

Simulation des flux d'air dans une salle informatique

**Bernard BARROIS - Romaric DAVID
- Mohcine ELBARHBARH - Yannick HOARAU**



Table des matières

1.	Présentation du problème traité : l'aéraulique d'une salle informatique	3
2.	Présentation des solutions.....	3
a)	Simulation simple des flux (« Boussinesq »)	4
b)	Simulation des flux tenant compte de l'interaction température – ventilation.	5
3.	Les logiciels gratuits nécessaires.....	7
4.	Informations nécessaires à la création de la simulation	7
5.	Principe du logiciel	8
6.	Description de la salle machine : création du fichier texte	8
a.	Description des constantes du simulateur.....	8
b.	Description de la salle	9
c.	Descriptions des racks.....	12
•	Description des allées dans la salle	12
•	Description des allées de racks	12
•	Description des racks	12
d.	Cas des meubles et objets sans puissance dissipée	13
e.	Descriptions des « casquettes et des joues » (à faire)	13
f.	Descriptions des gaines de ventilation supplémentaire introduites dans la salle » (à faire)	13
7.	Création du fichier EDP	13
8.	Exemple : une salle à Porto Real (Brésil)	14
8.	Présentation des résultats (à compléter	23
9.	Quelques conseils de mise en œuvre.....	24
10.	Annexe 1 : le cas de la salle 21 de Bessoncourt	25

1. Présentation du problème traité : l'aéraulique d'une salle informatique

Aéraulique : Science et technique du traitement et de la distribution de l'air.

Dans une salle informatique, le refroidissement des serveurs est d'autant plus efficace que la différence de température entre la face avant des serveurs et leur face arrière est importante. Le mélange des flux d'air chaud et froid réduit cet écart de température : l'air arrive plus chaud en face avant des serveurs, ce qui crée des points chauds et augmente le coût énergétique du refroidissement.

Séparer strictement froid / chaud : Organisation en Allées chaudes / Allées froides

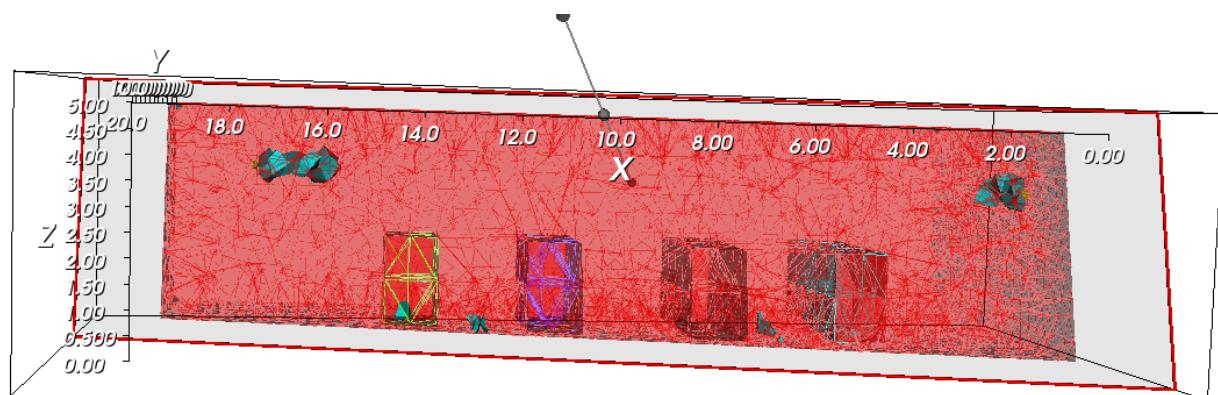
Gérer l'aéraulique c'est améliorer l'écart de température donc le rendement : boucher les fuites du faux plancher et des baies, confinement étanches chaud/froid, faciliter la circulation de l'air. C'est supprimer des recirculations qui occasionnent des points chauds artificiels difficiles à maîtriser et à refroidir.

Gérer l'aéraulique de sa salle = 1^{er} priorité de l'urbanisation

Si ces conseils paraissent évidents, il est difficile d'avoir une vision globale des impacts sur les flux d'air et c'est là que la simulation va vous en donner une idée d'abord macroscopique, à travers une simulation simple des flux, puis de façon plus précise avec une simulation tenant compte de la distribution de la température dans la salle. C'est le but du logiciel décrit dans le présent document.

2. Présentation des solutions

Pour illustrer le fonctionnement du logiciel, nous partirons d'une salle simple constituée de 4 groupes de racks opposés deux à deux en allées chaude/allées froides ayant deux extractions d'air, l'une sur le mur du fond, l'autre sur le mur de côté et dont voici une vue en coupe de l'espace discréte par des tétraèdres :



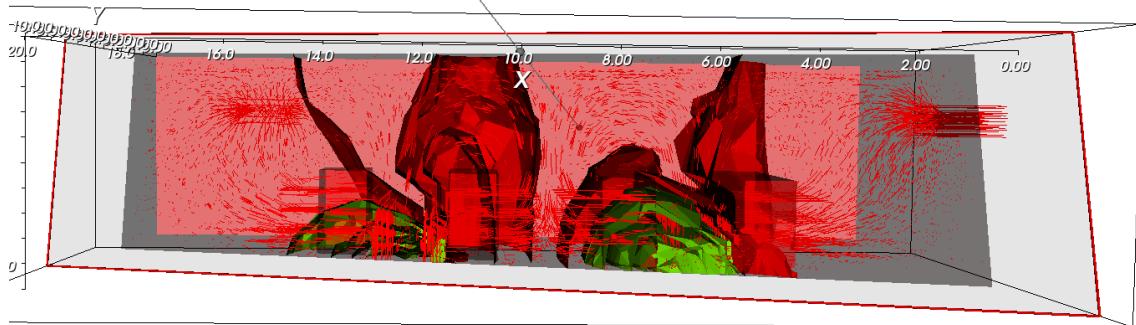
4 groupes de racks dans une salle ventilée

La première partie de la simulation consiste à définir l'espace physique de la salle et des racks avec les ouïes. Puis le calcul résout le problème en fonction des conditions aux limites.

a) Simulation simple des flux (« Boussinesq »)

Cette simulation a pour but de visualiser d'une part le flux, et d'autre part la répartition de la température dans la salle bien que ces deux problèmes soient liés. Son intérêt tient en sa rapidité d'exécution ce qui permet de mettre au point des discréétisations, des vues, et de se faire la main, de débuter dans la simulation. On trouvera [là](#) la partie théorique des équations utilisées et un autre exemple ici : [Room 3D](#)

Dans notre cas de salle informatique, voici une première vue du résultat de la simulation :

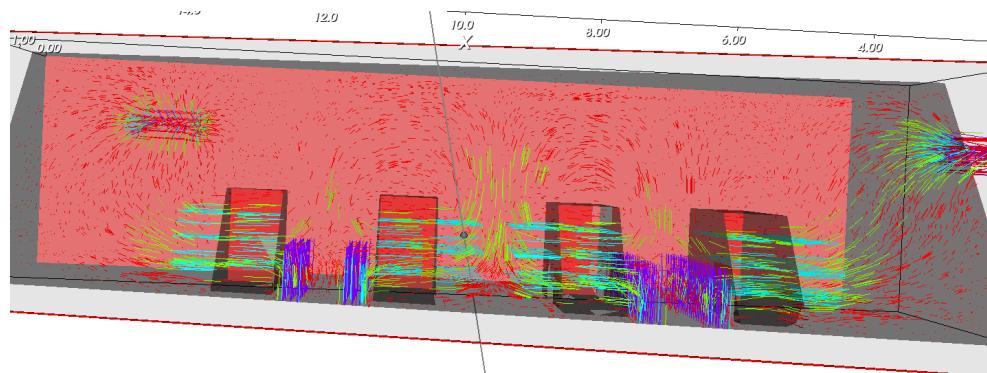


Description de cette vue :

- Qualitativement, les flux sont respectés : l'air sort du faux-plancher devant les 4 racks. Le flux d'air traverse les racks. Enfin, l'air est aspiré par les ouïes dans les deux murs.
- Les enveloppes qui apparaissent dans la salle, sont les surfaces isothermes

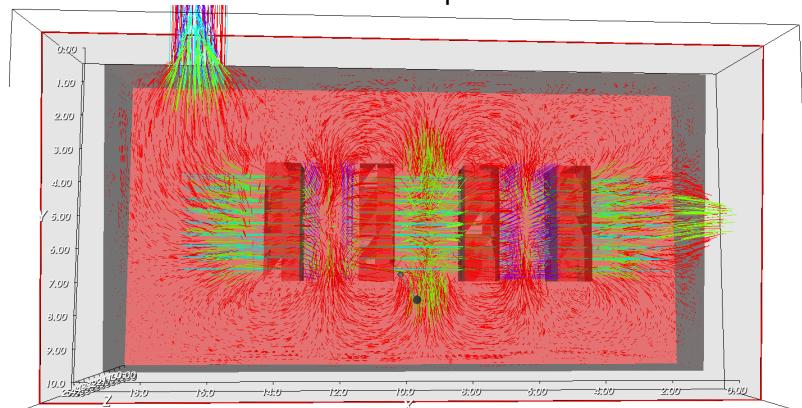
On remarque :

- La recirculation du flux du couloir chaud aspiré par l'ouïe situé à droite. Ce flux est aspiré par les deux rangs de racks :



Recirculation de l'air chaud par-dessus le rack

- Les recirculations du flux du couloir chaud aspiré autour des racks en bout d'allées



Recirculation de l'air chaud autour des racks
 Mais le manque d'interaction entre le flux et la température limite un peu
 l'interprétation et la véracité de la simulation.

b) Simulation des flux tenant compte de l'interaction température - ventilation.

Cette simulation a pour but de visualiser d'une part le flux d'air et d'autre part la répartition de la température dans la salle. Les deux problèmes sont liés par la convection. Son intérêt tient en sa précision et sa véracité, mais elle demande des temps de calculs plus long car il est nécessaire d'itérer pour faire converger la solution puis de faire des vues en précisant les points intéressants, donc de s'investir plus.

Le code de calcul de départ nous a été fourni par Yannick HOARAU du l'Université de Strasbourg que nous avons adapté.

