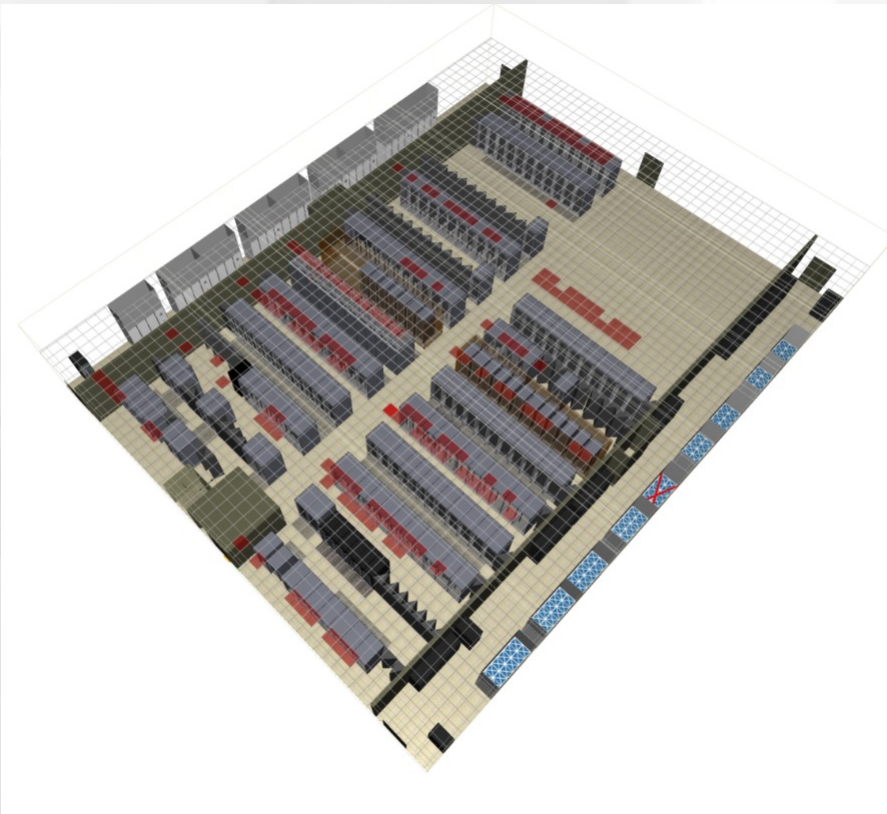


## MODELISATION 3D DE LA SALLE

[www.exploitant.fr](http://www.exploitant.fr)

## Urbanisation de la salle informatique

*Vue de la salle*

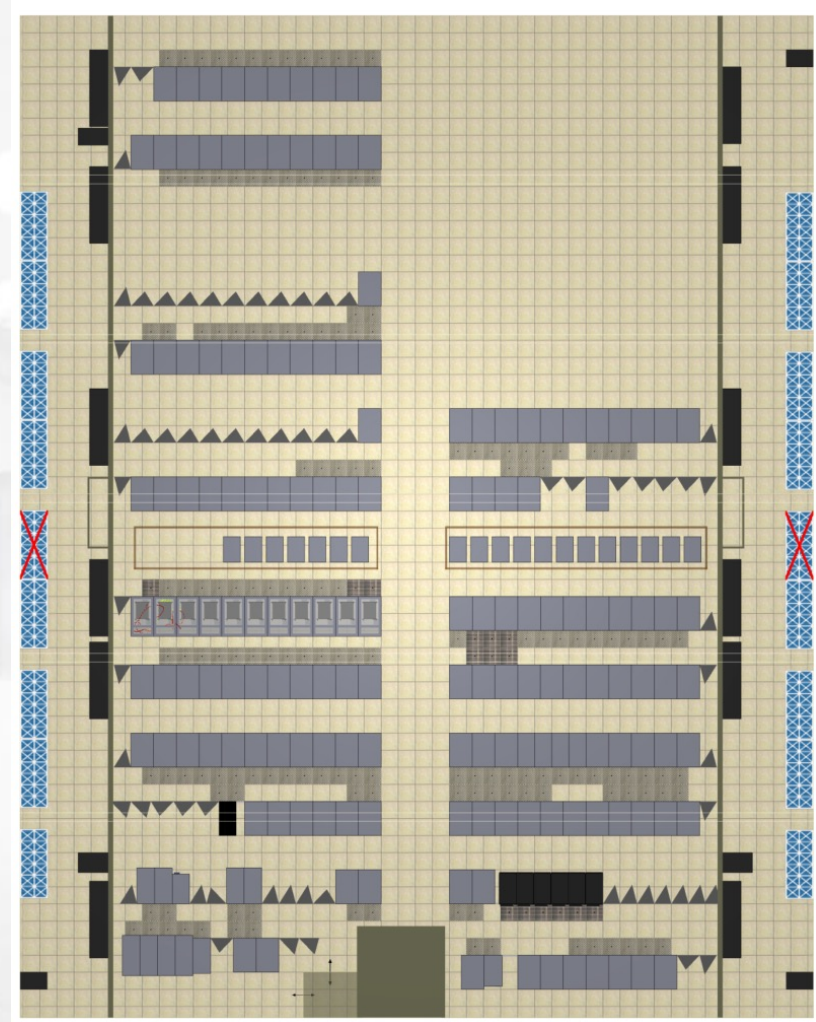
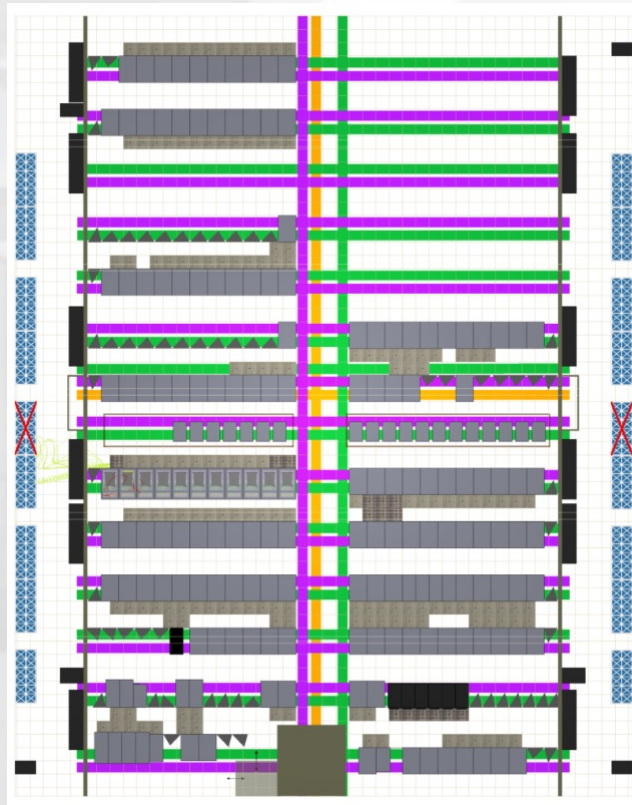


— Simulations thermiques et aérauliques

# Urbanisation de la salle informatique

## Vue de la salle

Urbanisation lors de la visite du 14/03/2025

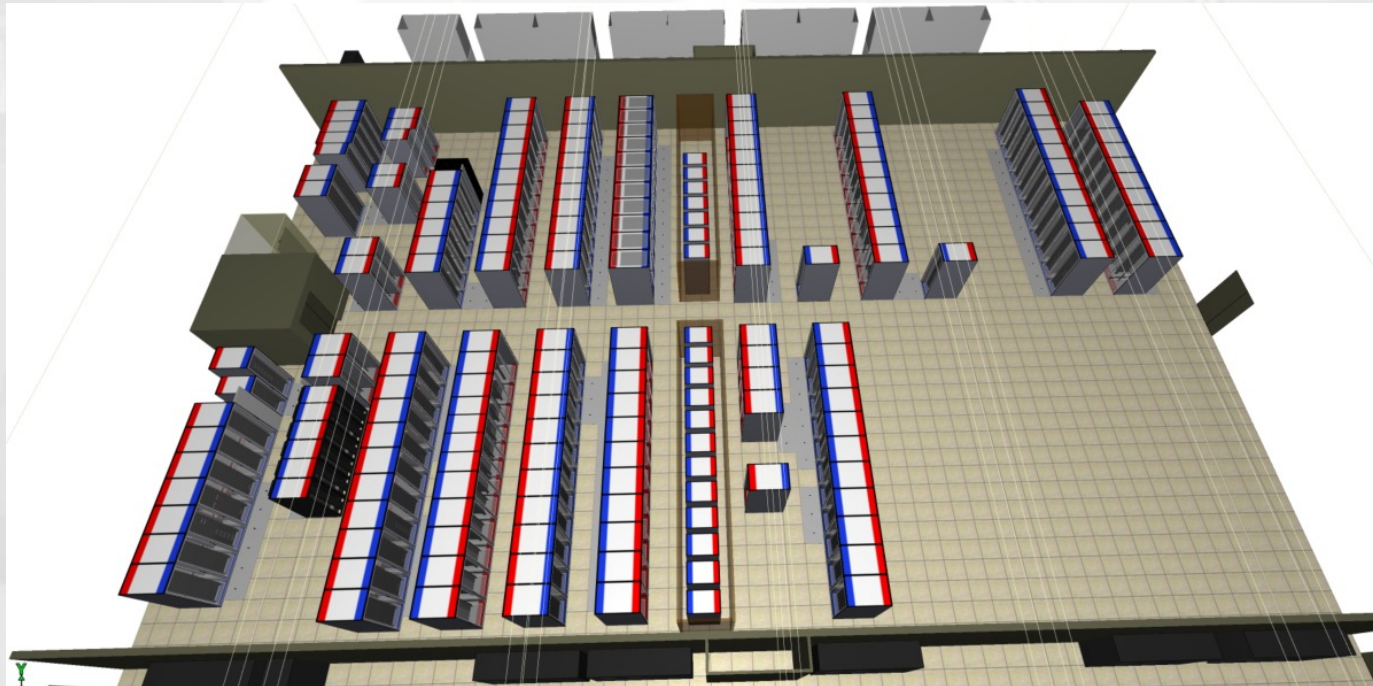


— Simulations thermiques et aérauliques

## Urbanisation de la salle informatique

### *Vue de la salle*

*Urbanisation lors de la visite du 14/03/2025, cette urbanisation présente des allées froides sans aucun dispositif de confinement.*





