

BÂTIMENT T5

SYNCHROTRON SOLEIL

ETUDES THERMO-AÉRAULIQUE

INTRODUCTION – OBJECTIFS ET PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

L'opération s'inscrit dans une démarche ambitieuse de garantir des conditions d'ambiance thermo-aérauliques adaptée à la conduction de tests sur des équipements scientifiques, en tenant compte des variations climatiques extérieures.

Les objectifs de l'étude thermique sont :

- Valider les systèmes CVC prévus pour atteindre les conditions thermo-aérauliques voulues
- Proposer des optimisations pour y arriver

Les conditions cibles sont les suivantes :

Local	Zone	Température	Vitesse d'air
Hall Montage aimant	Zone de test	$21^{\circ}\text{C} \pm 0.25$	$\leq 0.15 \text{ m/s}$
	Reste du hall	$21^{\circ}\text{C} \pm 1$	--
Hall montage poutre	Zone de test	$21^{\circ}\text{C} \pm 0.25$	$\leq 0.15 \text{ m/s}$
	Reste du hall	$21^{\circ}\text{C} \pm 1$	--

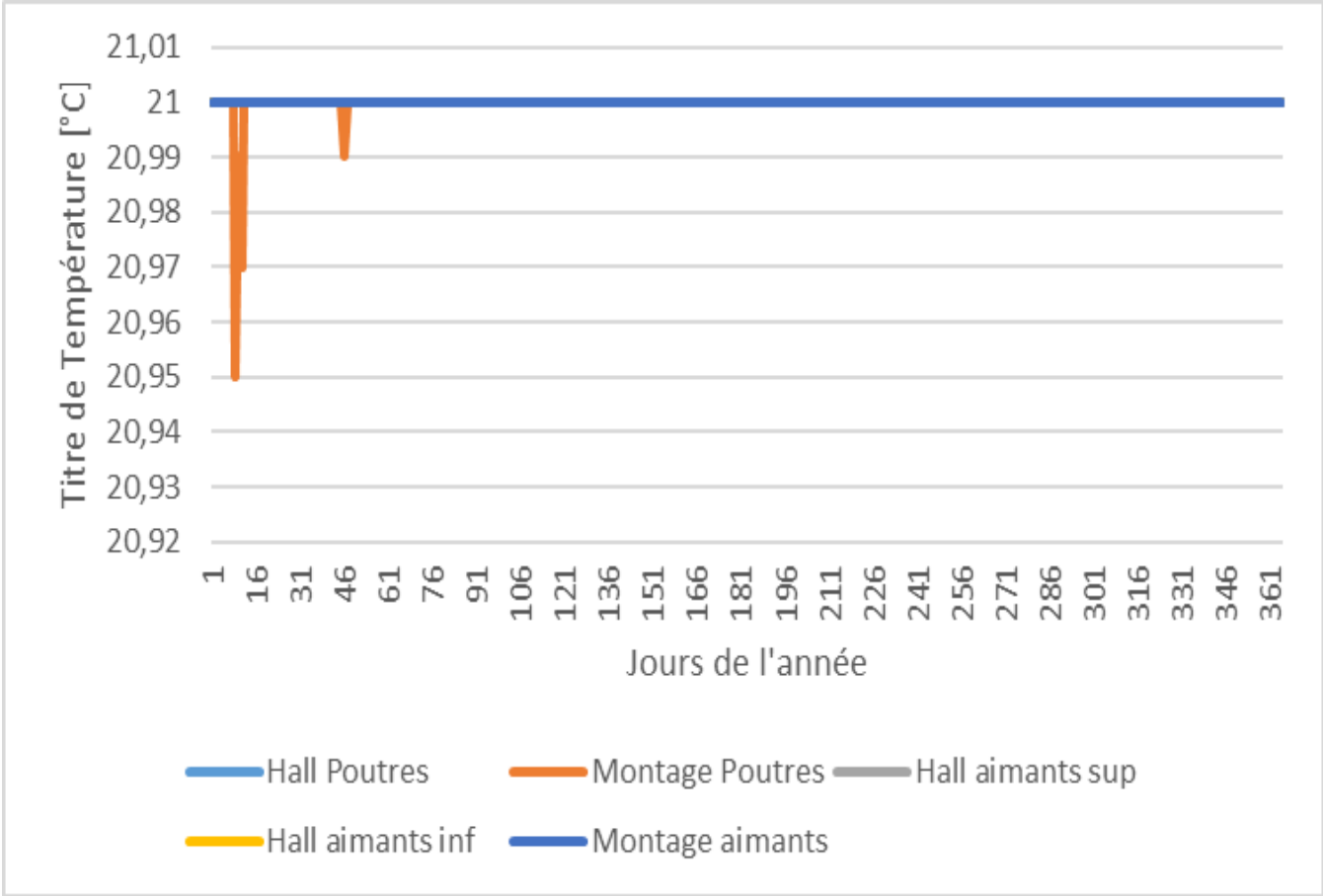


SYNTHÈSE DE LA SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

La simulation thermique dynamique (STD) permet d’analyser les conditions d’ambiance à l’échelle du local ou d’une zone de quelques dizaines de m³ de manière dynamique au cours du temps.

Les STD ne prennent pas en compte l’inertie de l’air, il n’est donc pas possible de modéliser un système de traitement par soufflage d’air. L’hypothèse est donc prise que la manière de diffuser l’air est optimale. Ces simulations ont permis de valider le dimensionnement des systèmes.

Les systèmes étant correctement dimensionnés, nous avons de bons résultats pour les dérives thermiques :