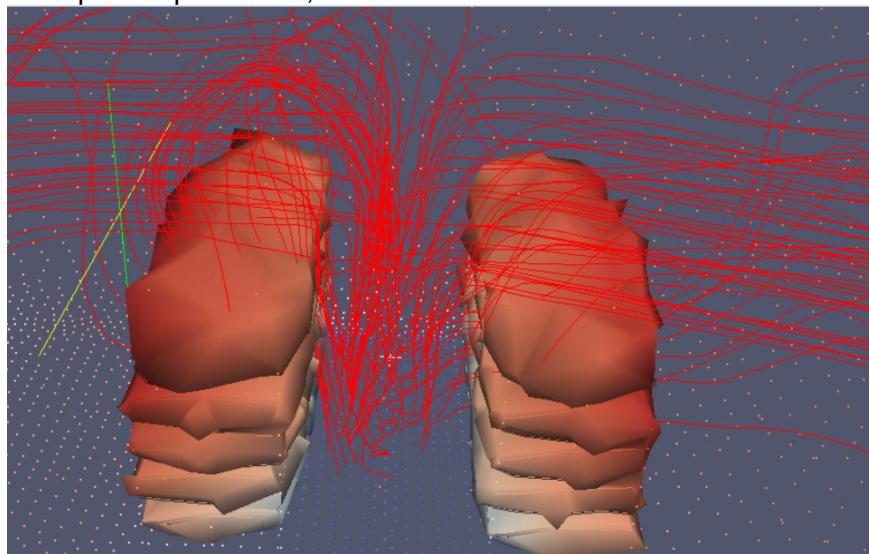
La première partie calcule le déplacement en tout point de l'espace puis la deuxième partie fait intervenir la température et la convection :

```
real tout = (int1d(Th,3) (t*N.x))/(int1d(Th,3) (N.x));
solve thermic(t,wtest,init=n,solver=LU)
= int23(Th)(t*wtest/dt + k*(dx(t)*dx(wtest)+dy(t)*dy(wtest)+dz(t)*dz(wtest)))
-int3d(Th)((convect([u,v,w],-dt,told)/dt)*wtest)
+ on(2,t = 17.) + on(4,t = tout+10.);
```

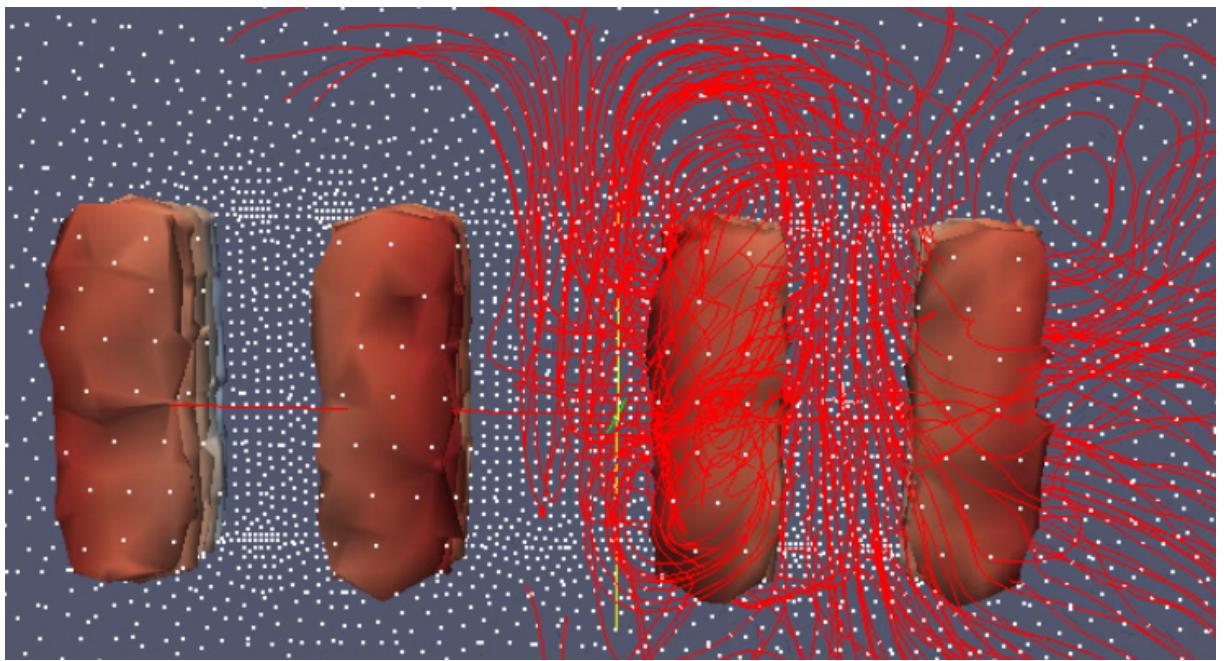
Le calcul itère jusqu'à ce que l'écart entre les positions des points soit stabilisé :

```
real err = sqrt(int3d(Th)(square(u-uold)+square(v-vold)+square(w-wold))/Th.volume) ;
cout << " iter " << n << " Err L2 = " << err << endl;
if(err < 1e-3) break;
```

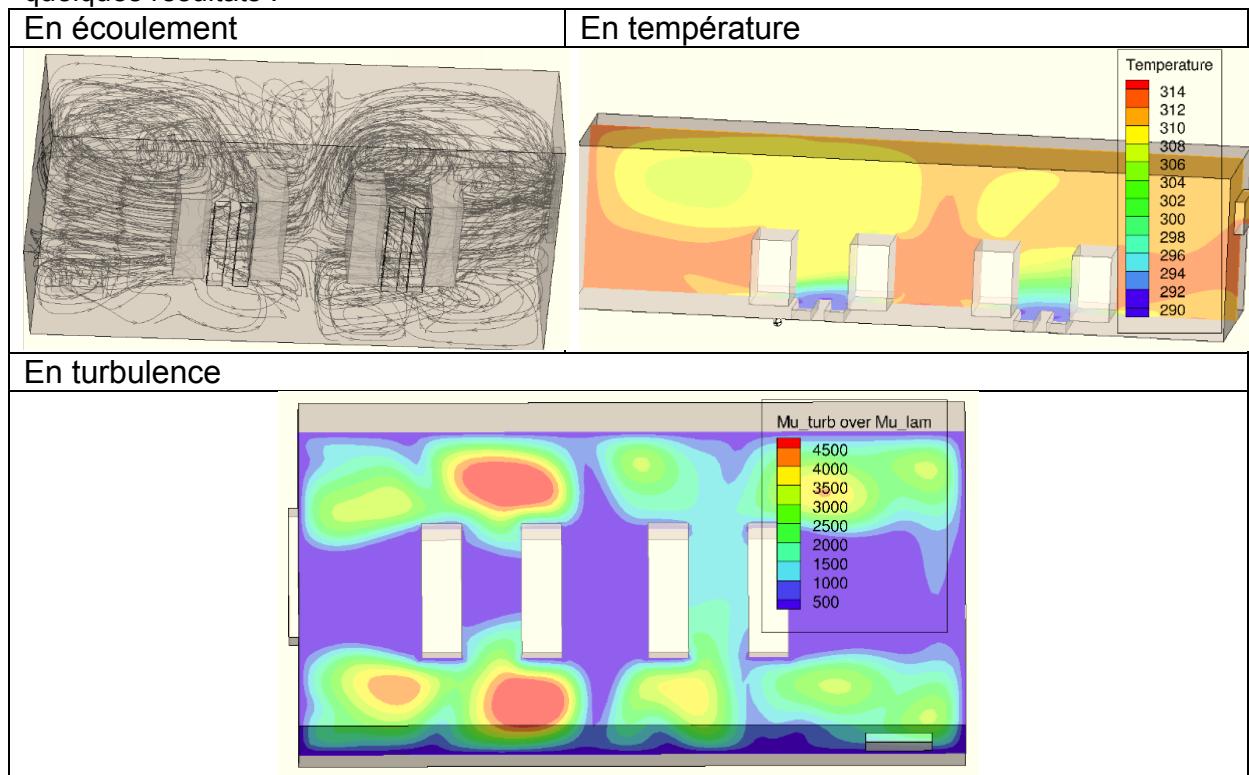
Le job édite les positions des points au cours du temps avec un pas de temps. Les sorties sont des fichiers .VTK à traiter avec le logiciel gratuit [Paraview](#) qui permet de positionner un point d'observation et de déclencher des filets d'air permettant une visualisation temporelle plus aisée, dont voici des vues :



Recirculation au-dessus des racks



Recirculation latérale (les racks sont représentés par des volumes internes)
 Ces méthodes sont en cours d'étalement vis-à-vis d'autres codes de calcul dont voici quelques résultats :



Ecoulement, température et turbulence dans la salle de test calculés par Mohcine El Barhbarh

(à faire : quelle est la métrique utilisée et quels sont les écarts entre les méthodes ?)

3. Les logiciels gratuits nécessaires

- a. Python en version 2.76 disponible [ici](#) .
 - b. FreeFEM+ disponibile [ici](#) .
 - c. Paraview disponible [ici](#) .

4. Informations nécessaires à la création de la simulation

La salle :

- Un schéma avec ses dimensions et celles des dalles

Les racks :

- Dimension Rack (Hauteur, Largeur, Longueur)
- Position au sol
- Température en entrée
- Température en sortie
- Puissance consommée

Les dalles perforées :

- Dimension
- Vitesse de l'air en la sortie
- Température de l'air en la sortie

The diagram illustrates a server room layout with 16 racks labeled A through K and numbered 1 to 15 from top to bottom. Racks A, C, E, G, I, and K are fully visible, while B and D are partially shown on the left. Each rack contains yellow rectangular panels representing server units, with labels such as u18, u37, u17, u28, u29, u16, u30, u15, u31, u14, u32, u13, u33, u12, u34, u11, u35, u10, u36, u9, u8, u301, u38, u43, u44, u7, u6, u5, u4, u3, u2, u1, u25, u24, u23, u22, u21, u20, u19, u18, u17, u16, u15, u14, u13, u12, u11, u10, u9, u8, u301, u38, u43, u44, u42, u40, u39, and u41. The floor is divided into green and blue sections, and a grey circle is located near the center. A yellow box labeled "Climatiseur Redundance" is positioned on the right side.