# ANALYSE DES SIMULATIONS THERMIQUES ET AERAIQUES DE LA SALLE [REDACTED]

— Scénario 1 —

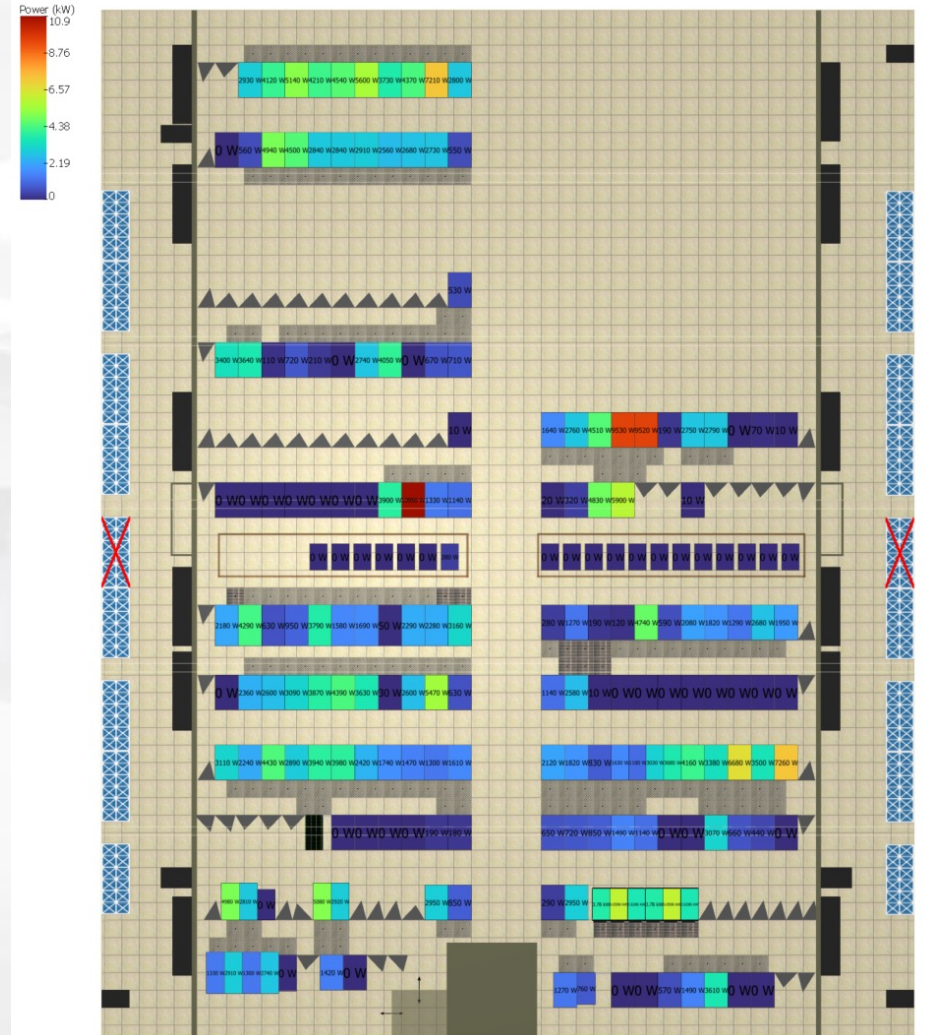
Mode normal avant travaux – Salle [REDACTED]

[www.exploitant.fr](http://www.exploitant.fr)

## Scénario 1

### Répartition des puissances

[redacted] nous a fourni son capacity planning pour définir les puissances à la baie de chaque baie pour une puissance de salle de 372,25kW. L'urbanisation modélisée et les puissances indiquées sont en date du **14/03/2025**



## Scénario 1

### Hypothèses de simulation :

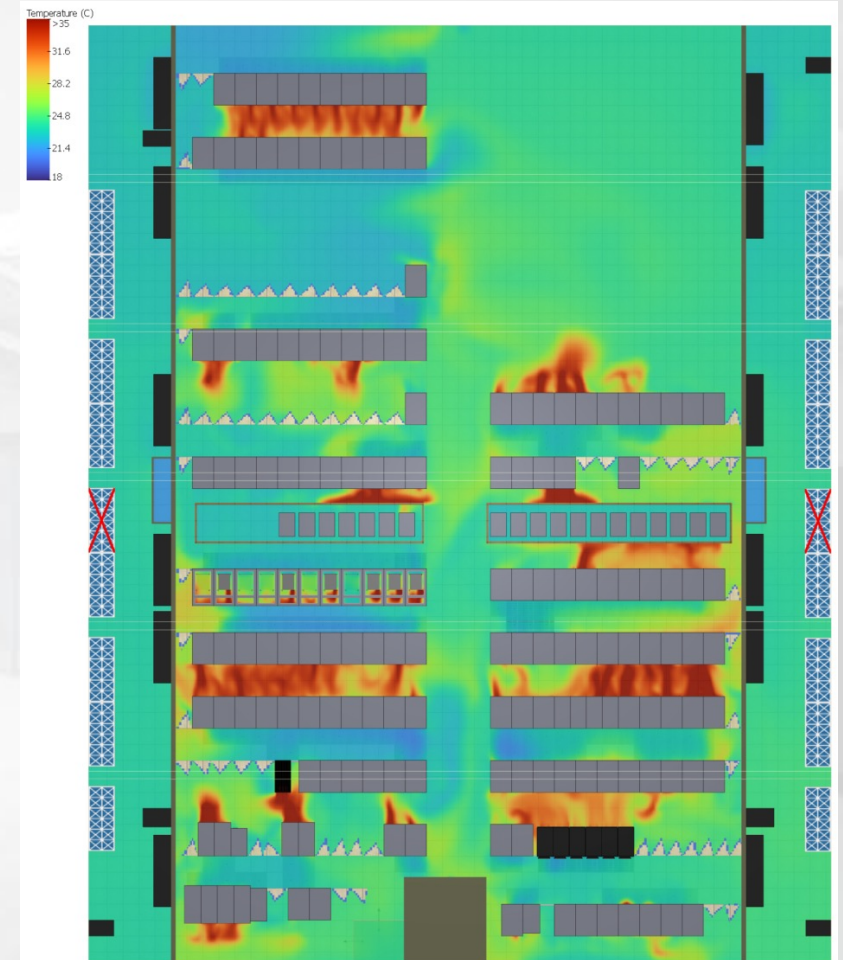
- **Les allées froides ne sont pas confinées**
- 16 armoires sur 18 sont en fonctionnement
- La charge IT est de 372,25 kW et répartie selon les données fournies par [REDACTED]
- **Consigne de soufflage variable de 23 °C pouvant descendre à 18 °C lorsque la consigne de reprise n'est plus respectée**
- **Le régime d'eau glacée est de 12/17**
- Débit d'air régulé en fonction de la température de reprise définie à 26,5 °C
- Le débit d'air minimal est fixé à 45% du débit nominal

## Scénario 1

### *Coupe de température à 1,5 m du sol*

Les températures dans les allées froides varient de 21 à 29,5°C.

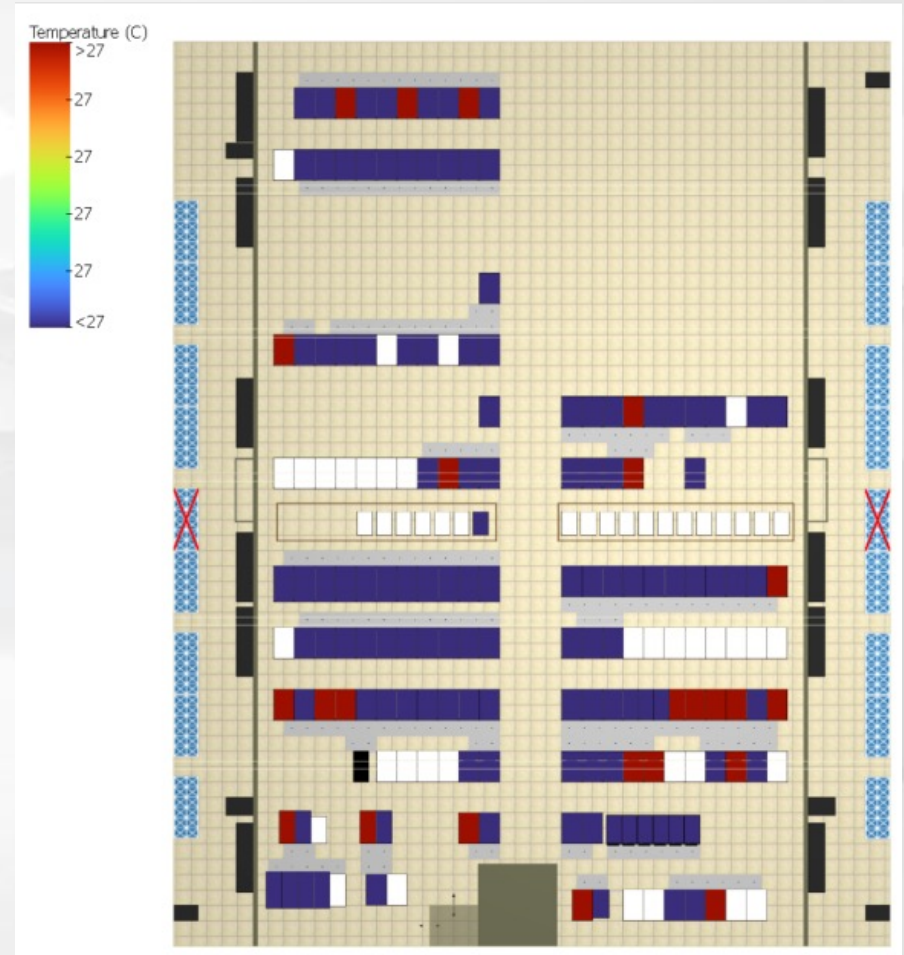
Les températures observées les plus hautes en allée froide sont atteintes en bout de travée à cause de recirculation d'air chaud par les extrémités de travée ou par le dessus des baies. On remarque également que cela a lieu au niveau des endroits où il n'y a pas de dalles perforées d'installées du fait de l'absence d'équipement installé dans les baies attenantes.



## Scénario 1

### Carte des points chauds

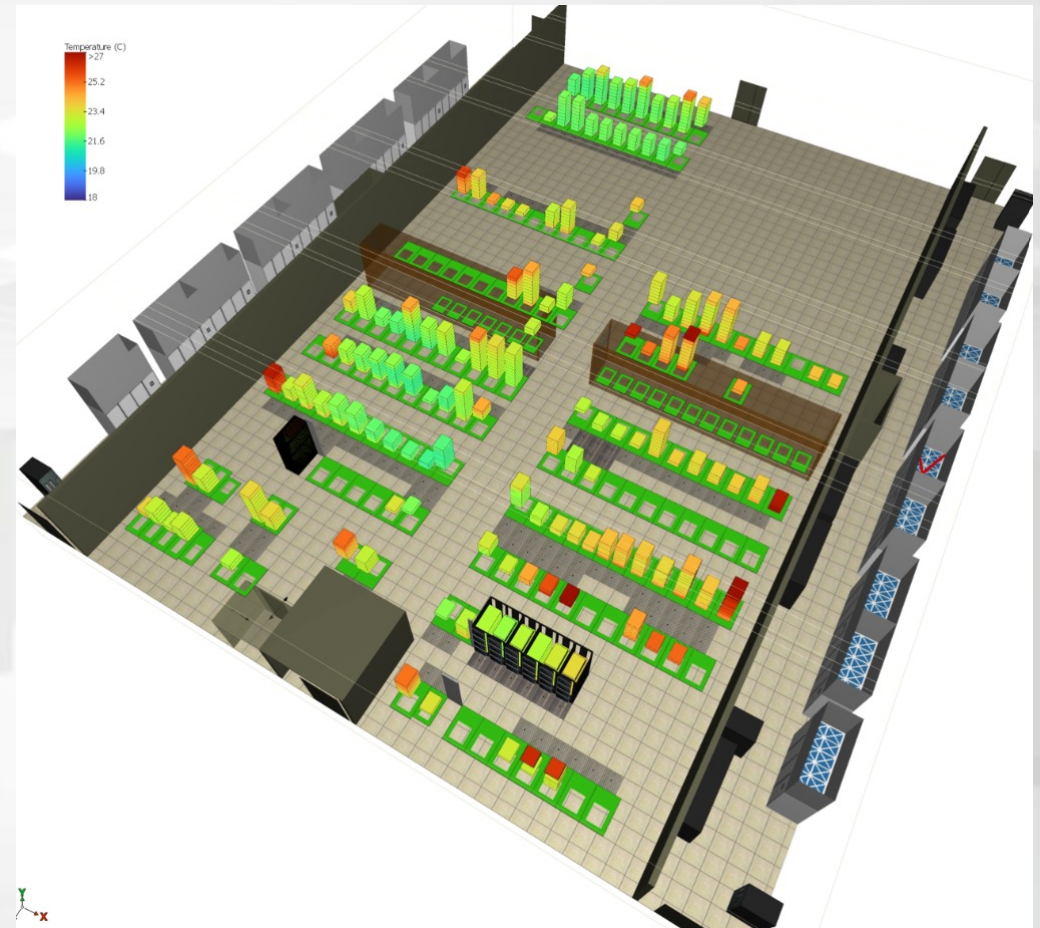
Les baies présentes en rouge sur la vue ci-contre présentent des points chauds supérieurs à 27°C.