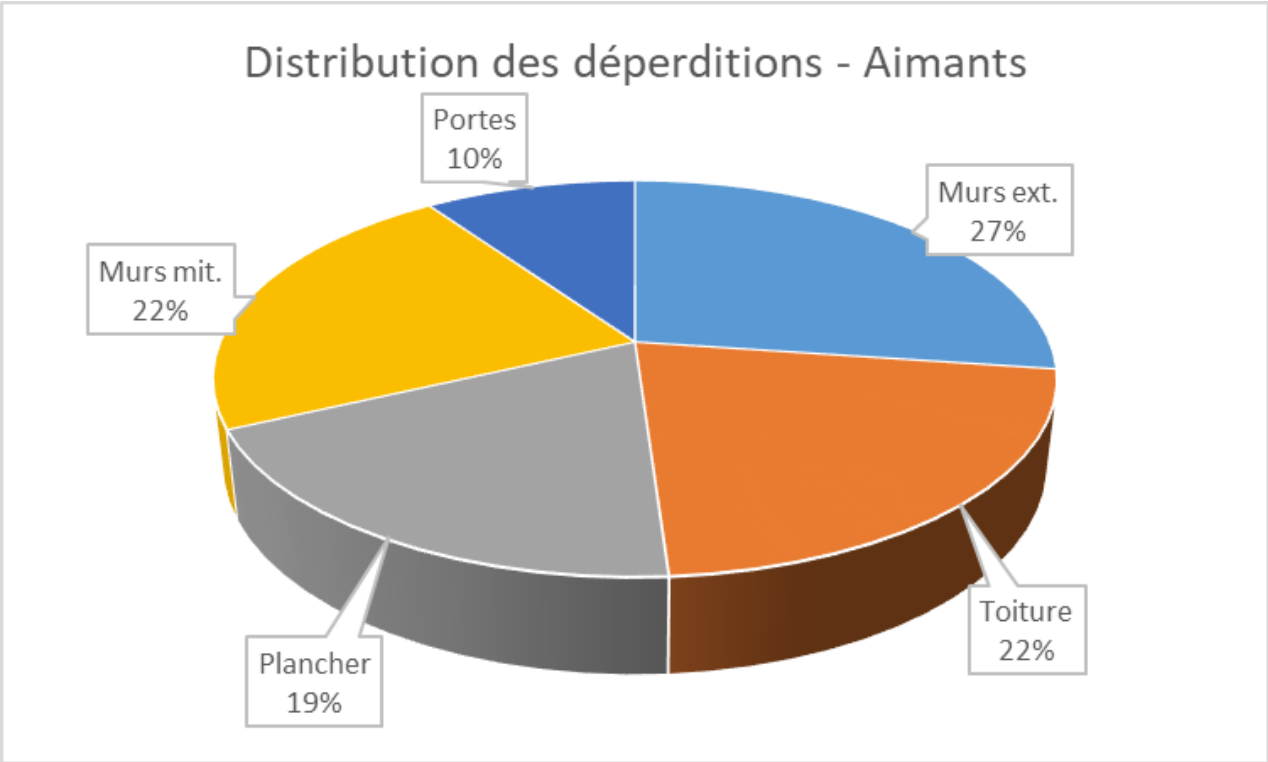
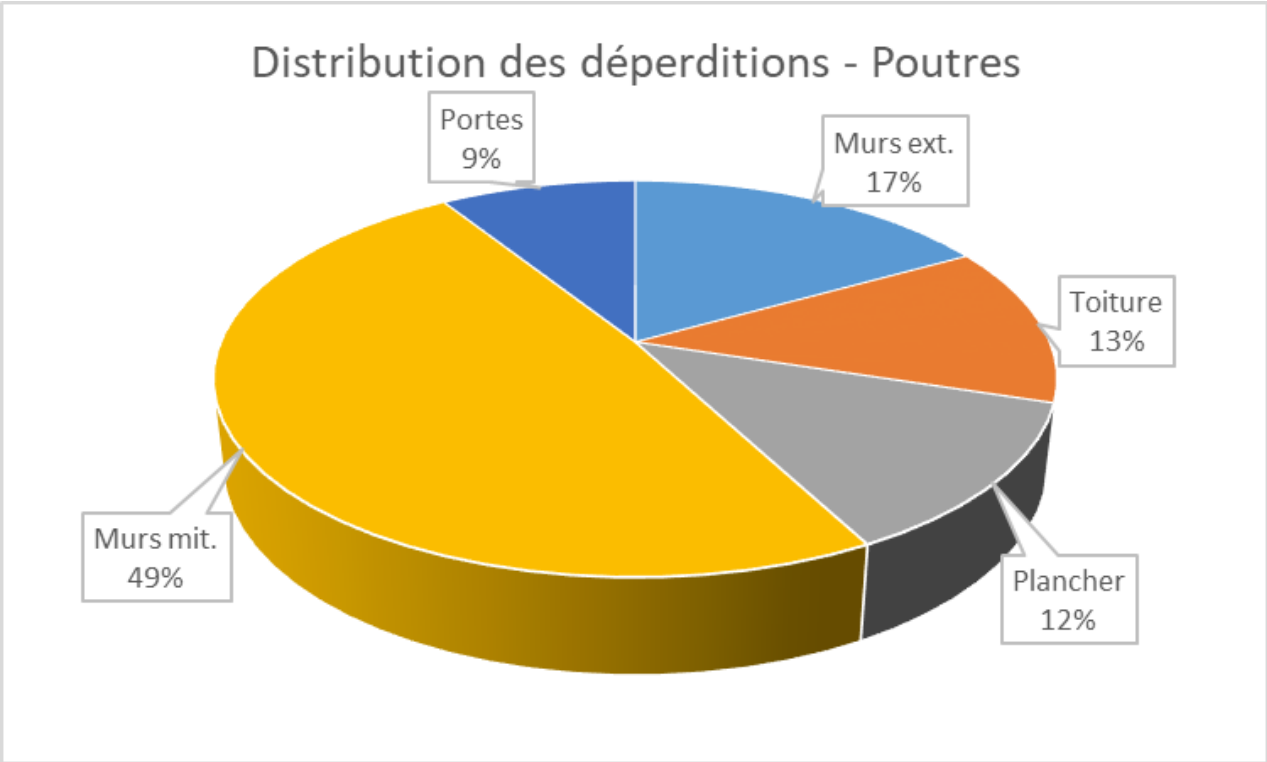
Zones	Dérives T° sup		Dérives T° inf		T° max	T° max
	nb. h.	%	nb. h.	%	°C	°C
Hall Poutres	0	0%	0	0%	21	21
Montage Poutres	0	0%	8	0,1%	21	20,95
Hall aimants sup	0	0%	0	0%	21	21
Hall aimants inf	0	0%	0	0%	21	21
Montage aimants	0	0%	0	0%	21	21

SYNTHÈSE DE LA SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

La situation thermique dans le bâtiment est très largement dirigée par les apports thermiques dus aux équipements scientifiques :

Zones Hall Poutres	Apports	Déperds	Apports internes
	[kW]		
Zone inf	1,0	2,8	6,6
Zone sup	2,0	3,3	0,5
TOTAL	3,1	6,1	7,1

Zone Hall Aimants	Apports	Déperds	Apports internes
	[kW]		
Zone test	0,2	0,4	6,3
Volume inf	2,1	3,7	7,8
Volume sup	2,4	4,7	0,9
Mezza	0,5	0,6	
TOTAL	5,2	9,4	15,1



LIMITE PHYSIQUE DU TRAITEMENT AÉRAULIQUE

Si l'on considère un flux homogène et laminaire sur toute la surface de l'espace à traiter nous pouvons déterminer la limite physique des performances possibles :

$$P = Q_v \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T$$

à $\approx 20^\circ\text{C}$ cela donne :