5. Principe du logiciel

La simulation d'une salle machine passe par les étapes suivantes :

- Description d'une salle machine dans un fichier texte comprenant les dimensions de la salle, la dimension et le nombre de racks, etc...
- La génération automatique d'un code FreeFem++ à partir de ce fichier texte, via un pré-processeur écrit en python
- l'exécution de ce code par FreeFem++, qui produira en particulier des sorties de diagnostic et des fichiers VTK pour la visualisation des résultats

6. Description de la salle machine : création du fichier texte

L'objectif de cette notice est de créer un fichier texte qui sera lu par le préprocesseur pour donner un fichier EDP acceptable par FreeFEM pour simuler les flux d'air dans votre salle informatique. Ce fichier comporte plusieurs sections, chacune comprenant des déclarations de variables.

a. Description des constantes du simulateur

[Constants]

```
# Précision = nombre de nœuds par m.  
maillage_precis = 2
```

*La précision est le nombre de segment par mètre,
elle influence grandement le temps de calcul*

```
# Hauteur initiale des racks. Ils flottent légèrement. Idem pour toute la simulation  
hinit = 0.1
```

*Il n'est pas possible de coller les racks contre les murs et le plancher,
ici cette hauteur est nécessaire pour les décoller du sol.*

```
# La même découpe (tranches) pour tous les racks. Chaque rack est coupe en 5  
racks_slices = 5
```

*Ce nombre décrit le découpage horizontal des tranches de racks
qui s'empilent les uns sur les autres pour former un rack.*

```
# # iterations  
nbiter = 10
```

C'est le nombre de pas de temps qui seront réalisés : 1 pas = 1 seconde.

```
# CP : massic heat at constant pressure
```

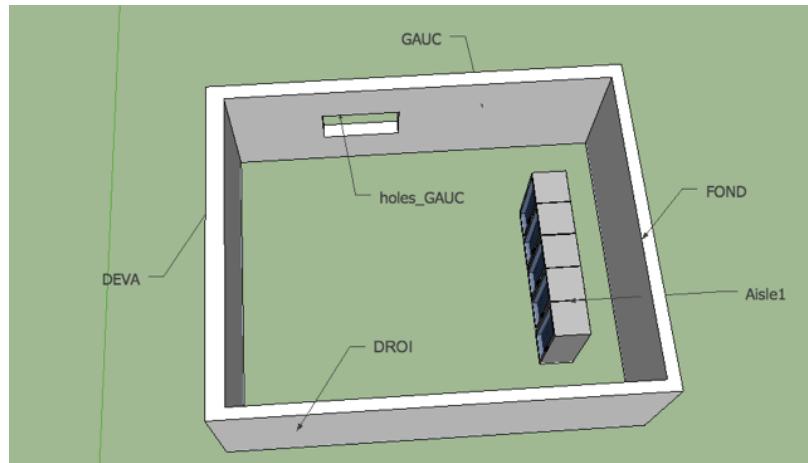
```
# Standard value should be one from http://fr.wikipedia.org/wiki/Air
```

```
# Increasing it allows the heat to transmit faster
```

```
cp = 3000
```

b. Description de la salle

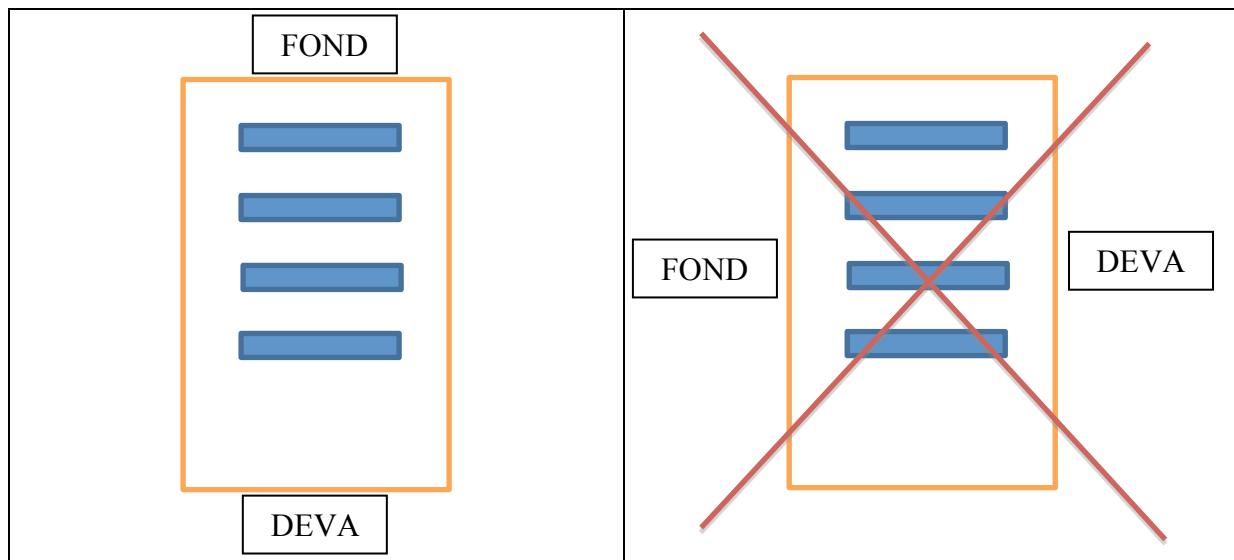
La salle est représentée par ses murs comme ceci :



Ce schéma permet de définir le nom de chacun des murs : FOND, DEVA, GAUC, DROI,
le plafond sera désigné par PLAF et le plancher par PLAN.

Attention :

Par convention, les murs FOND et DEVA sont parallèles aux rangées de racks



Puis nous affectons un nom à la salle et donnons ses dimensions

Nom de la pièce

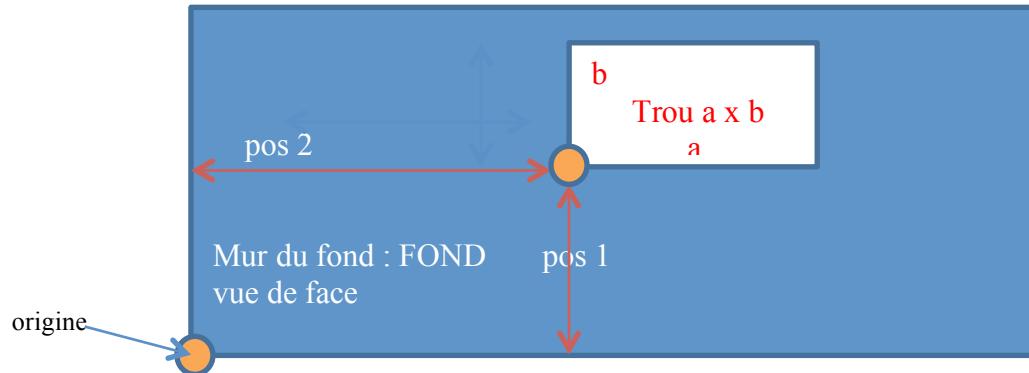
name = Room1

Dimensions : hauteur « x » largeur « x » longueur seront analysées telles quelles :

dims = 5.1x10.2x20.5

Puis nous allons décrire pour chaque mur de la salle les dimensions des trous qui les percent :

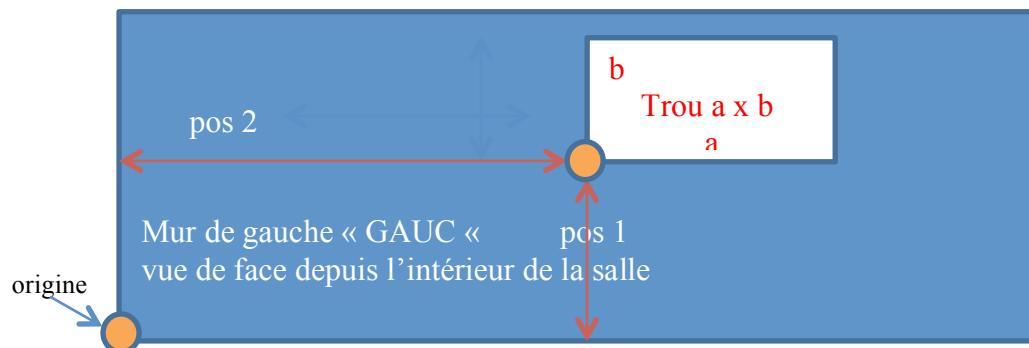
Les trous, décrits sous la forme holes_XXX, ou XXX est le nom du mur, parmi :
PLAN, PLAF, FOND, DEVA, GAUC, DROI
Exemple ici : 1 trou au FOND, 1 trou à Gauche, 4 trous au plancher



les dimensions du trou dans le mur du fond est décrit comme ceci : dims:a,b pos:pos1,pos2 par rapport à l'origine placé au coin inférieur droit du mur, Puis on décrit la vitesse de l'air mesuré à ce trou, et sa température, enfin le paramètre « puffing » vaut 1 si le trou « souffle vers l'intérieur et 0 s'il aspire . Globalement voici la ligne :

holes_FOND = dims:1,3 pos:3,16 speed:1.7 temp:50 puffing:0

Pour le mur de gauche nommé GAUC sur le plan :

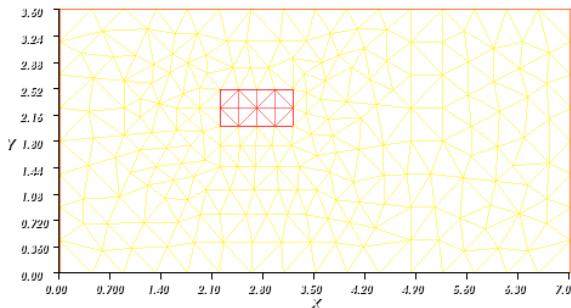


holes_GAUC = dims : a,b pos : pos1,pos2 speed:1.7 temp:-50 puffing:0

De même :

holes_FOND = dims:0.5,1 pos:2,2.2 speed:6 temp:24 puffing:0

Voici le maillage créé

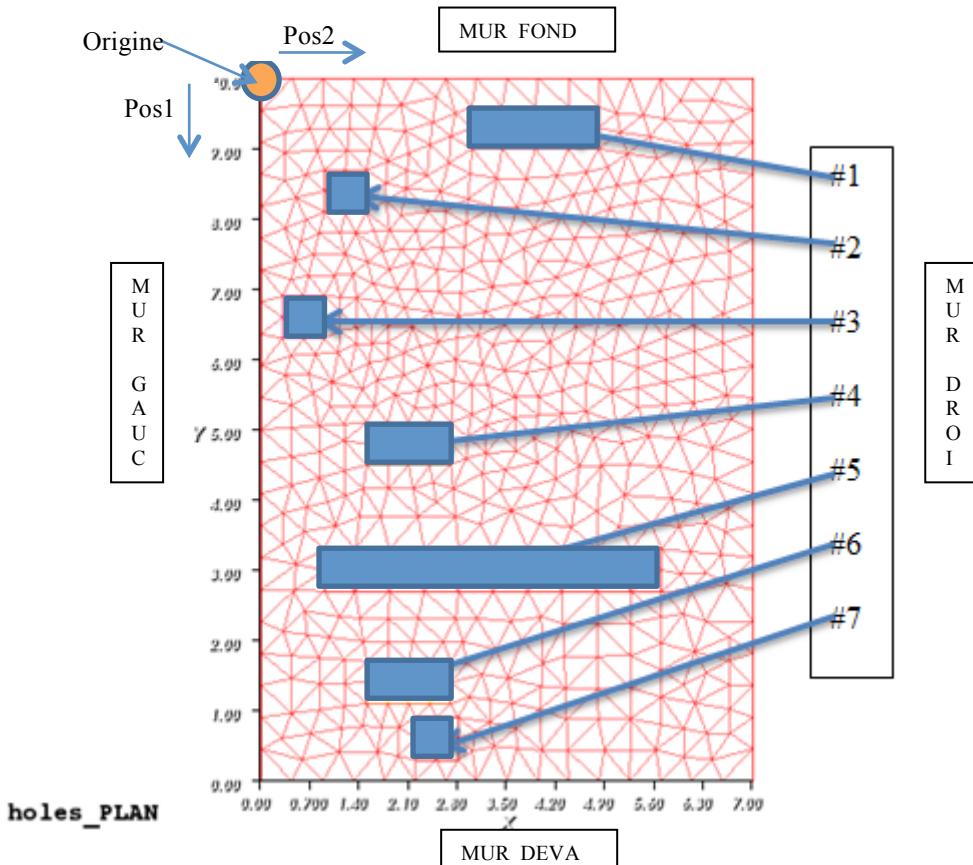


holes_FOND

Et maintenant passons au plancher de la salle ayant plusieurs emplacements de dalles perforées :