## Scénario 1

### *Température moyenne aux entrées d'air*

Malgré des consignes de reprise basse afin de favoriser la ventilation et éviter les points chauds, 1,3% des équipements dépassent les 27°C. Ils sont soumis à des recirculations d'air chaud par les bouts de travée, le dessus, le dessous des baies, ou encore des recirculations internes à la baie dues au manque d'étanchéité des faces avant.



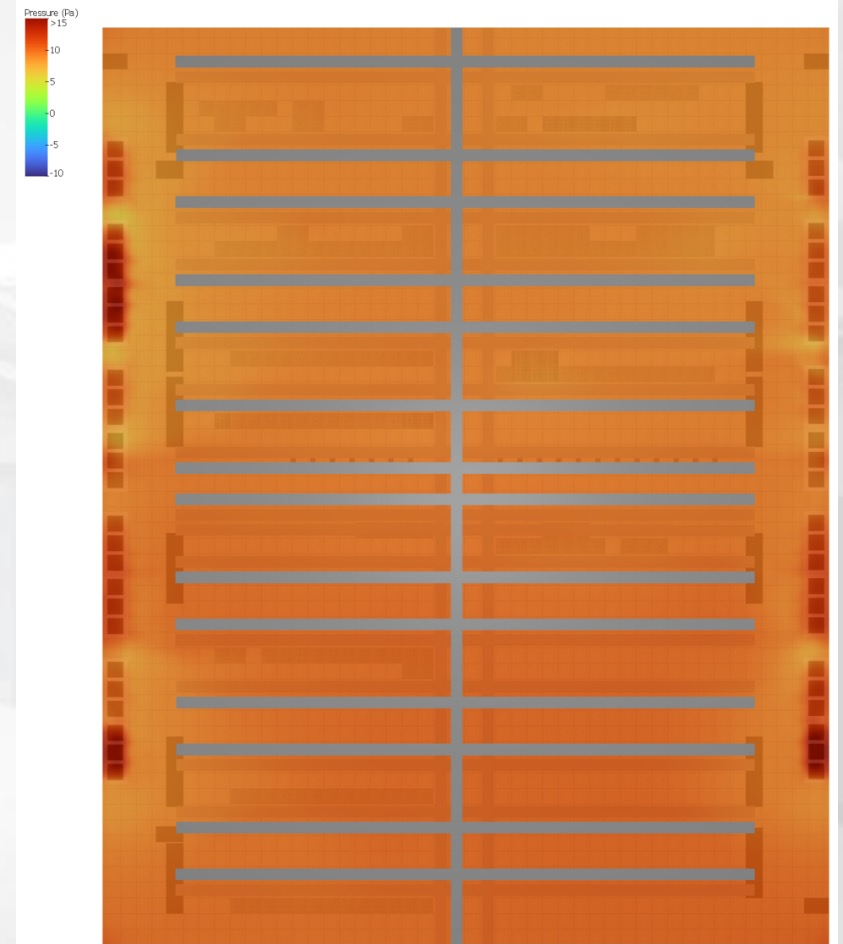
## Scénario 1

### *Vue des pressions en plancher*

Les pressions généralement recommandées en plancher technique dans une urbanisation ouverte sont de 5 à 10Pa.

Ici, elles sont correctes, car comprises entre 8 et 11Pa.

Ceci indique un taux d'ouverture du plancher en adéquation avec le volume d'air fourni par les armoires de refroidissement.



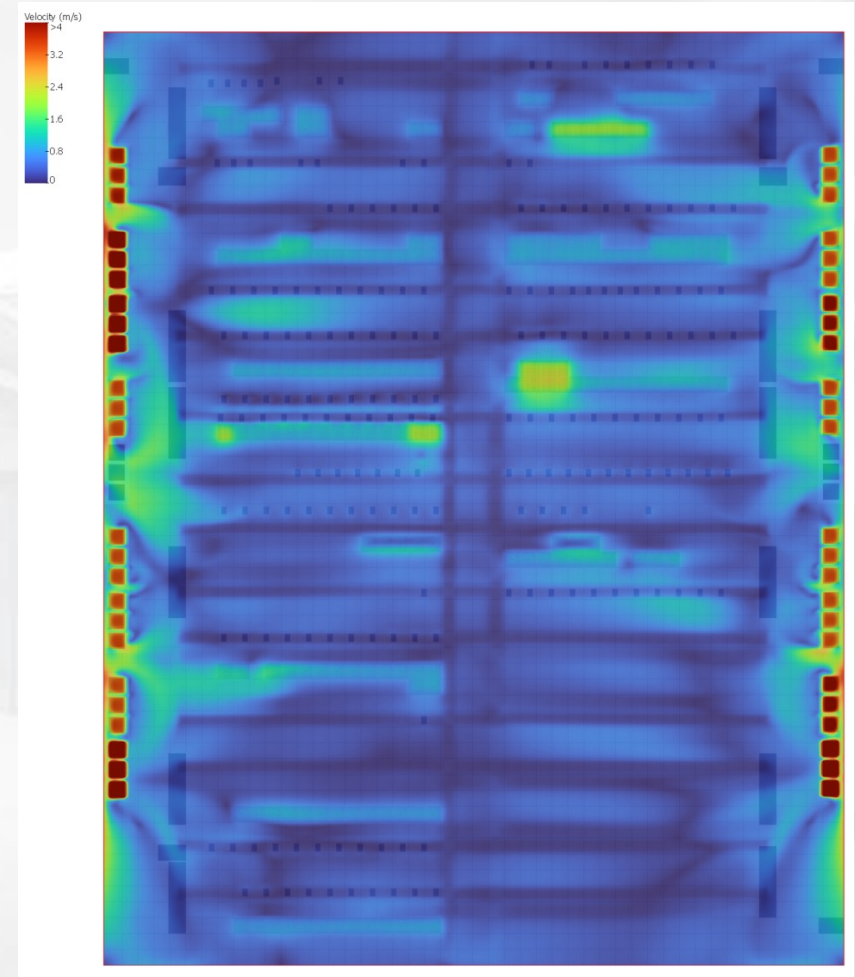
Nota : Vue du dessous (haut et bas inversé)

## Scénario 1

### *Vue des vitesses en plancher*

Pour garantir une bonne diffusion de l'air en plancher technique, il est recommandé de ne pas dépasser les 3,5m/s sous les dalles perforées.

Les vitesses sous les dalles perforées ne dépassent pas les 2,5m/s. La hauteur importante du plénum du plancher technique permet une bonne diffusion de l'air à vitesse faible.



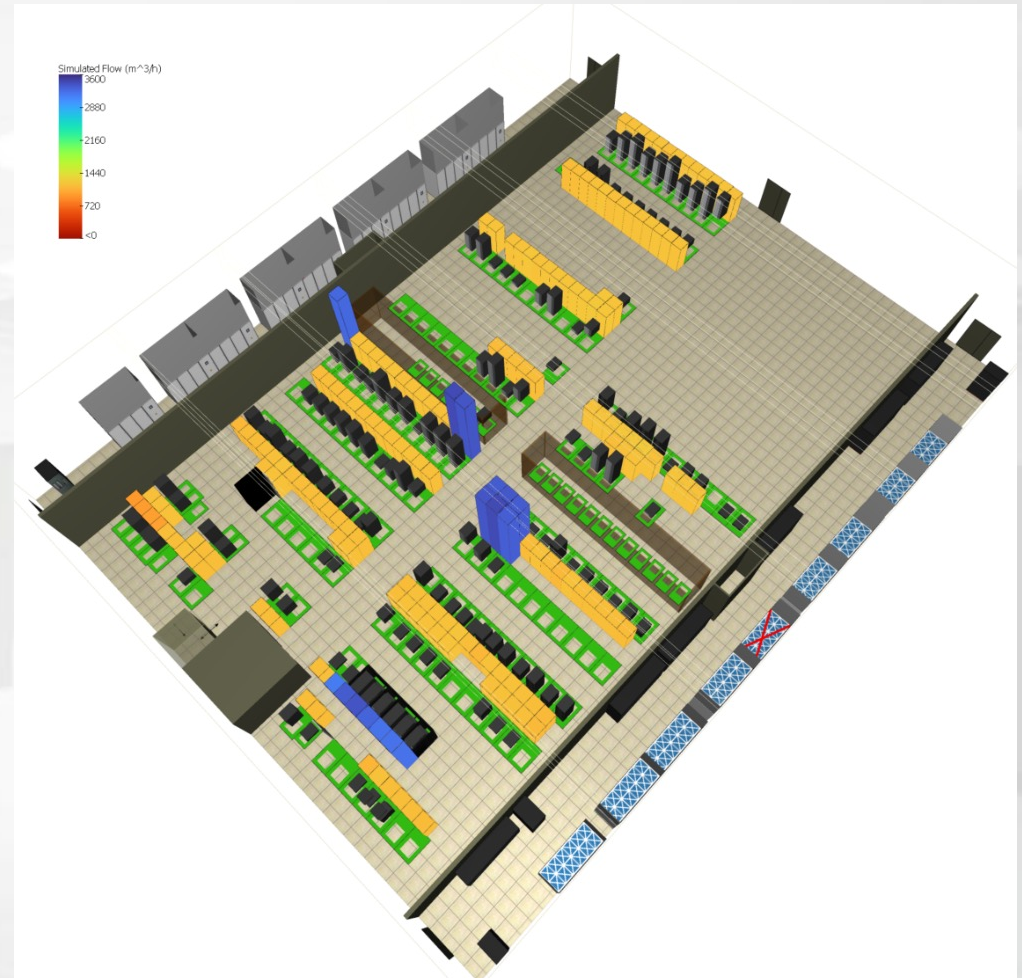
Nota : Vue du dessous (haut et bas inversé)

## Scénario 1

### *Vue des débits d'air des dalles perforées*

Le débit d'air des dalles perforées est très bon, on ne note pas de dégradation du débit d'air en se rapprochant des armoires de refroidissement.