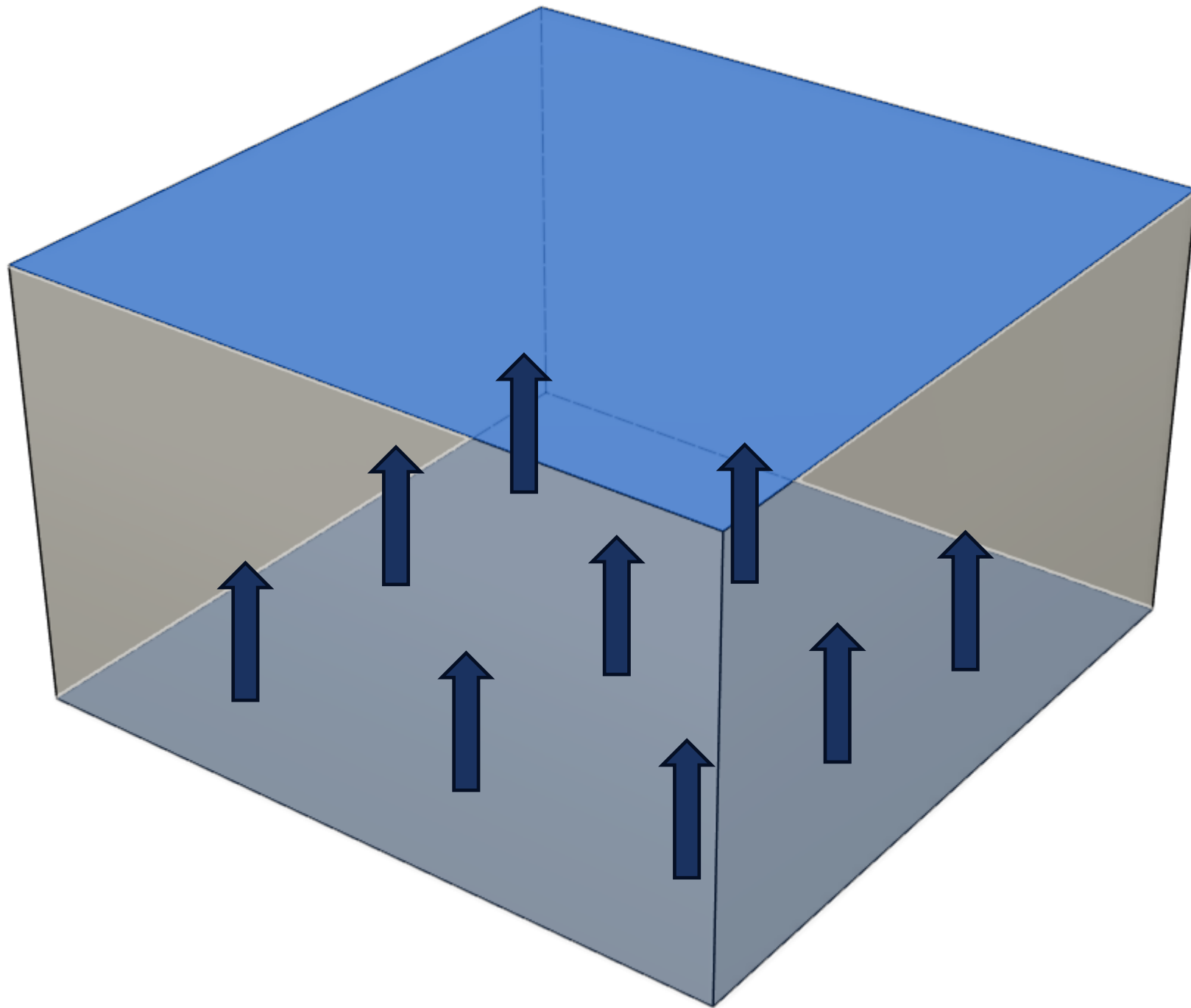
$$P \approx 0,34 \cdot S \cdot v \cdot \Delta T$$

Dans le tableau suivant, nous faisons varier en rouge une variable pour permettre l'équilibre de l'équation:

Puissance	[W]	5768	5768	2295
Surface	[m ²]	25	25	25
Vitesse	[m/s]	0,15	0,38	0,15
ΔT	[°C]	1,3	0,5	0,5

Il est choisi de cloisonner les racks IT pour fortement limiter les apports thermiques dans la zone.