holes_PLAN =

dims:0.6,1.8 pos:0.6,1.5 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1	#1
dims:0.6,0.6 pos:1.9,0.9 speed:-1.4 temp:19 puffing:1	#2
dims:0.6,0.6 pos:3.7,0.3 speed:-1.4 temp:19 puffing:1	#3
dims:0.6,1.2 pos:5.5,1.5 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1	#4
dims:0.6,4.8 pos:7.3,0.9 speed:-1.4 temp:19 puffing:1	#5
dims:0.6,1.2 pos:8.9,1.5 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1	#6
dims:0.6,0.6 pos:9.7,2.5 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1	#7

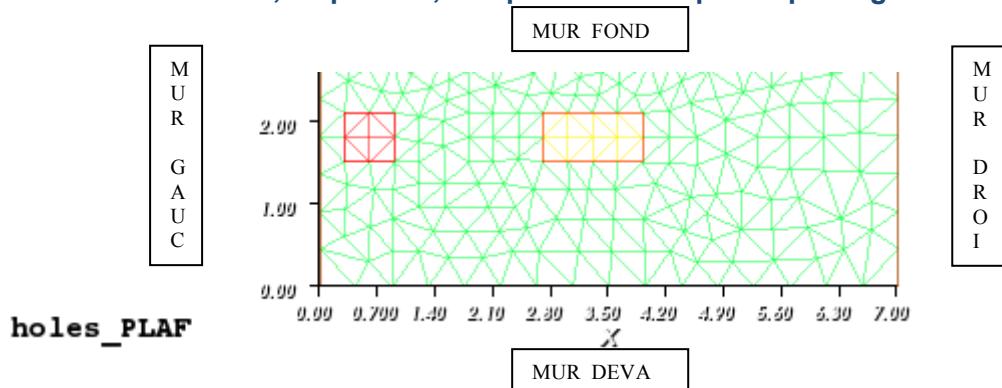


Attention les trous ne doivent se toucher les uns les autres

Et au plafond plus rarement trouvé :

Attention le plafond PLAF est vu aussi depuis le dessus

holes_PLAF = dims:0.6,0.6 pos:1.5,0.3 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1
 dims:0.6,1.2 pos:1.5,2.7 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1



c. Descriptions des racks

• **Description des allées dans la salle**

Une salle informatique se compose d'allées de racks, dont nous donnerons le dénombrement par la ligne :

Nombre de rangées de racks installés dans la salle
contains = aisle1 aisle2

- **Description des allées de racks**

Chaque allée contient un certain nombre de racks ou de groupe de racks de même orientation de soufflage :

[aisle1]
contains = Rack1 Rack2 Rack3
orientation = FOND

- **Description des racks**

Enfin les racks, eux-mêmes sont décrits par les lignes suivantes

[Rack1]	
hauteur = 1.9	hauteur du rack
largeur = 0.6	largeur du rack (0.6, 0.8, 1.0 ou 1.2)
profondeur = 1	profondeur du rack (0.6, 0.8, 1.0 ou 1.2)
position_milieu = x_largeur:4.2 y_longueur:9.3	position du milieu du rack
temp_in = 18.8	température mesurée à l'entrée du rack
temp_out = 23.8	température mesurée à la sortie du rack
power_it = 2500	puissance dissipée par ce rack

Attention pour la position milieu,

- *x_largeurs et y_longueurs sont pris par rapport au mur du fond.*
 - *les racks doivent être à 10 cm des murs sans les toucher.*

d. Cas des meubles et objets sans puissance dissipée

Il convient de les rattacher à une allée et de les décrire avec une puissance **power_it = 0**
Ainsi que des températures voisine de celle de la salle **temp_in = 24** et **temp_out = 24.5**

e. Descriptions des « casquettes et des joues » (à faire)

Dans une salle machine, les racks peuvent être capotés, c'est-à-dire prolongés par des parois de séparation des flux d'air. Le simulateur suppose que les parois ont la même hauteur que le rack. Il suffit donc d'indiquer quelles faces des racks (gauche, droite, dessus) sont prolongées par des parois, **sur une longueur à indiquer**.

Ainsi, le capotage d'un rack est décrit par le mot-clef boxing.

boxing = length:0.8 top:1 left:1 right:1

f. Descriptions des gaines de ventilation supplémentaire introduites dans la salle » (à faire)

7. Création du fichier EDP

Pour s'en servir, utiliser la commande ci-dessous directement dans démarrer

python parseconf_thermique.py [nom_fichier] > simu.edp
dans la bibliothèque C:\Python27

```
python C:\User\P013144\FreeFem\David\Leandro\parseconf_thermique.py  
C:\User\P013144\FreeFem\David\Leandro\LG_SallePR_ok.txt >  
C:\User\P013144\FreeFem\David\Leandro\simu_1.edp
```

Rajouter après // ligne 51

plot(cmm=" MUR LAB_THMUR ",thmurLAB_THMUR);

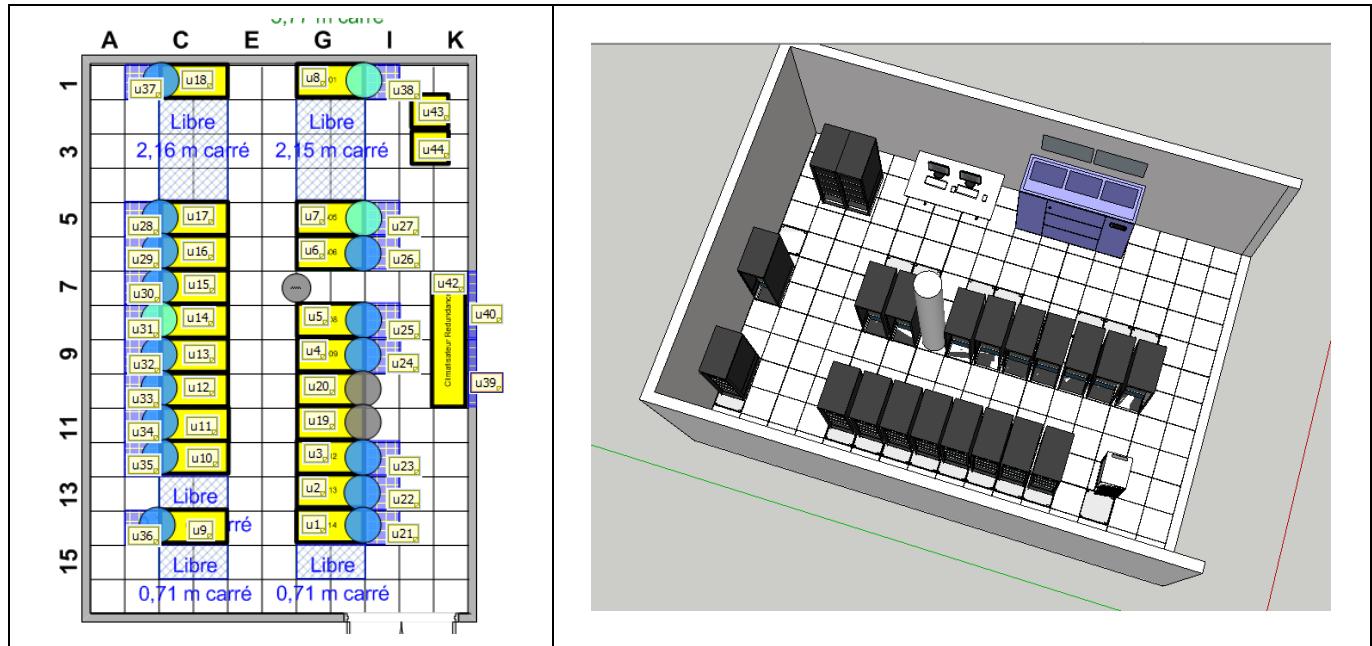
Faire des essais de gaines dans GMSH et écrire l'importation dans FreeFEM

Attention :
il manque une sauvegarde du fichier de maillage :

```
plot (Thsomme36,wait=1);  
mesh3 Thtotalsauv=tetg(Thsomme36,switch="pqaAYYQ");  
savemesh(Thtotalsauv,"thtotal.mesh");  
plot (Thtotalsauv,wait=1,cmm="THTOTAL");  
mesh3 Thtotal = readmesh3("thtotal.mesh");
```

8. Exemple : une salle à Porto Real (Brésil)

Voici le plan de la salle PSA à Porto Real (Brésil) fourni par LEANDRO GALITO :