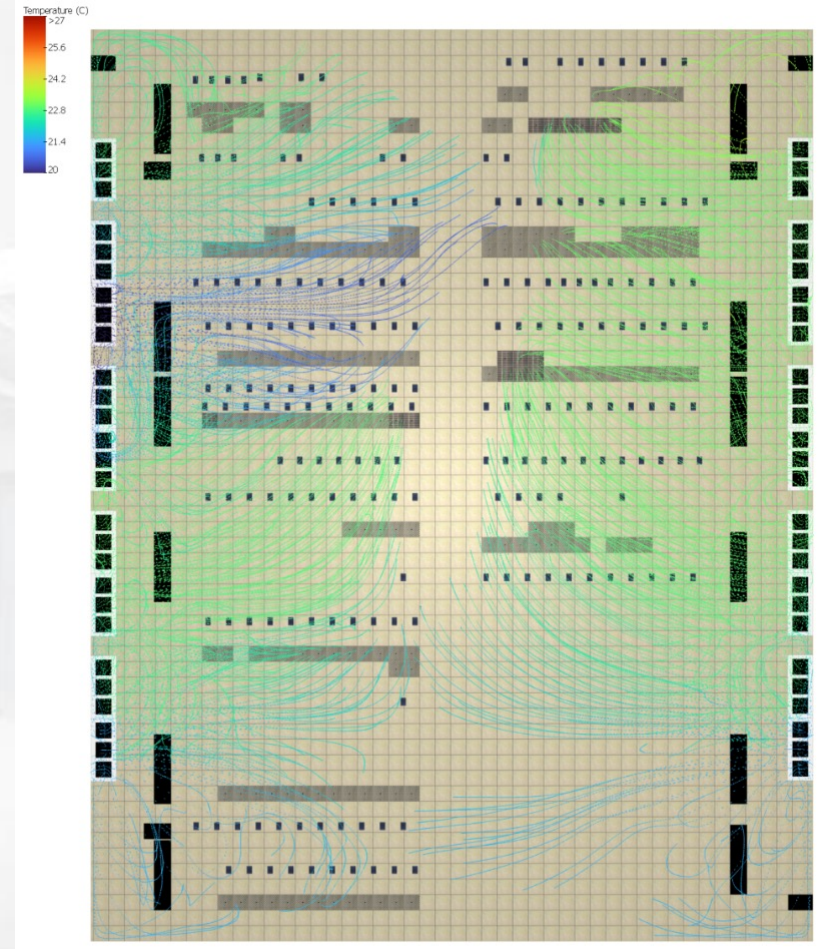
La différence de débit entre les dalles à faible taux de perforation et celles à fort taux de perforation sont bien visibles. Avec un débit d'air 3 fois plus grand



## Scénario 1

### Vue des flux d'air

*Cette vue met bien en évidence les zones d'influence de chaque armoire de climatisation ainsi que les différences entre les températures de soufflage de chaque armoire.  
La distribution d'air est très bonne sans vortex*



Nota : Vue du dessous (haut et bas inversé)

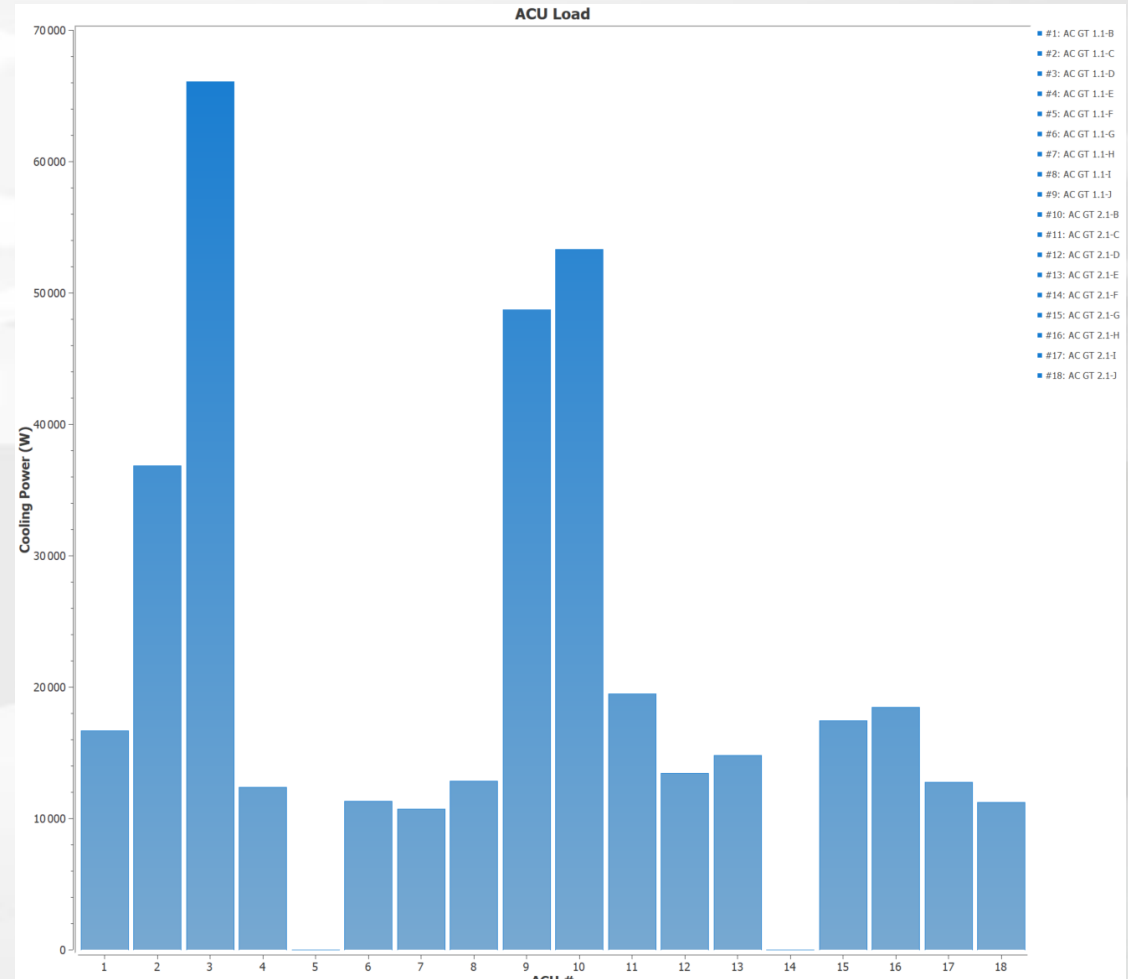
## Scénario 1

### Vue des charges des ACU

Les charges des armoires de refroidissement sont assez faibles sur la majorité des armoires de refroidissement.

4 armoires de refroidissement supportent une charge plus élevée que les autres.

Globalement les charges sont comprises entre 12 et 75%

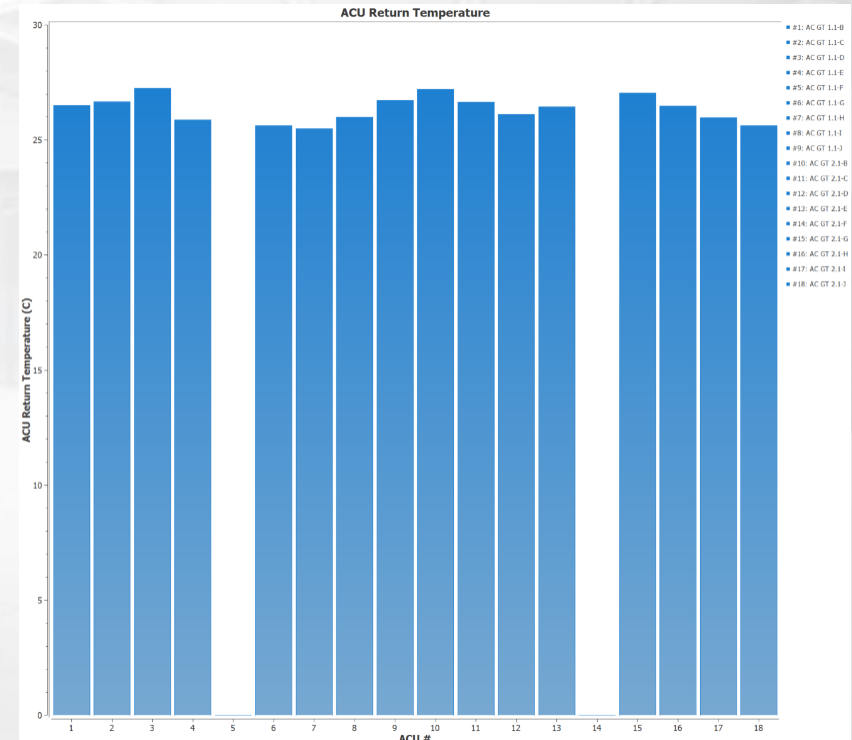
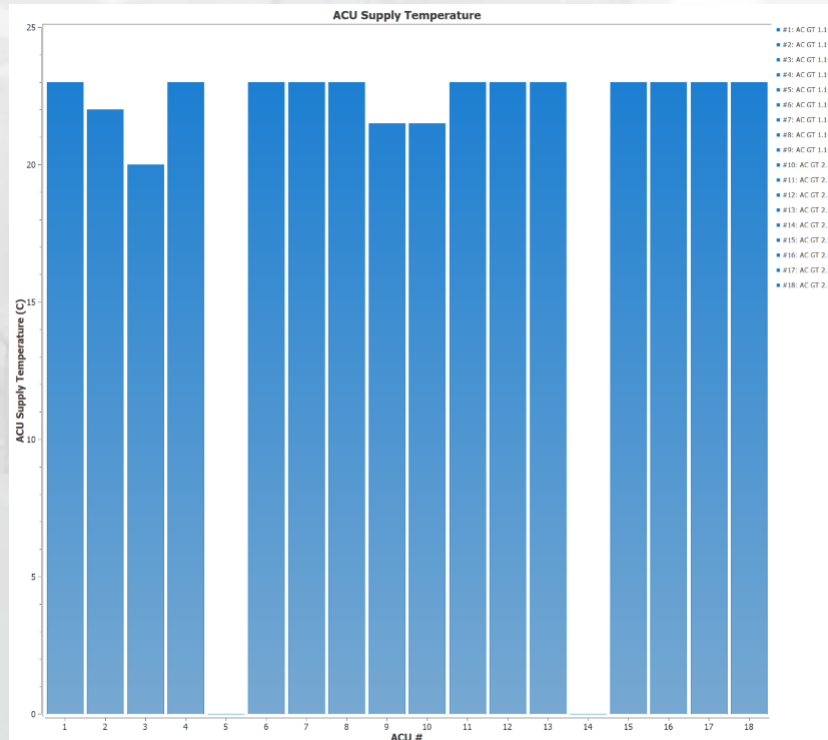


## Scénario 1

### Vue des températures de soufflage et de reprise des ACU

Les consignes de température de soufflage sont comprises **entre 20 et 23°C** pour des consignes de reprises comprises entre 26,5 et 27°C.

*Nota: Ces relevés de température sont effectués en entrée et sortie immédiate des armoires de refroidissement.*