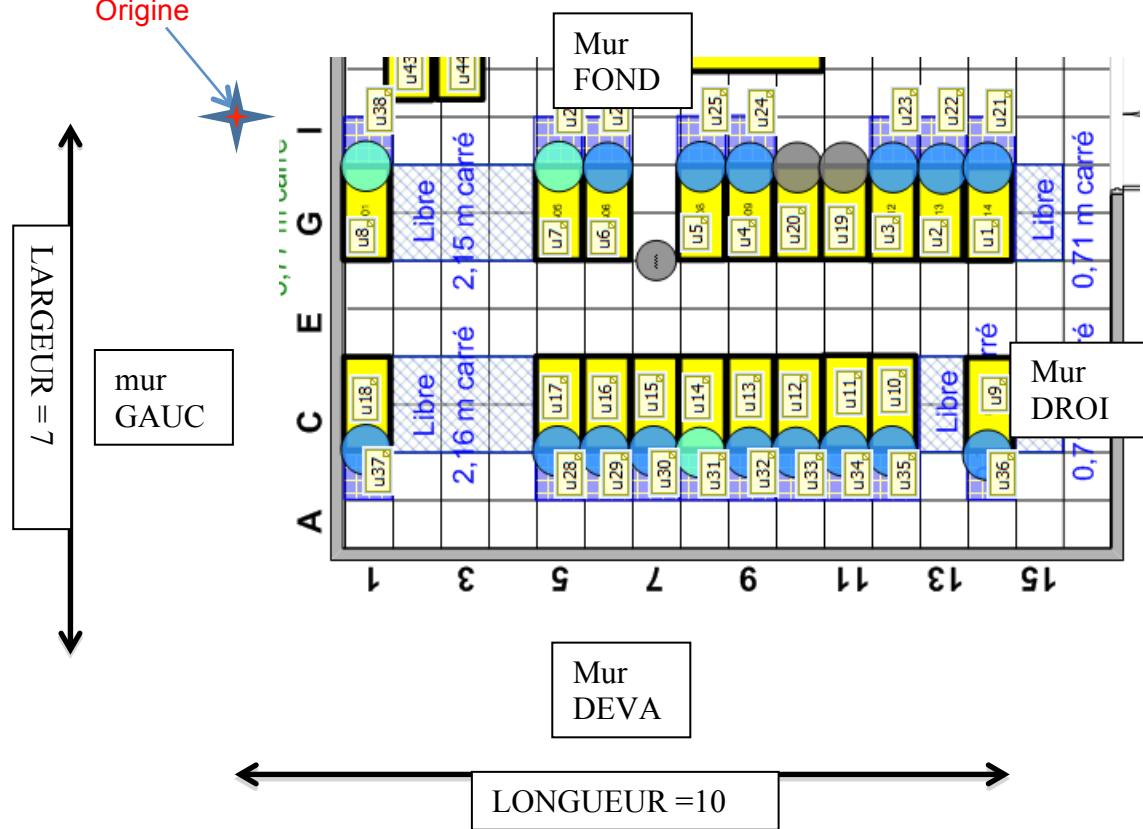


Chaque remarque du plan contient les données physiques : débits, températures qui entrent dans les conditions aux limites.

Premièrement pour désigner les murs, nous orientons le plan en fonction des rangées de racks :

ATTENTION : ici l'origine est en haut

Origine



Ouvrir un fichier **texte [Room]**, rajouter ces quelques lignes de constantes :

[Constants]

Precision = nombre de noeuds par m. Est-ce que cela doit figurer dans une section maillage ? S'appellera nn dans le texte
maillage_precis = 2

*La précision est le nombre de segment par mètre,
elle influence grandement le temps de calcul*

Hauteur initiale des racks. Ils flottent légerement. Idem pour toute la simulation
hinit = 0.1

*Il n'est pas possible de coller les racks contre les murs et le plancher,
ici cette hauteur est nécessaire pour les décoller du sol.*

La même découpe (tranches) pour tous les racks. Chaque rack est coupé en 5
racks_slices = 5

*Ce nombre décrit le découpage horizontal des tranches de racks
qui s'empilent les uns sur les autres pour former un rack
ou un groupe de racks aggrégés.*

iterations
nbiter = 10

C'est le nombre de pas de temps qui seront réalisés : 1 pas = 1 seconde.

CP : massic heat at constant pressure

Standard value should be one from <http://fr.wikipedia.org/wiki/Air>

Increasing it allows the heat to transmit faster

cp = 3000

Puis le nom de la salle puis écrire ses dimensions comme suit :

[Room]

Nom de la pièce

name = Room1

Dims : hauteur x largeur x longueur. Sera analysé tel quel

dims = 3.6x7x10

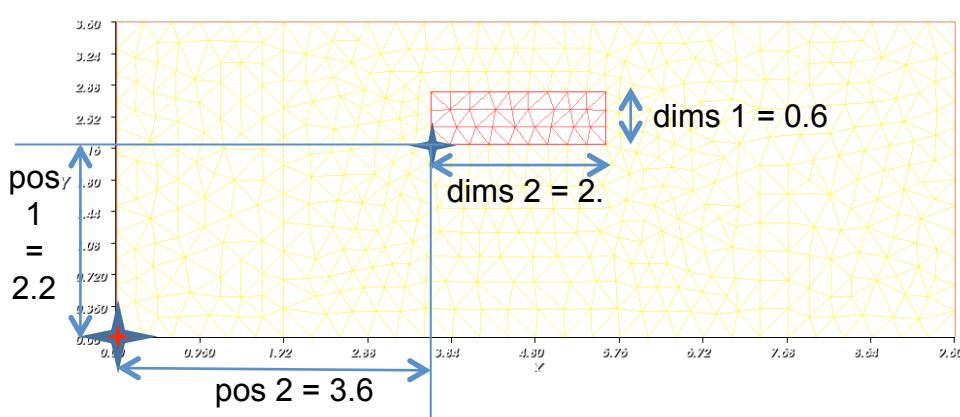
Les trous, décrits sous la forme holes_XXX, où XXX est le nom du mur, parmi :

PLAN, PLAF, FOND, DEVA, GAUC, DROI

Exemple ici : 1 trou dans le mur FOND, 7 trous dans le plancher PLAN

Dessin du mur de FOND décrit par :

holes_FOND = dims:0.6,2 pos:2.2,3.6 speed:6 temp:24 puffing:0

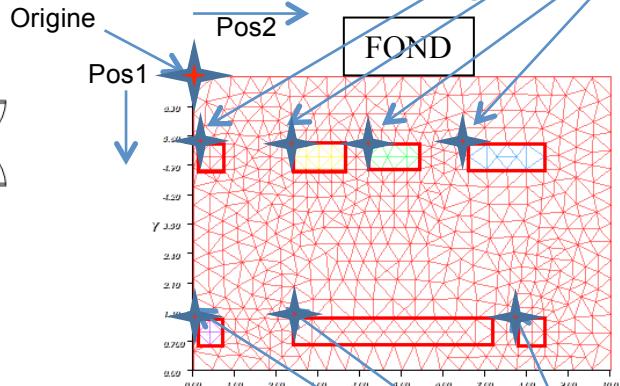
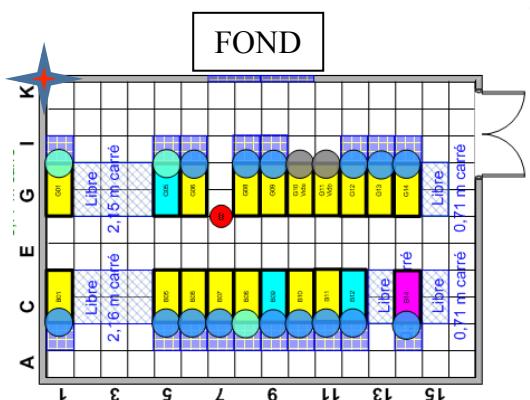


Remarquez l'origine pour un mur (autre que PLAN et PLAF)

On décrit un plancher ou un plafond en précisant où est le mur de référence, dans notre cas le mur du FOND.

holes_PLAN =

dims:0.6,0.6 pos:1.2,0.1 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1 #1
 dims:0.6,1.2 pos:1.2,2.4 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1 #2
 dims:0.6,1.2 pos:1.2,4.2 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1 #3
 dims:0.6,1.8 pos:1.2,6.6 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1 #4



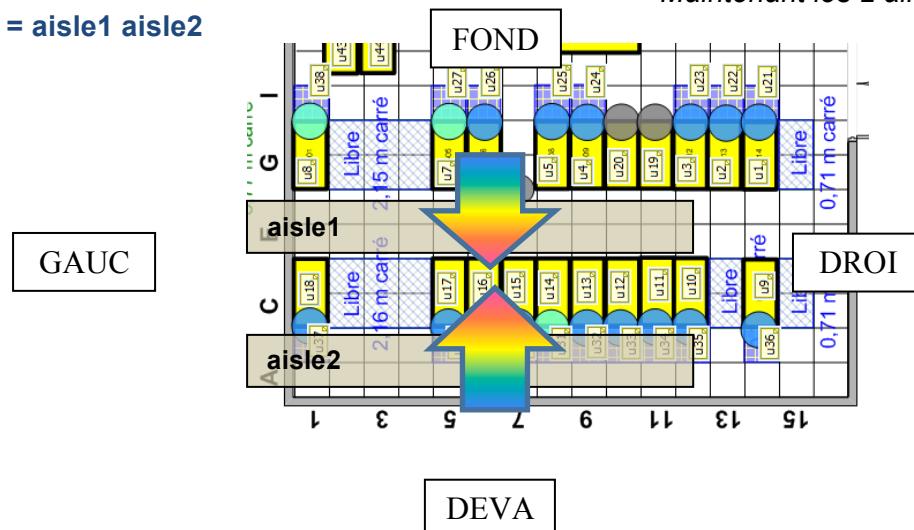
Remarquez l'origine pour PLAN et PLAF par rapport au FOND

dims:0.6,0.6 pos:5.4,7.8 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1 #5
 dims:0.6,4.8 pos:5.4,2.4 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1 #6
 dims:0.6,0.6 pos:5.4,0.1 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1 #7

Remarque : il est interdit de plaquer un trou le long d'un mur et donc les trous #1 et #7 sont décalés de 0.1 en pos2

contains = aisle1 aisle2

Maintenant les 2 allées de racks



L'allée 1 est constitué de 3 groupes de racks.

[aisle1]

contains = Rack1 Rack2 Rack3

orientation = FOND

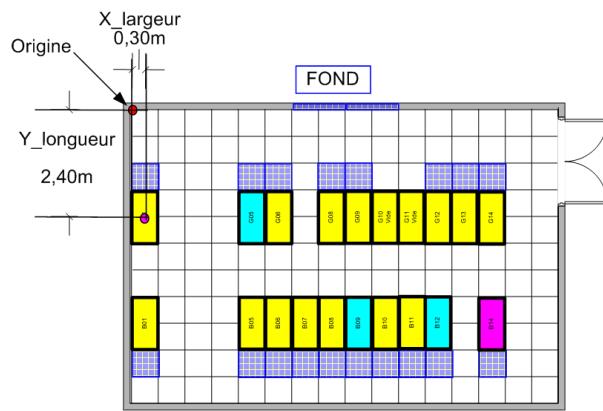
L'orientation DEVA est donnée par le mur depuis lequel le rack souffle.

Commençons par les racks de la première allée qui sont décrits comme ceci :

Nous commencerons par le rack situé en haut et à droite de la représentation de la salle ci-contre :

[Rack1]
hauteur = 1.9
largeur = 0.6
profondeur = 1
position_milieu = x_largeur:0.4
y_longueur:2.4
temp_in = 18.8
temp_out = 23.8
power_it = 500

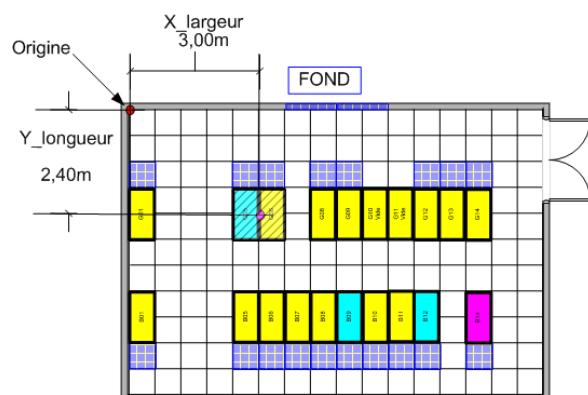
Attention le rack ne doit pas toucher le mur donc il faut le décaler de 0.1 m d'où la valeur 0.4 au lieu de 0.3 pour la x_largeur



Remarquez l'origine par rapport au FOND

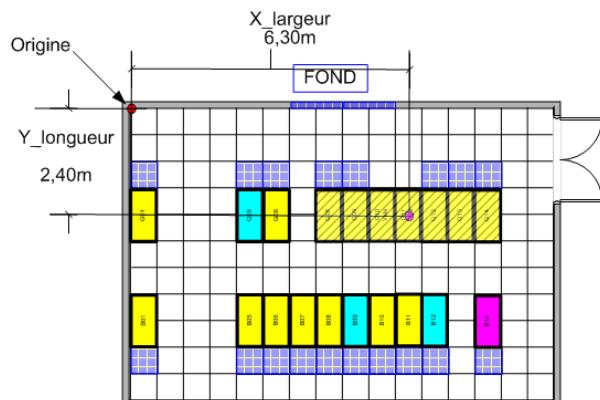
Puis le groupe de deux racks situé plus bas sur la représentation de la salle ci-contre :

[Rack2]
hauteur = 1.9
largeur = 1.2
profondeur = 1
position_milieu = x_largeur:3.0
y_longueur:2.4
temp_in = 18.5
temp_out = 23.5
power_it = 1000
la puissance pour deux racks est de 1000 kW



Enfin le groupe de sept racks situés encore en dessous sur la représentation de la salle ci-contre :

[Rack3]
hauteur = 1.9
largeur = 4.2
profondeur = 1
position_milieu = x_largeur:6.3
y_longueur:2.4
temp_in = 19.04
temp_out = 24.04



power_it = 3500

la puissance pour sept racks est de 3500 kW

Passons à la deuxième allée, qui est constitué de 3 groupes de racks

[aisle2]

contains = Rack4 Rack5 Rack6

orientation = FOND

L'orientation FOND est donnée par le mur vers lequel le rack souffle.

Finissons par les racks de la seconde allée décrits comme ceci :

Nous commencerons par le rack situé en haut et à droite de la représentation de la salle ci-contre :

[Rack4]

hauteur = 1.9

largeur = 0.6

profondeur = 1

position_milieu = x_largeur:0.4

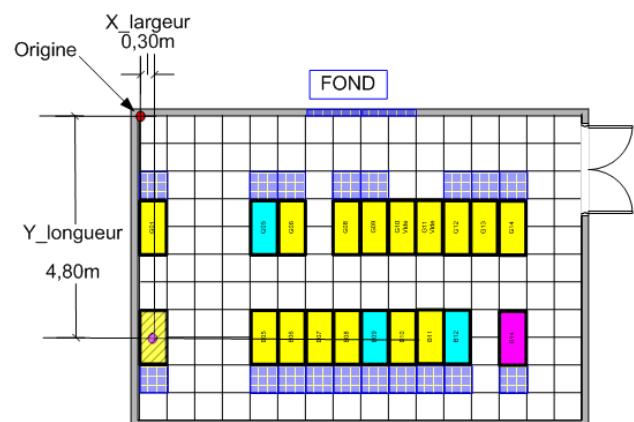
y_longueur:4.8

temp_in = 19

temp_out = 24

power_it = 500

Attention le rack ne doit pas toucher le mur donc il faut le décaler de 0.1 m d'où la valeur 0.4 au lieu de 0.3 pour la x_largeur



Remarquez l'origine par rapport au FOND

Puis le groupe de huit racks situé plus bas sur la représentation de la salle ci-contre :

[Rack5]

hauteur = 1.9

largeur = 4.8

profondeur = 1

position_milieu = x_largeur:4.8

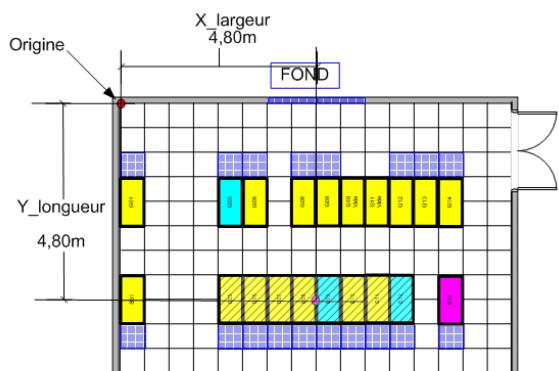
y_longueur:4.5

temp_in = 19

temp_out = 24

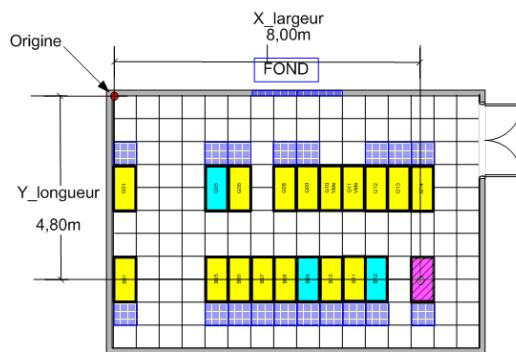
power_it = 4000

la puissance pour huit racks est de 4000 kW

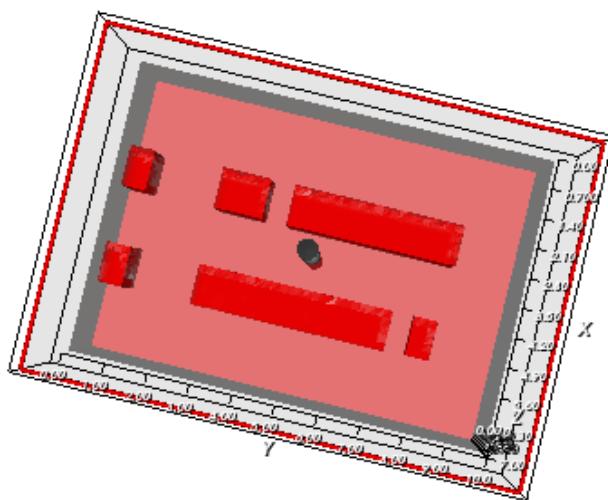


Enfin le rack situé plus bas sur la représentation de la salle ci-contre :

[Rack6]
 hauteur = 0.7
 largeur = 0.6
 profondeur = 1
position_milieu = x_largeur:8.0
y_longueur:4.8
 temp_in = 19
 temp_out = 24
 power_it = 500



Donc l'ensemble de la salle et des racks donne ceci :



Et la description totale est la suivante :

[Constants]

```
# Precision = nombre de noeuds par m. Est-ce que cela doit figurer dans une section
maillage ? S'appellera nn dans le texte
maillage_precis = 2
# Hauteur initiale des racks. Ils flottent legerement. Idem pour toute la simulation
hinit = 0.1
# La meme decoupe (tranches) pour tous les racks. Chaque rack est coupe en 5
racks_slices = 5
# # iterations
nbiter = 10
# CP : massic heat at constant pressure
# Standard value should be one frome http://fr.wikipedia.org/wiki/Air
# Increasing it allows the heat to transmit faster
cp = 1004
```

[Room]

```
# Nom de la pièce
name = Room1
# Dims : hauteur x largeur x longueur. Sera analyse tel quel
```

```
dims = 3.6x9.6x6.6
# Les trous :
# Exemple ici : 1 trou dans le mur FOND, 7 trous dans le plancher PLAN
holes_FOND =      dims:0.6,2 pos:2.2,3.6 speed:6 temp:24 puffing:0

holes_PLAN =      dims:0.6,0.6 pos:1.2,0.1 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1
                  dims:0.6,1.2 pos:1.2,2.4 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1
                  dims:0.6,1.2 pos:1.2,4.2 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1
                  dims:0.6,1.8 pos:1.2,6.6 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1
                  dims:0.6,0.6 pos:5.4,0.1 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1
                  dims:0.6,4.8 pos:5.4,2.4 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1
                  dims:0.6,0.6 pos:5.4,7.8 speed:-1.2 temp:18.5 puffing:1

# Les allées de racks :
contains = aisle1 aisle2
[aisle1]
contains = Rack1 Rack2 Rack3
orientation = FOND

[Rack1]
hauteur = 1.9
largeur = 0.6
profondeur = 1
position_milieu = x_largeur:0.4 y_longueur:2.4
temp_in = 18.8
temp_out = 23.8
power_it = 500

[Rack2]
hauteur = 1.9
largeur = 1.2
profondeur = 1
position_milieu = x_largeur:3.0 y_longueur:2.4
temp_in = 18.5
temp_out = 23.5
power_it = 1000

[Rack3]
hauteur = 1.9
largeur = 4.2
profondeur = 1
position_milieu = x_largeur:6.3 y_longueur:2.4
temp_in = 19.04
temp_out = 24.04
power_it = 3500

[aisle2]
contains = Rack4 Rack5 Rack6
orientation = DEVA
```

```
[Rack4]
hauteur = 1.9
largeur = 0.6
profondeur = 1
position_milieu = x_largeur:0.4 y_longueur:4.8
temp_in = 19
temp_out = 24
power_it = 500
```

```
[Rack5]
hauteur = 1.9
largeur = 4.8
profondeur = 1
position_milieu = x_largeur:4.8 y_longueur:4.8
temp_in = 19
temp_out = 24
power_it = 4000
```

```
[Rack6]
hauteur = 0.7
largeur = 0.6
profondeur = 1
position_milieu = x_largeur:8.0 y_longueur:4.8
temp_in = 19
temp_out = 24
power_it = 500
```



LG_Salle_PR_FOND.txt

Voici le fichier TXT :