# ANALYSE DES SIMULATIONS THERMIQUES ET AERAULIQUES DE LA SALLE SAPHIR

— Scénario 2 —

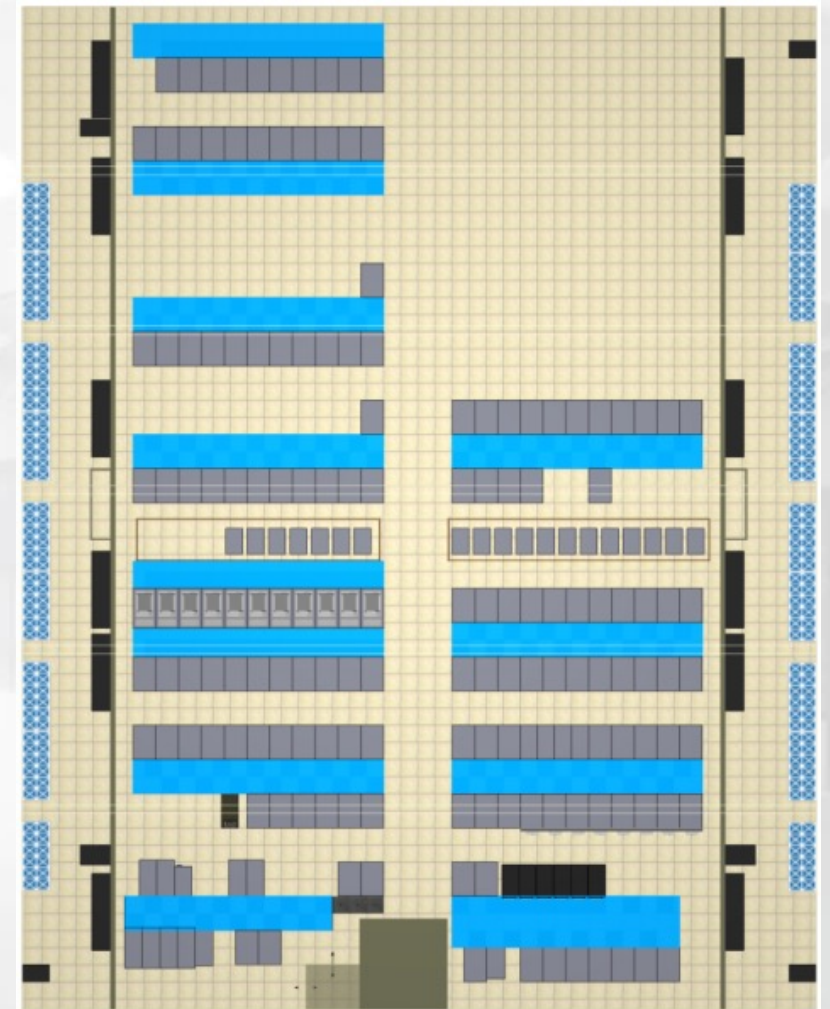
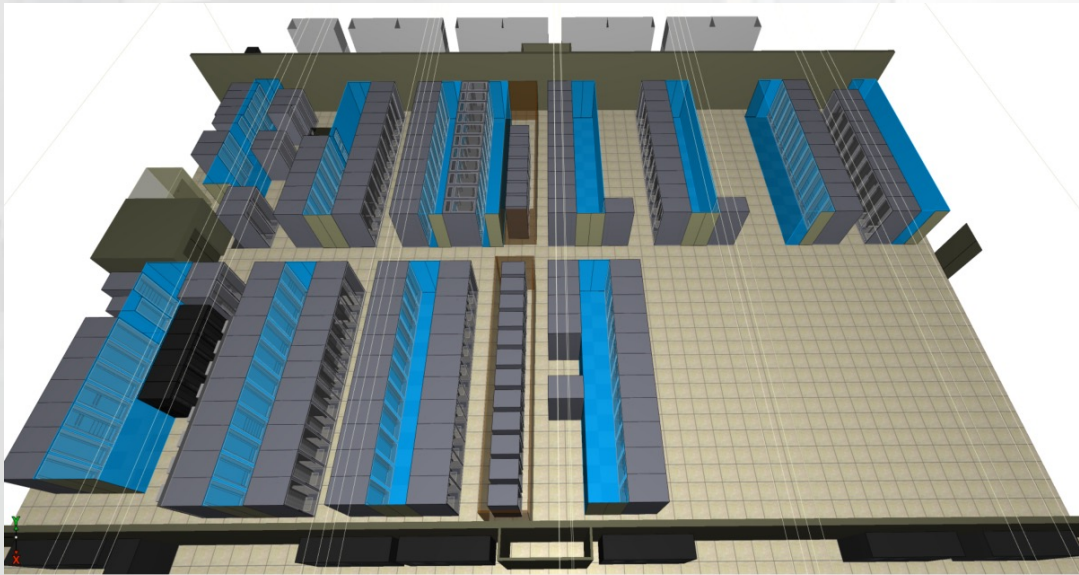
Mode normal après travaux – Salle SAPHIR

[www.exploitant.fr](http://www.exploitant.fr)

## Urbanisation de la salle informatique

### *Vue de la salle*

Urbanisation après travaux : les allées froides confinées sont représentées en bleu sur la vue du dessus ci contre :

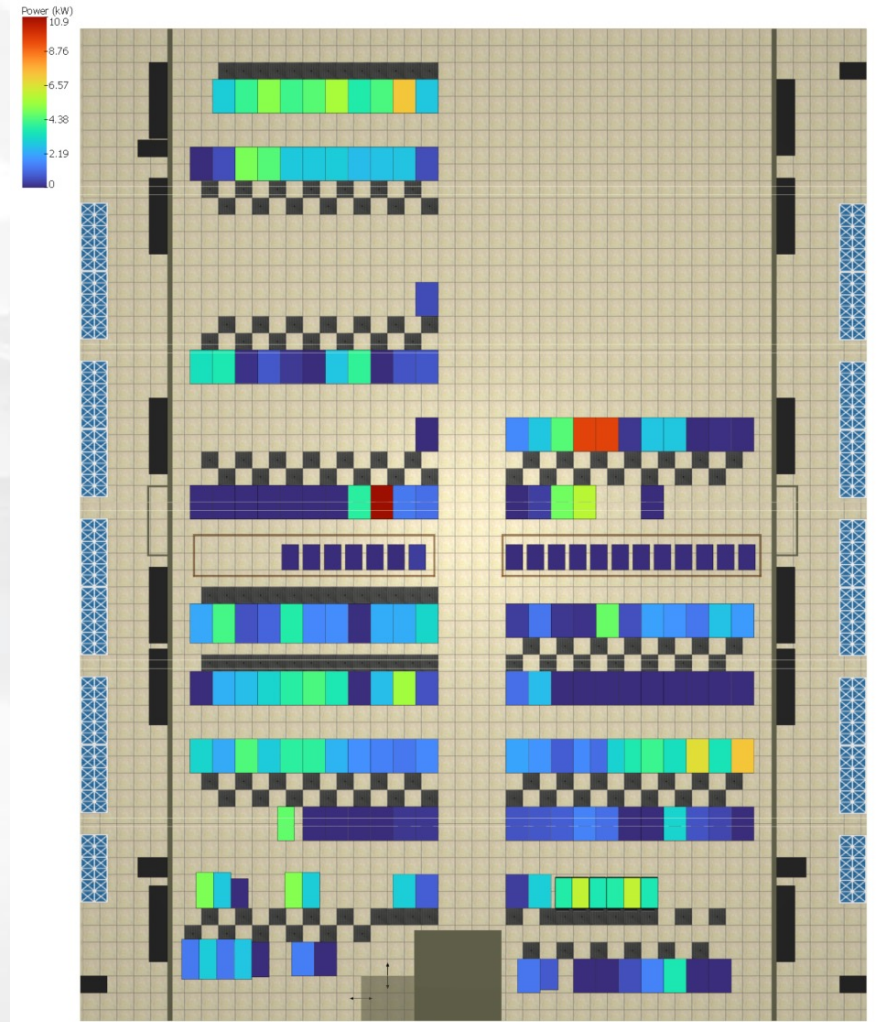


— Simulations thermiques et aérauliques

## Scénario 2

### Répartition des puissances

nous a fourni sa capacity planning pour définir les puissances à la baie de chaque baie pour une puissance de salle de 372,25kW. L'urbanisation modélisée et les puissances indiquées sont en date du 14/03/2025



## Scénario 2

### Hypothèses de simulation :

- 18 armoires sur 18 sont en fonctionnement
- La charge IT est de 372,25 kW et répartie selon les données fournies par [REDACTED]
- **Consigne de soufflage de 24 °C**
- Débit d'air réglé en fonction de la température de reprise définie à 34 °C
- Le débit d'air minimal est fixé à 30% du débit nominal
- **Augmentation du régime d'eau glacée de 12-17 °C à 15-20 °C**
- **Les allées froides sont confinées**
- L'étanchéité des faces avant des baies est améliorée
- Les dalles perforées sont remplacées et repositionnées

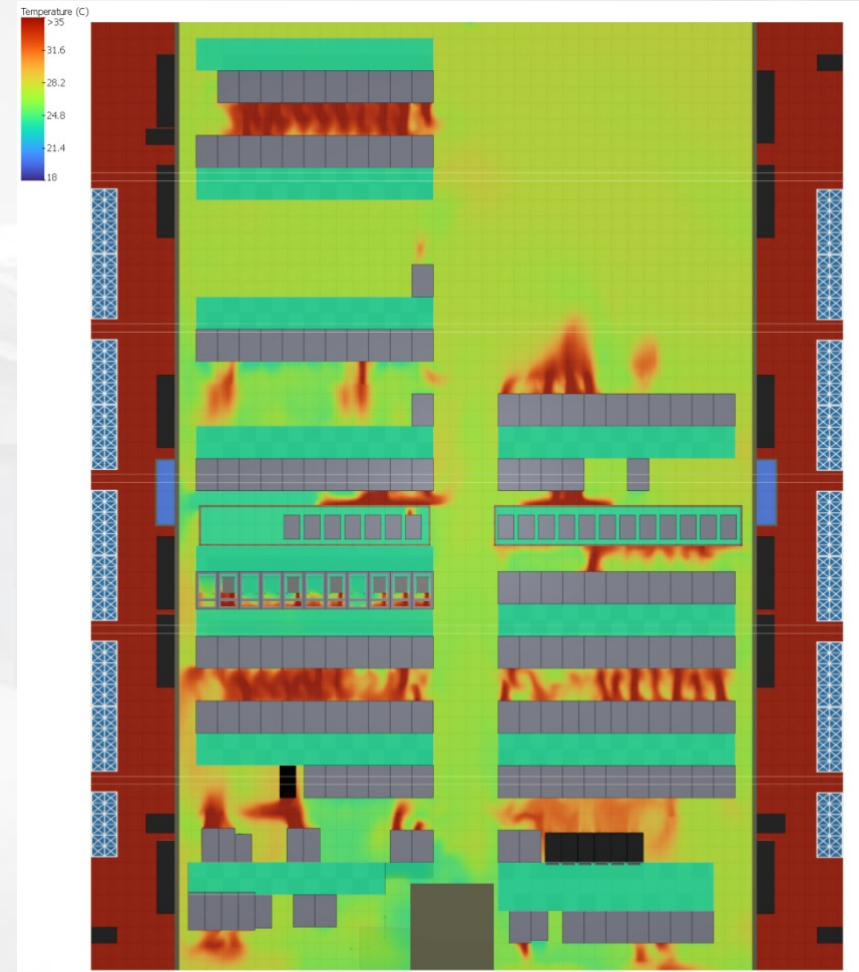
## Scénario 2

### *Coupe de température à 1,5 m du sol*

Le confinement des allées froides et les autres correctifs apportés à la salle permettent d'obtenir une séparation des flux d'air chaud et froid de grande qualité.

Ainsi les températures en allée froide sont de 24°C pour une consigne de soufflage de 24°C

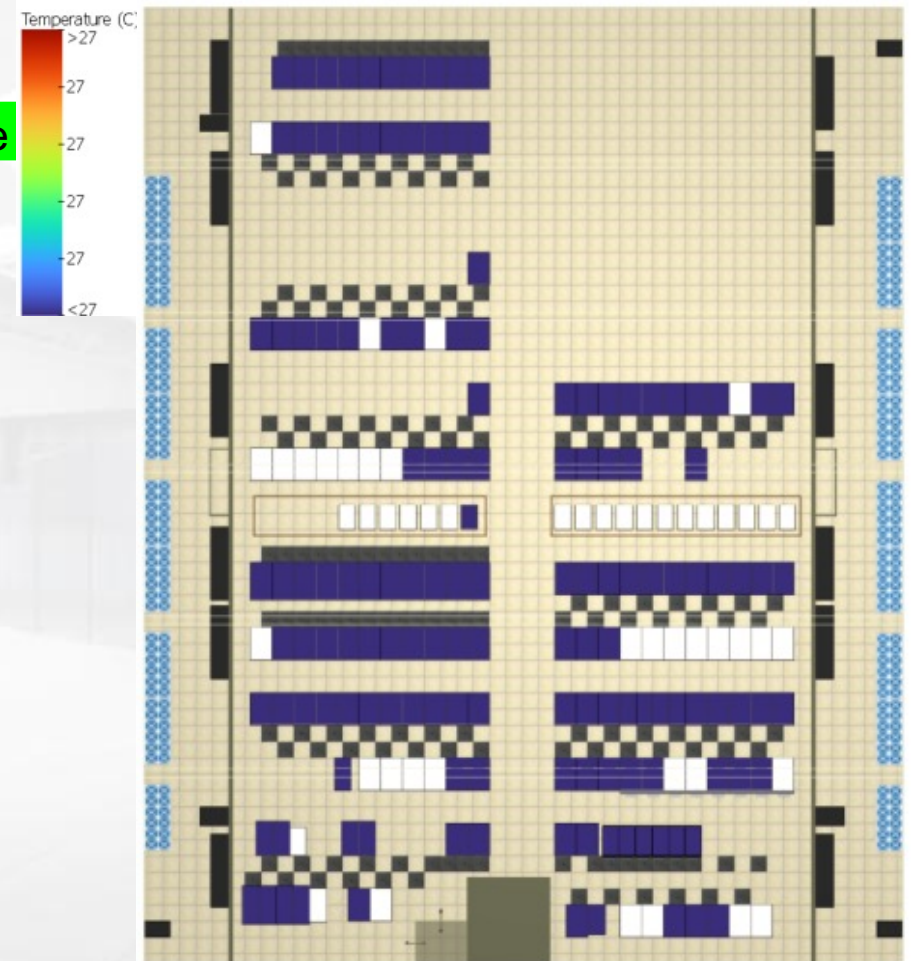
En allée chaude on constate des températures allant jusqu'à 37°C pour une consigne de reprise définie à 34°C



## Scénario 2

### Coupe de température à 1,5 m du sol

Toutes les baies on des températures maximales inférieure à 27°C aux entrées d'air des équipements après travaux



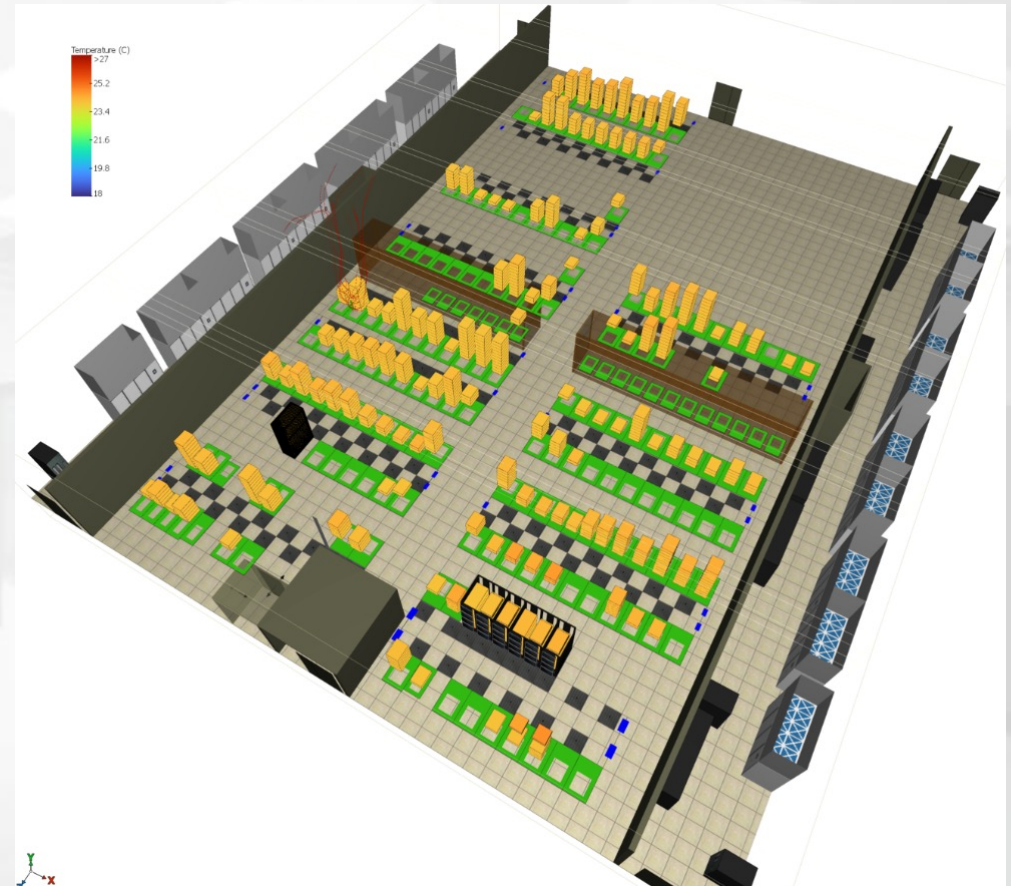
## Scénario 2

### Température moyenne aux entrées d'air

Les travaux de confinement couplés à l'amélioration de l'étanchéité des faces avant, reprise des problématiques liées aux switches et le remplacement et redistribution des dalles perforées autorisent l'augmentation des températures de soufflage à 24°C tout en supprimant les recirculations d'air chaud.

L'équipement dont la température moyenne en entrée d'air est la plus élevée atteint 24,7°C

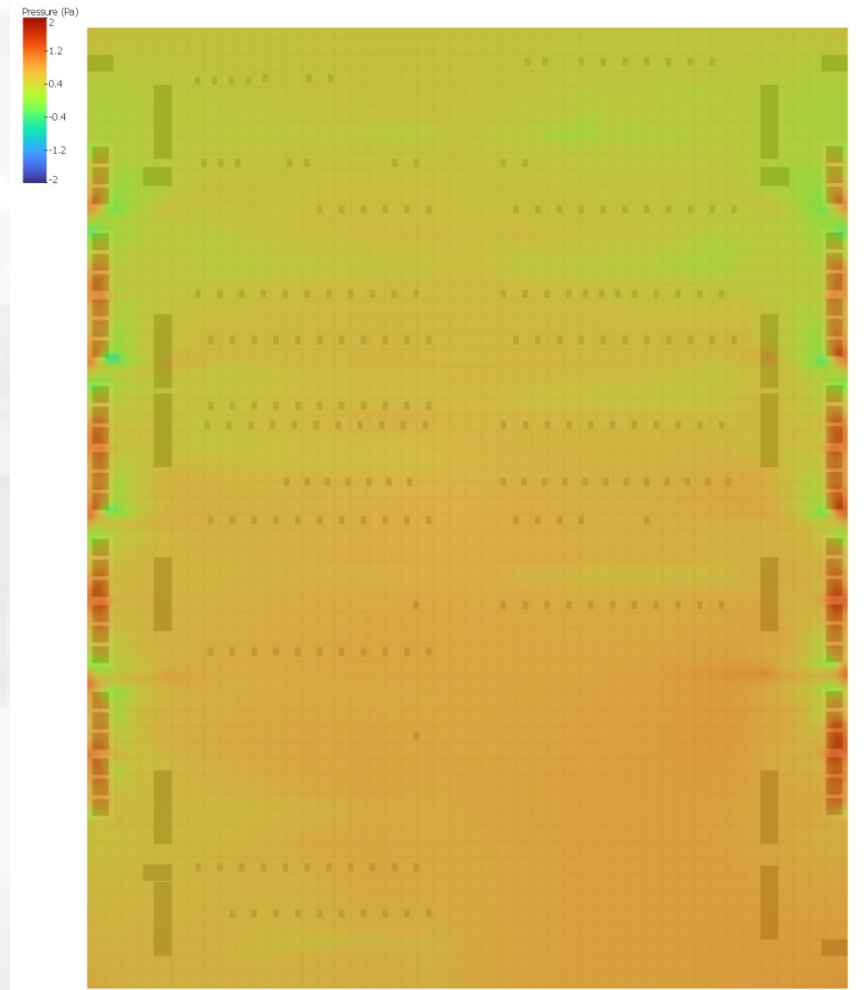
Tous les équipements sont maintenant conformes à l'enveloppe ASHRAE la plus restrictive de 18-27°C en entrée d'air des équipements



## Scénario 2

### *Vue des pressions en plancher*

Après confinement les pressions en plancher sont beaucoup plus faibles, car le débit d'air des armoires de refroidissement est adapté au plus juste des besoins des équipements IT. La pression en plancher est homogène et comprise entre 0,3 et 0,8Pa.



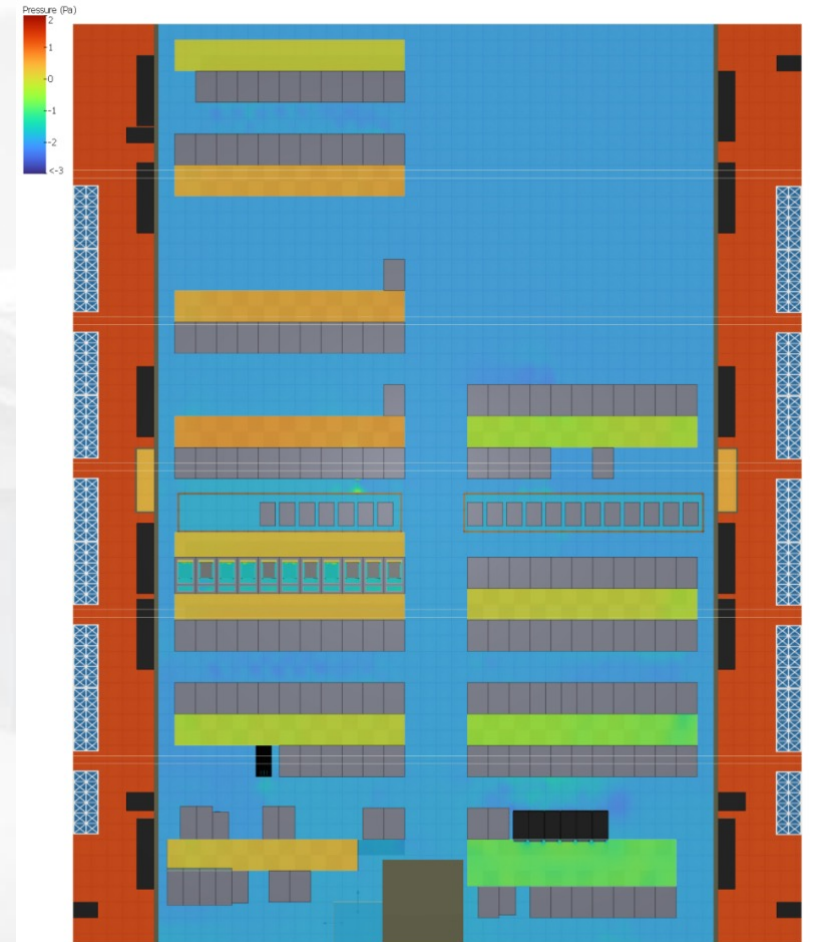
Nota : Vue du dessous (haut et bas inversé)

## Scénario 2

### *Vue des pressions en ambiance*

Une bonne qualité d'étanchéité des confinements permet de mettre l'allée froide en légère surpression et éviter les micro-recirculations d'air chaud par les interstices encore présents en face avant des baies notamment.