Pour se servir du fichier.txt, utiliser la commande du type suivant :

python parseconf_thermique.py [nom_fichier] > simu.edp
Dans la bibliothèque C:\Python27

```
python C:\User\P013144\FreeFem\David\Leandro\parseconf_thermique.py
C:\User\P013144\FreeFem\David\Leandro\LG_SallePR_ok.txt >
C:\User\P013144\FreeFem\David\Leandro\simu_1.edp
```



pipit_07_03.bat

ou utiliser le .bat contenant :

```
path=%path%;c:\python27 (ajout du path)
python parseconf_thermique_f_07_03_a.py LG_Salle_PR_FOND.txt > toto_07_03.edp
pause
```



parseconf_thermique_f_07_03_a.py

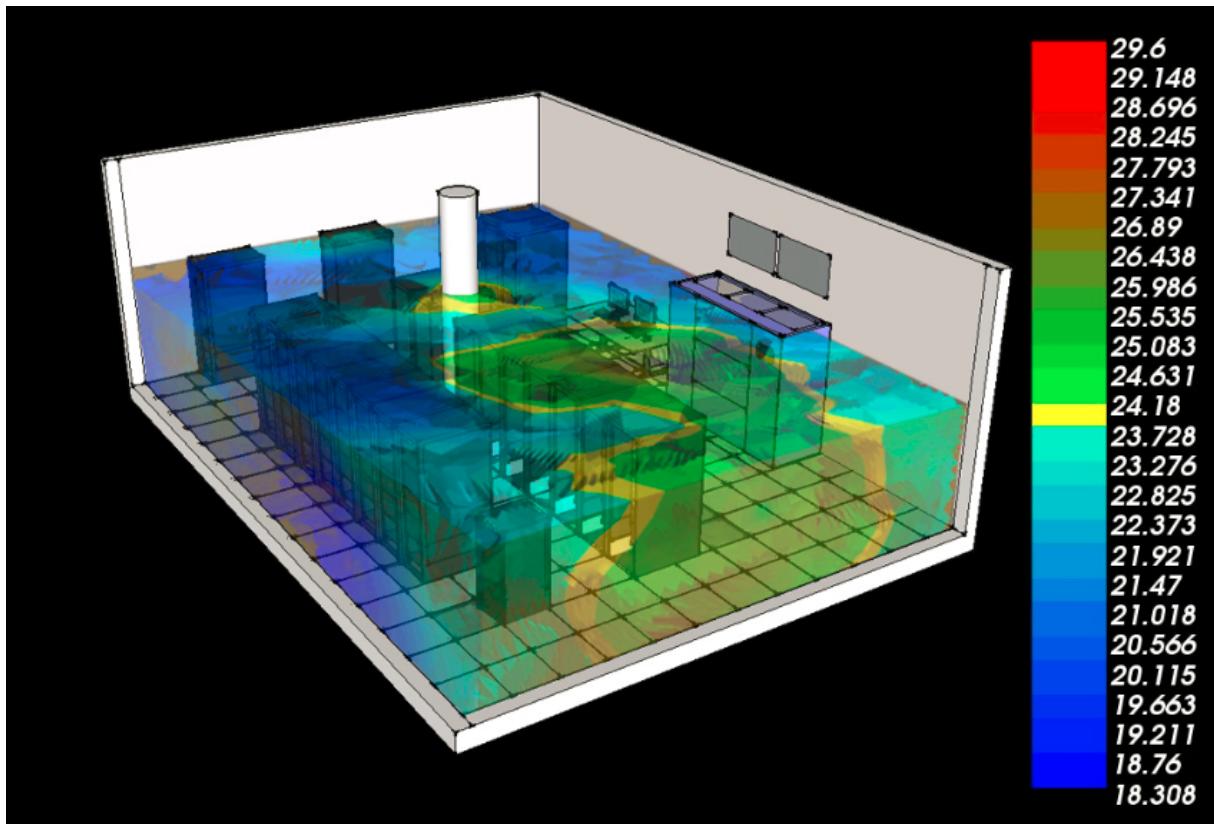
Attention j'ai modifié le .PY :



toto_07_03.edp

Et voici le fichier EDP résultat :

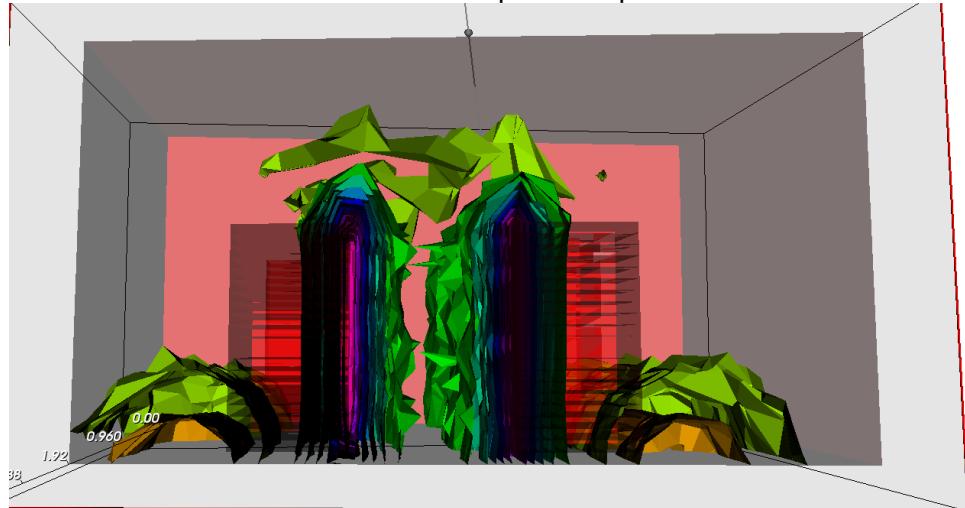
Et en voici une représentation faite en fusion des images de Paraview et Google Sketchup avec PhotoShop :



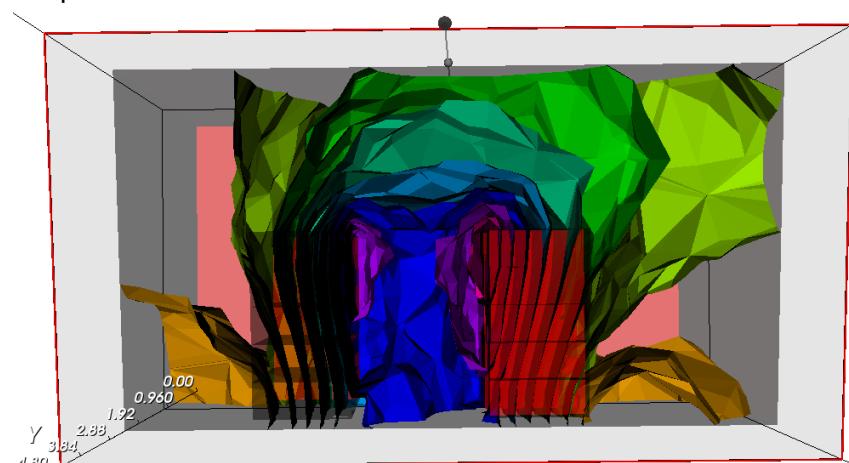
Et voici

8. Présentation des résultats (à compléter)

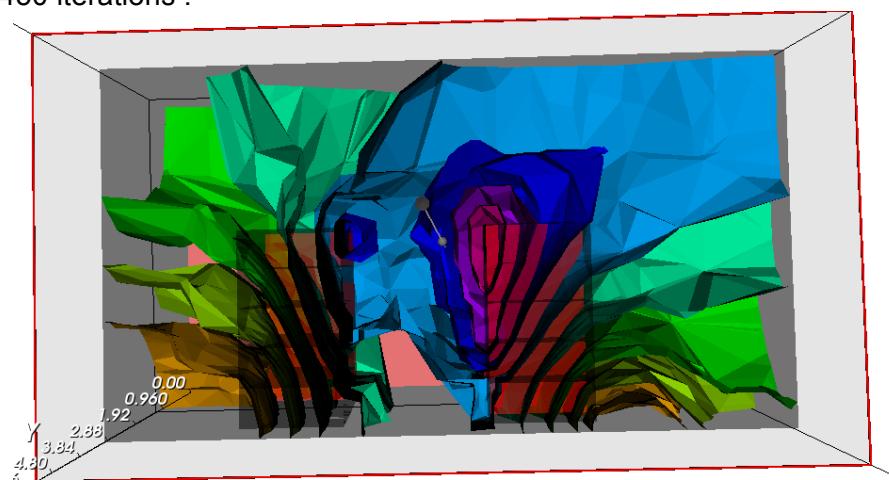
Voici les isothermes de la salle de Porto Real après à la première itération :



Et la même vue après 50 itérations :



Puis après 450 itérations :

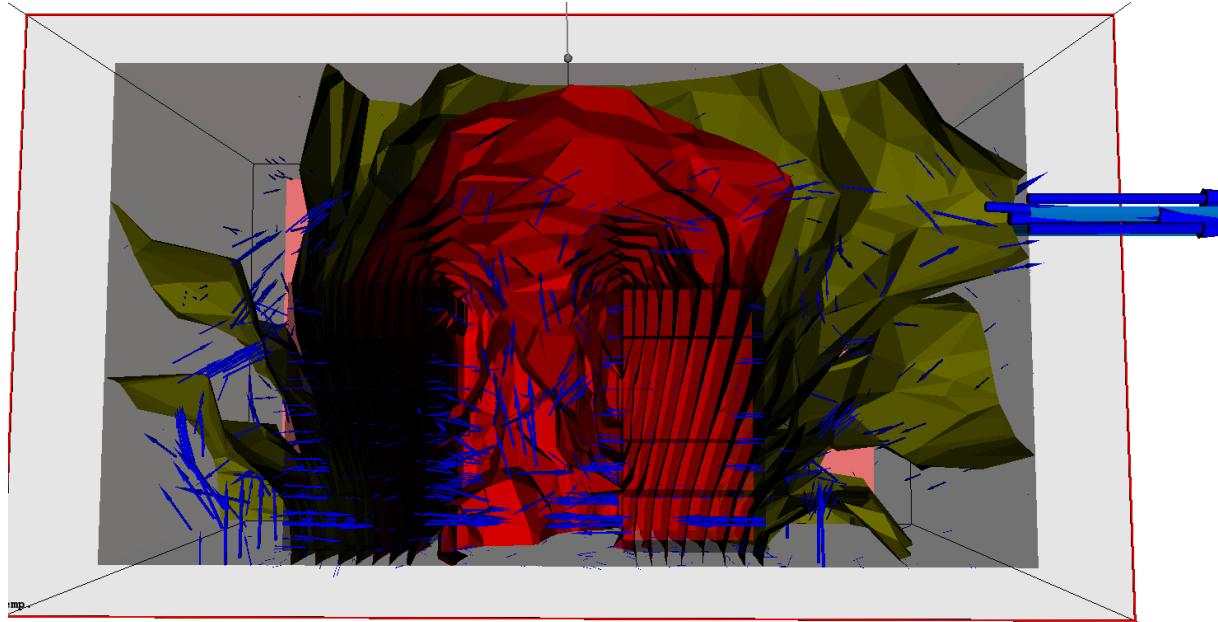


On remarque que :

- la répartition des zones chaudes et froides a beaucoup évolué
- le rang de rack à gauche est bien refroidi

- un point chaud apparaît dans le haut de la rangée de droite à cause des recirculations de l'air venant du couloir chaud centrale aspiré par l'ouïe dans le mur de droite.