Toutes les allées froides ont un delta P positif par rapport à l'ambiance de salle compris entre 1 et 2,5Pa

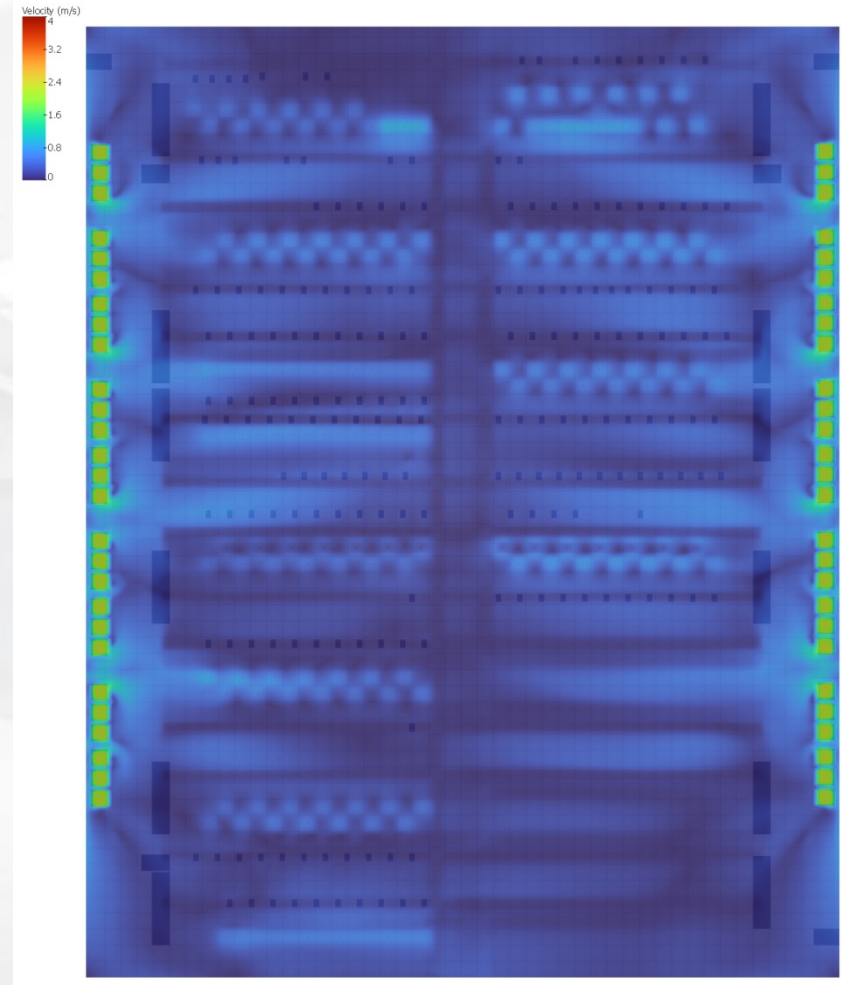


Nota : Vue du dessous (haut et bas inversé)

## Scénario 2

### *Vue des vitesses en plancher*

En autorisant le débit d'air minimum des armoires de refroidissement à descendre à 30% de la valeur nominale et en rétablissant des valeurs de consigne en adéquation avec les besoins des serveurs, les vitesses d'air ont chuté et ne dépassent même pas les 1m/s.



Nota : Vue du dessous (haut et bas inversé)

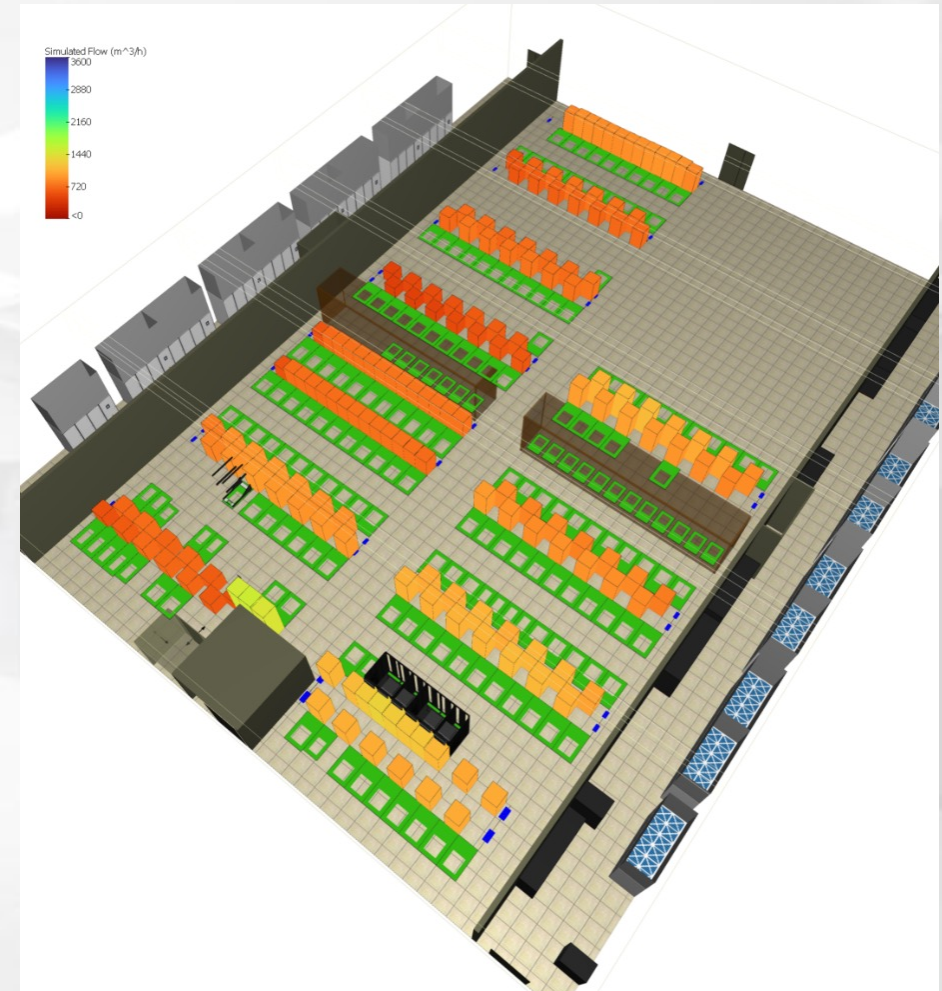
## Scénario 2

### *Vue des débits d'air des dalles perforées*

Les dalles perforées ont toutes le même taux de perforation, on constate que les débits entre dalles sont assez homogènes au sein de chaque allée froide.

Les différences de débit entre les dalles perforées de chaque allée froide dépendent maintenant de la charge IT installée au sein du confinement.

À noter que le débit d'air des dalles perforées au niveau des baies hors confinement est bien plus élevé que celui des dalles en confinement, car non régulé par le besoin des serveurs.



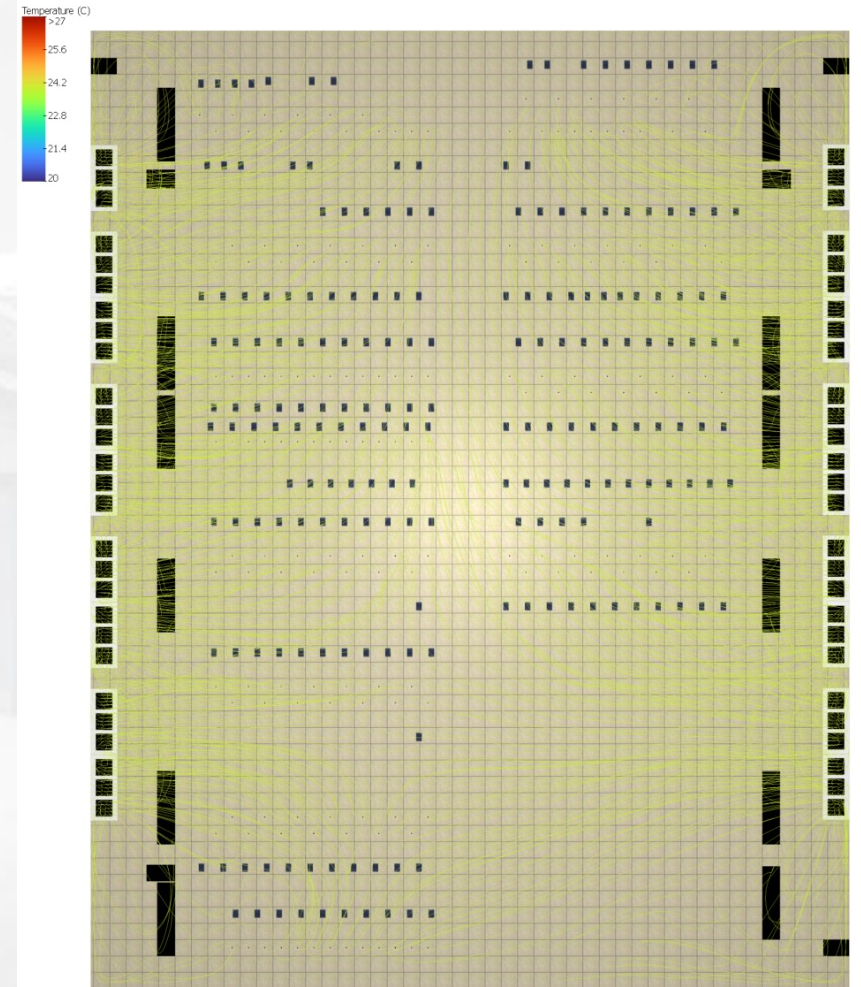
## Scénario 2

### Vue des flux d'air

*Cette vue met bien en évidence les zones d'influence de chaque armoire de climatisation.*

*La distribution d'air est très bonne sans vortex*

*Les températures de soufflage sont homogènes à 24 °C*



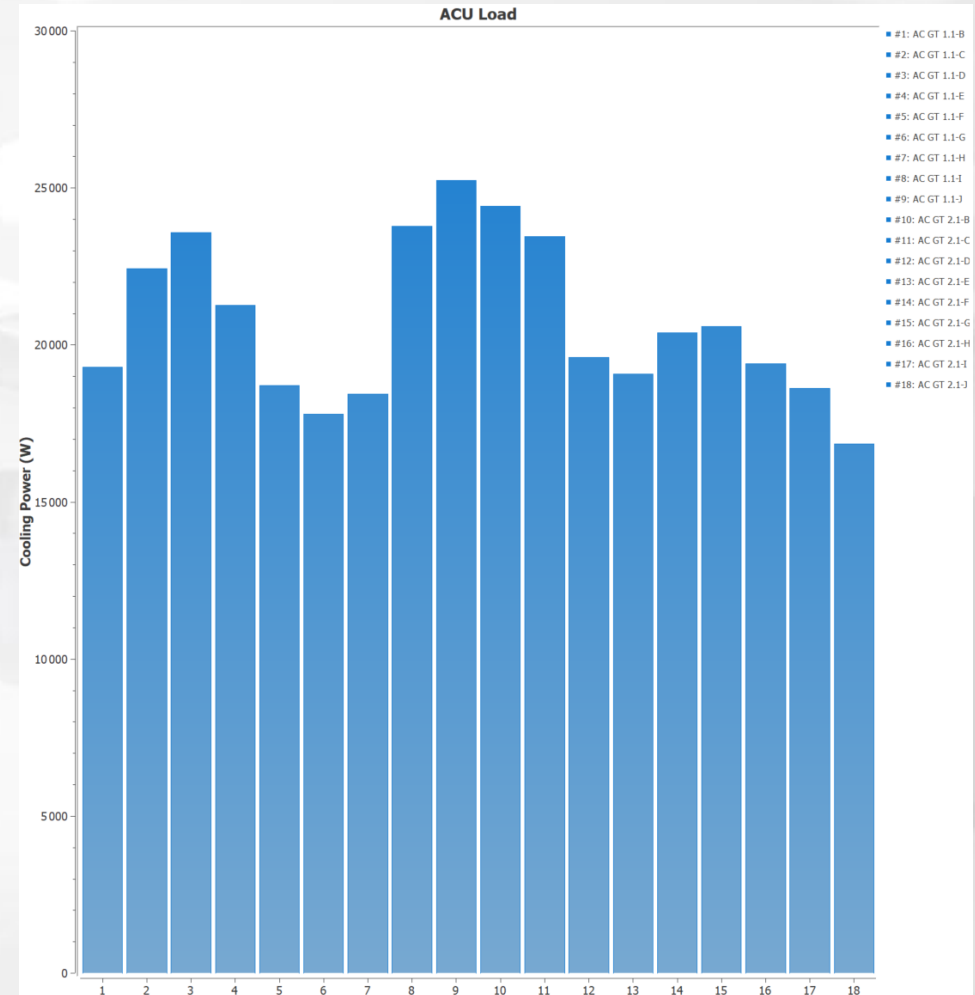
Nota : Vue du dessous (haut et bas inversé)

## Scénario 2

### Vue des charges des ACU

Les changements de régulation et les travaux réalisés permettent également de mieux répartir la charge sur les armoires de refroidissement.

Elles sont maintenant chargées entre 17 et 25 kW.

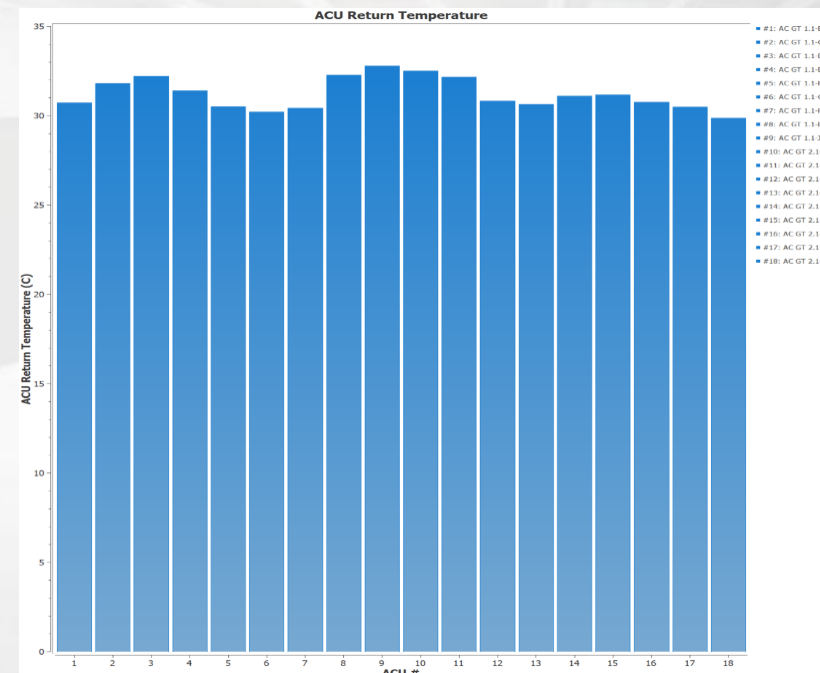
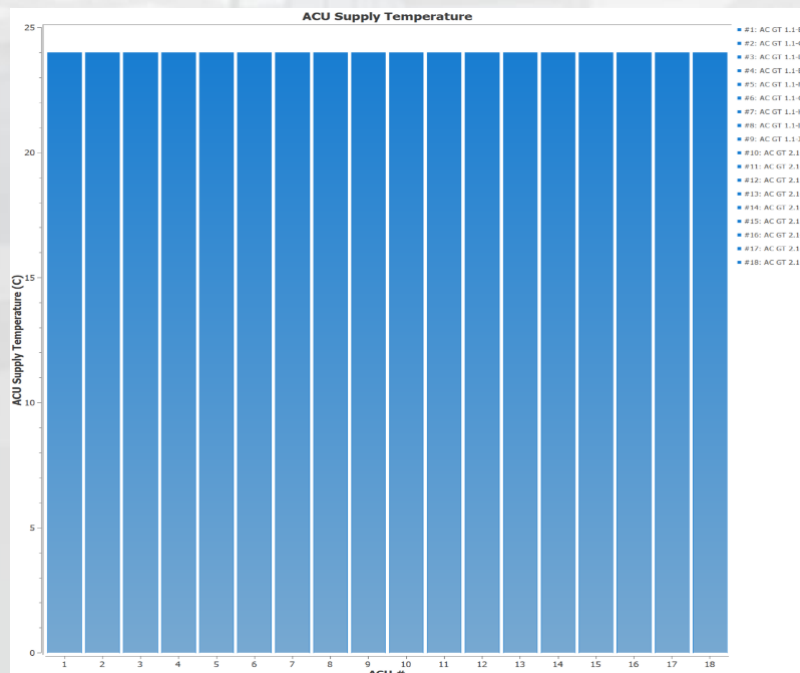


## Scénario 2

### Vue des températures de soufflage et de reprise des ACU

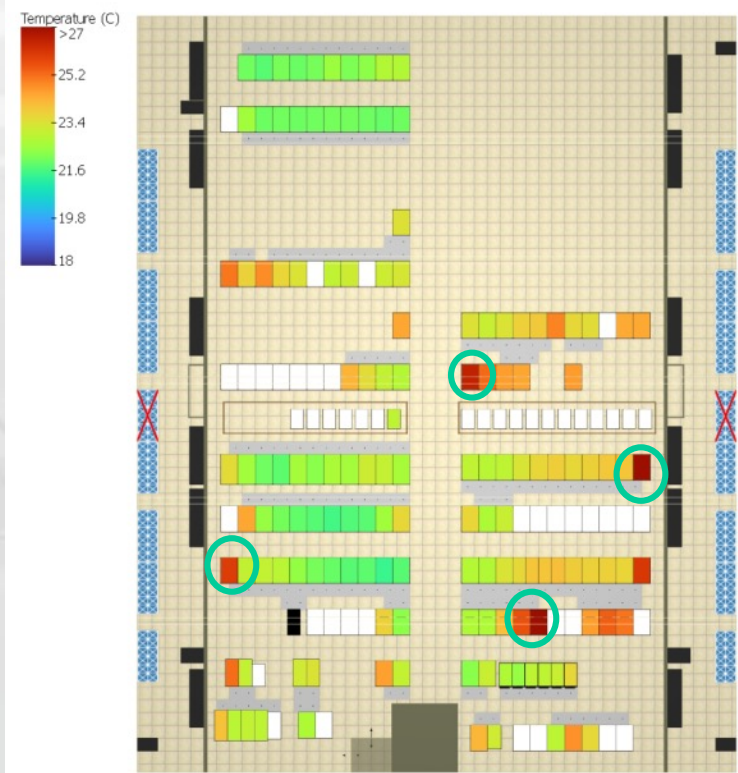
La température de soufflage de chacune des armoires est de 24°C, conformément à la consigne de soufflage. Au niveau des reprises, les températures sont comprises entre 30,2 et 32,8°C pour 34°C, ce qui indique que la charge de la salle est faible au regard de la puissance de refroidissement disponible.

*Nota: Ces relevés de température sont effectués en entrée et sortie immédiate des armoires de refroidissement.*

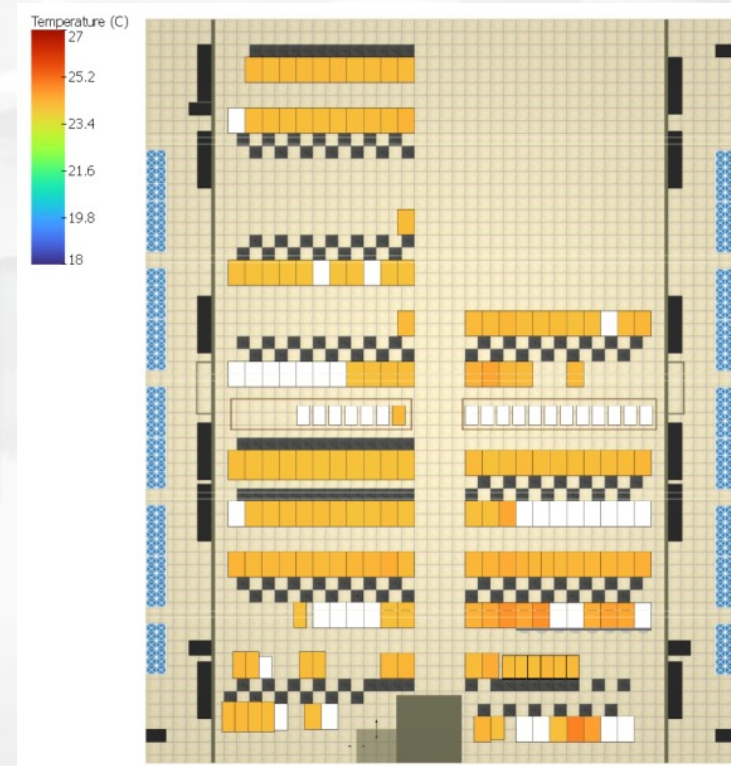
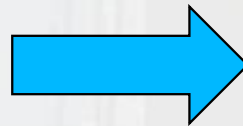


## Constats / Conclusions / Préconisations

Rappel des températures moyenne en entrée d'air avant/après travaux de confinement  
 Avant travaux plusieurs baies possédaient des températures moyennes proches ou dépassant les 27°C  
 Après travaux les températures sont plus homogènes, comprises entre 24 et 25°C



**Avant travaux**



**Après travaux**

— Simulations thermiques et aérauliques

## Constats / Conclusions / Préconisations

L'efficacité du confinement de l'allée Froide est indéniable, Les points chauds sont maîtrisés, les températures qui étaient comprises entre 21 et 29,5°C en allée froide sont maintenant comprises entre 24 et 25°C.

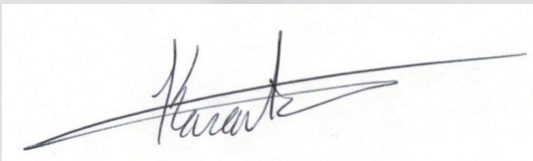
Le confinement a permis de passer d'une consigne de soufflage variable de 18 à 23°C à une température de soufflage de 24°C et côté reprise d'une consigne de température variable de 26,5°C à 28°C vers une consigne de 34°C.

D'après les températures issues de la GTC ; la consommation électrique des armoires estimées par la simulation atteint 27,8 kW Le confinement des allées froide associés aux changements apportés à la régulation permettraient d'économiser 24,94kW sur la consommation des ventilateurs des armoires de refroidissement. La consommation des 8 armoires descendant à 2,86 kW

*Nota: Chaque kW économisé représente un gain financier de 1752€ / an (cout de 20 cts/kw)*

Fait à Cagnes-sur-Mer le 28 mars 2025

Olivier KAROUTCHI



## Constats / Conclusions / Préconisations

En règle générale côté production hydraulique, les estimations tablent sur une économie de l'ordre de 6 à 7% de consommation électrique entre un régime à 12/18 et un régime d'eau à 15/21.

En extrapolant les données constructeur, l'augmentation du régime d'eau glacée de 12/17 à 15/20 générerait 20kW de consommation électrique en moins pour un groupe froid chargé à 100% l'EER passant ainsi de 3,09 à 3,15 soit une économie de l'ordre de 5,5%

Les informations disponibles dans les documentations techniques ne nous permettent pas d'évaluer le gain à la charge actuelle du site.

L'augmentation du régime d'eau glacée a pour effet de diminuer la capacité frigorifique des armoires de refroidissement, ce déclassement est généralement compensé par l'augmentation des températures de soufflage et de reprise en salle, ce qui permet de récupérer la capacité de refroidissement perdu sur ces mêmes armoires.

Le besoin actuel en air des équipements est équivalent à ce que peuvent fournir 12 armoires de refroidissement ventilant à 30% en tenant compte d'un sur débit de 10%. Ce qui signifie que 6 armoires sur 18 pourraient être mises à l'arrêt sans que les ventilateurs des autres armoires aient besoin de fonctionner à une vitesse supérieure à 30%.

La mise à l'arrêt d'une armoire par rapport à la consommation des ventilateurs d'une armoire de refroidissement à 30% fait économiser 0,16kWh

*Nota: Chaque kWh économisé représente un gain financier de 1752€/an (coût de 20cts/kw)*