Sur cette autre vue à 50 itérations :



Un vortex se crée devant le haut des racks de droite, perturbant la circulation en face avant et le flux d'air sortant de la rangée de dalle perforée de droite est directement aspiré vers la sortie climatiseur.

9. Quelques conseils de mise en œuvre

Le monde ne s'est pas fait en un jour, donc commencer petit :

- Commencer avec une précision de maillage $nn = 1$ si possible (voir erreur ci-dessous)
- Commencer avec un nombre d'itération à 1, et quand les problèmes de maillage sont résolus augmenter à 500 les fichiers images générés encombrent vite votre PC.
- Commencer avec un découpage de rack égal à 2 ou 3 puis augmenter jusqu'à 20.
- Commencer votre salle avec un trou dans un mur et un rack, puis votre salle avec ses murs troués et son plancher avec un trou, enfin votre salle avec tous ses trous, puis augmenter le nombre de racks en les repérant sur le plan et dans le texte

Les problèmes rencontrés :

Erreur commise	Type d'erreur	Corrections proposées
Un trou qui touche une arête ou un autre trou de taille différente	erreur fatal	déplacer ou réduire le trou
Un trou « trop » près d'une arête	erreur aléatoire due à la discréétisation et aux tétraèdres fabriqués par TetGen	déplacer ou réduire le trou ou augmenter le nn précision du maillage
Deux racks de taille différente qui se touchent	erreur fatal	déplacer un rack

Deux racks de taille différente qui sont proches	erreur aléatoire due à la discrétisation et aux tétraèdres fabriqués par TetGen	déplacer un rack ou augmenter le nn précision du maillage
Un rack sort de la salle	erreur fatal	Vérifier les coordonnées en général inversées.

10. Annexe 1 : le cas de la salle 21 de Bessoncourt

Voici le texte complet de la génération :

[Constants]

Precision = nombre de nœuds par m. Est-ce que cela doit figurer dans une section maillage ? S'appellera nn dans le texte

maillage_precis = 2

Hauteur initiale des racks. Ils flottent légèrement. Idem pour toute la simulation
hinit = 0.1

La même découpe (tranches) pour tous les racks. Chaque rack est coupe en 5
racks_slices = 5

iterations

nbiter = 500

CP : massic heat at constant pressure

Standard value should be one frome <http://fr.wikipedia.org/wiki/Air>

Increasing it allows the heat to transmit faster

cp = 3000

[Room]

Nom de la pièce

name = Room1

Dims : hauteur x largeur x longueur. Sera analyse tel quel

dims = 4.8x13.5x28.2

Les trous :

Exemple ici : 5 trous dans le mur FOND, 15 trous dans le plancher PLAN

holes_DROI = dims:0.72,1.94 pos:3.12,3.0 speed:6 temp:26 puffing:0

dims:0.72,1.94 pos:3.12,8.3 speed:6 temp:26 puffing:0

dims:0.72,1.94 pos:3.12,13.25 speed:6 temp:26 puffing:0

dims:0.72,1.94 pos:3.12,18.5 speed:6 temp:26 puffing:0

dims:0.72,1.94 pos:3.12,23.5 speed:6 temp:26 puffing:0

holes_PLAN = dims:1.8,1.1 pos:0.8,0.6 speed:-1.0 temp:17 puffing:1

dims:0.5,3.0 pos:2.2,1.8 speed:-1.0 temp:17 puffing:1

dims:0.5,1.8 pos:2.2,6.0 speed:-1.0 temp:17 puffing:1

dims:0.5,1.2 pos:3.9,8.4 speed:-1.0 temp:17 puffing:1

dims:0.5,6.0 pos:5.2,1.8 speed:-1.0 temp:17 puffing:1

dims:0.5,2.4 pos:7.5,2.4 speed:-1.0 temp:17 puffing:1

dims:0.5,6.6 pos:10.6,4.8 speed:-1.0 temp:17 puffing:1

dims:0.5,8.4 pos:11.2,3.0 speed:-1.0 temp:17 puffing:1

dims:0.5,3.6 pos:16.0,1.8 speed:-1.0 temp:17 puffing:1

dims:0.5,1.2 pos:16.0,7.8 speed:-1.0 temp:17 puffing:1

dims:0.5,1.2 pos:16.0,9.6 speed:-1.0 temp:17 puffing:1

```
    dims:0.5,1.8 pos:16.6,2.4 speed:-1.0 temp:17 puffing:1
    dims:0.5,5.4 pos:16.6,6.6 speed:-1.0 temp:17 puffing:1
    dims:0.5,4.8 pos:21.3,7.2 speed:-1.0 temp:17 puffing:1
    dims:0.5,3.6 pos:21.9,8.4 speed:-1.0 temp:17 puffing:1
# Les allées de racks ayant la même orientation de soufflage:
contains = aisle1 aisle2 aisle3 aisle4 aisle5 aisle6
[aisle1]
contains = Rack1 Rack2 Rack3 Rack4 Rack5 Rack6 Rack8 Rack9
orientation = DEVA
[Rack1]
hauteur = 2.0
largeur = 3.0
profondeur = 1
position_milieu = x_largeur:3.3 y_longueur:1.5
temp_in = 18.5
temp_out = 24.5
power_it = 2500
[Rack2]
hauteur = 2.0
largeur = 1.8
profondeur = 1
position_milieu = x_largeur:6.9 y_longueur:1.5
temp_in = 18.5
temp_out = 24.5
power_it = 1500
[Rack3]
hauteur = 2.0
largeur = 1.2
profondeur = 1
position_milieu = x_largeur:9.0 y_longueur:3.4
temp_in = 18.5
temp_out = 24.5
power_it = 1000
[Rack4]
hauteur = 2.0
largeur = 5.6
profondeur = 1.2
position_milieu = x_largeur:4.6 y_longueur:4.5
temp_in = 18.5
temp_out = 24.5
power_it = 1000
[Rack5]
hauteur = 2.0
largeur = 1.6
profondeur = 1.0
position_milieu = x_largeur:8.8 y_longueur:4.9
temp_in = 24.
temp_out = 24.5
power_it = 10
[Rack6]
hauteur = 2.0
largeur = 1.85
profondeur = 1.0
position_milieu = x_largeur:3.6 y_longueur:6.8
temp_in = 18.5
```

```
temp_out = 24.5
power_it = 1500
[Rack7]
hauteur = 2.0
largeur = 1.60
profondeur = 0.8
position_milieu = x_largeur:8.8 y_longueur:8.2
temp_in = 24.
temp_out = 24.5
power_it = 10
[Rack8]
hauteur = 2.0
largeur = 4.0
profondeur = 1.2
position_milieu = x_largeur:3.6 y_longueur:9.9
temp_in = 18.5
temp_out = 24.5
power_it = 3000
[Rack9]
hauteur = 2.0
largeur = 0.8
profondeur = 6.4
position_milieu = x_largeur:11.2 y_longueur:5.1
temp_in = 24.
temp_out = 24.5
power_it = 10
[aisle2]
contains = Rack10
orientation = FOND
[Rack10]
hauteur = 2.0
largeur = 8.6
profondeur = 1.2
position_milieu = x_largeur:7.2 y_longueur:12.3
temp_in = 18.5
temp_out = 24
power_it = 5500
[aisle3]
contains = Rack11 Rack12 Rack13 Rack14
orientation = DEVA
[Rack11]
hauteur = 2.0
largeur = 3.25
profondeur = 1.2
position_milieu = x_largeur:3.5 y_longueur:15.4
temp_in = 18.5
temp_out = 24
power_it = 2000
[Rack12]
hauteur = 2.0
largeur = 1.2
profondeur = 1.2
position_milieu = x_largeur:8.4 y_longueur:15.4
temp_in = 18.5
```

```
temp_out = 24
power_it = 1000
[Rack13]
hauteur = 2.0
largeur = 0.6
profondeur = 1.2
position_milieu = x_largeur:9.9 y_longueur:15.4
temp_in = 18.5
temp_out = 24
power_it = 1000
[Rack14]
hauteur = 2.0
largeur = 1.0
profondeur = 1.0
position_milieu = x_largeur:12.3 y_longueur:14.8
temp_in = 24.
temp_out = 24.5
power_it = 10
[aisle4]
contains = Rack15 Rack16 Rack17
orientation = FOND
[Rack15]
hauteur = 2.0
largeur = 0.8
profondeur = 1.0
position_milieu = x_largeur:10.7 y_longueur:15.4
temp_in = 18.5
temp_out = 24
power_it = 500
[Rack16]
hauteur = 2.0
largeur = 1.6
profondeur = 1.2
position_milieu = x_largeur:3.5 y_longueur:17.7
temp_in = 18.5
temp_out = 24
power_it = 1000
[Rack17]
hauteur = 2.0
largeur = 5.6
profondeur = 1.2
position_milieu = x_largeur:9.3 y_longueur:17.7
temp_in = 18.5
temp_out = 24
power_it = 3500
[aisle5]
contains = Rack18 Rack19
orientation = DEVA
[Rack18]
hauteur = 2.0
largeur = 4.4
profondeur = 0.8
position_milieu = x_largeur:4.6 y_longueur:20.3
temp_in = 24
temp_out = 24.5
```

```
power_it = 10
[Rack19]
hauteur = 2.0
largeur = 4.9
profondeur = 1.2
position_milieu = x_largeur:9.5 y_longueur:20.7
temp_in = 18.5
temp_out = 24
power_it = 3000
[aisle6]
contains = Rack20 Rack21 Rack22
orientation = FOND
[Rack20]
hauteur = 1.8
largeur = 1.1
profondeur = 0.8
position_milieu = x_largeur:2.4 y_longueur:22.9
temp_in = 24
temp_out = 24.5
power_it = 10
[Rack21]
hauteur = 1.8
largeur = 6.3
profondeur = 1.2
position_milieu = x_largeur:8.8 y_longueur:23.1
temp_in = 18.5
temp_out = 24
power_it = 4000
[Rack22]
hauteur = 1.8
largeur = 1.5
profondeur = 1.2
position_milieu = x_largeur:11.3 y_longueur:25.6
temp_in = 24
temp_out = 24.5
power_it = 10
```

Correspondant au schéma ci-dessous