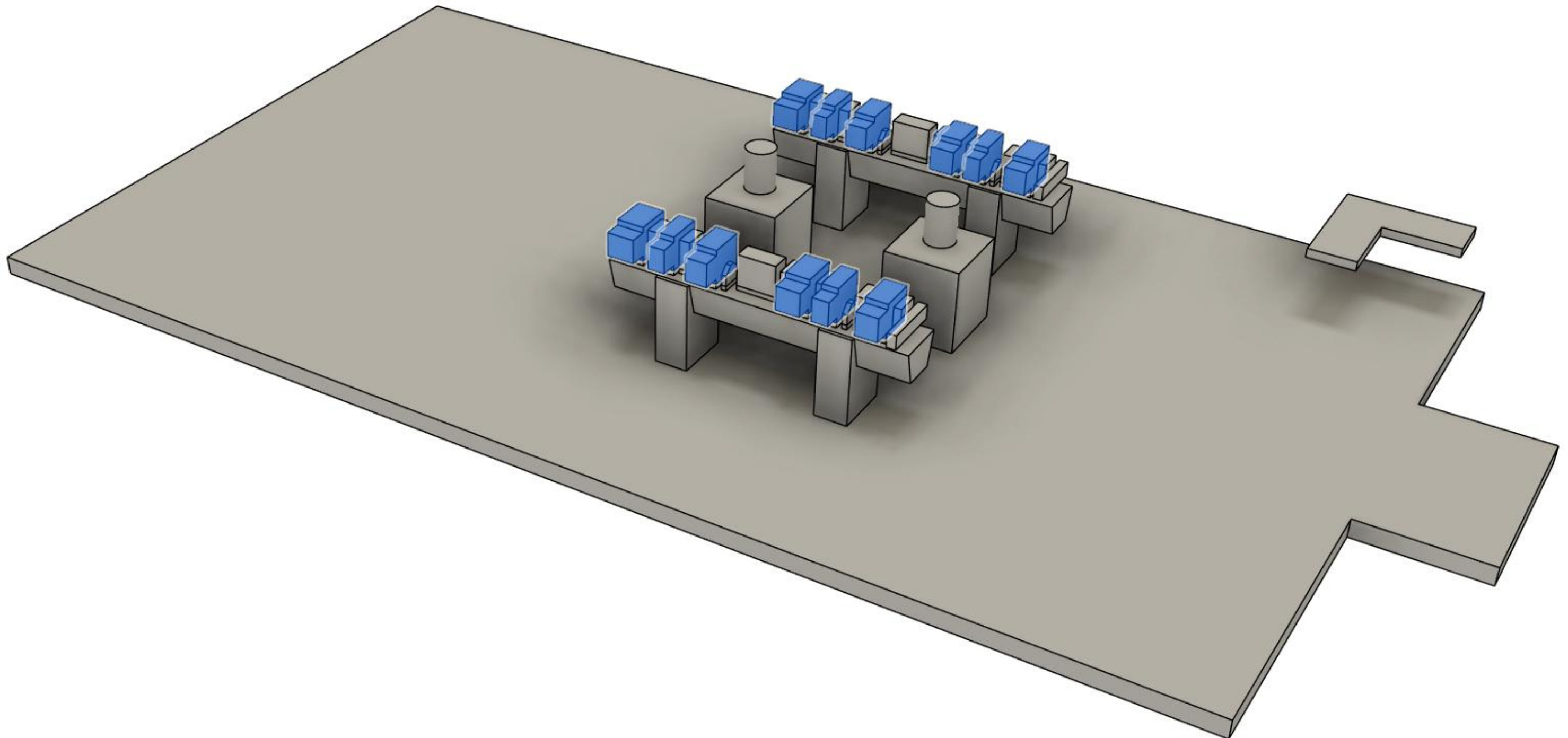
Les efforts de maîtrise des vitesses d'air seront particulièrement évalués dans le plan entre les laser-trackers et les bancs d'essais, et les conditions de températures au niveau des bancs.



HYPOTHÈSES ANALYSE CFD

Hall poutres:

- Bancs d'essais moyennement détaillés, blocs « aimants » considérés comme homogènes résistants au passage de l'air avec 5% de jour (en bleu ci-dessous)
- Diffusion via « totems » hémicylindriques le long des murs à proximité de l'espace de tests
- Opérateurs et leurs équipements informatique dans le coin à la place de l'outillage visserie

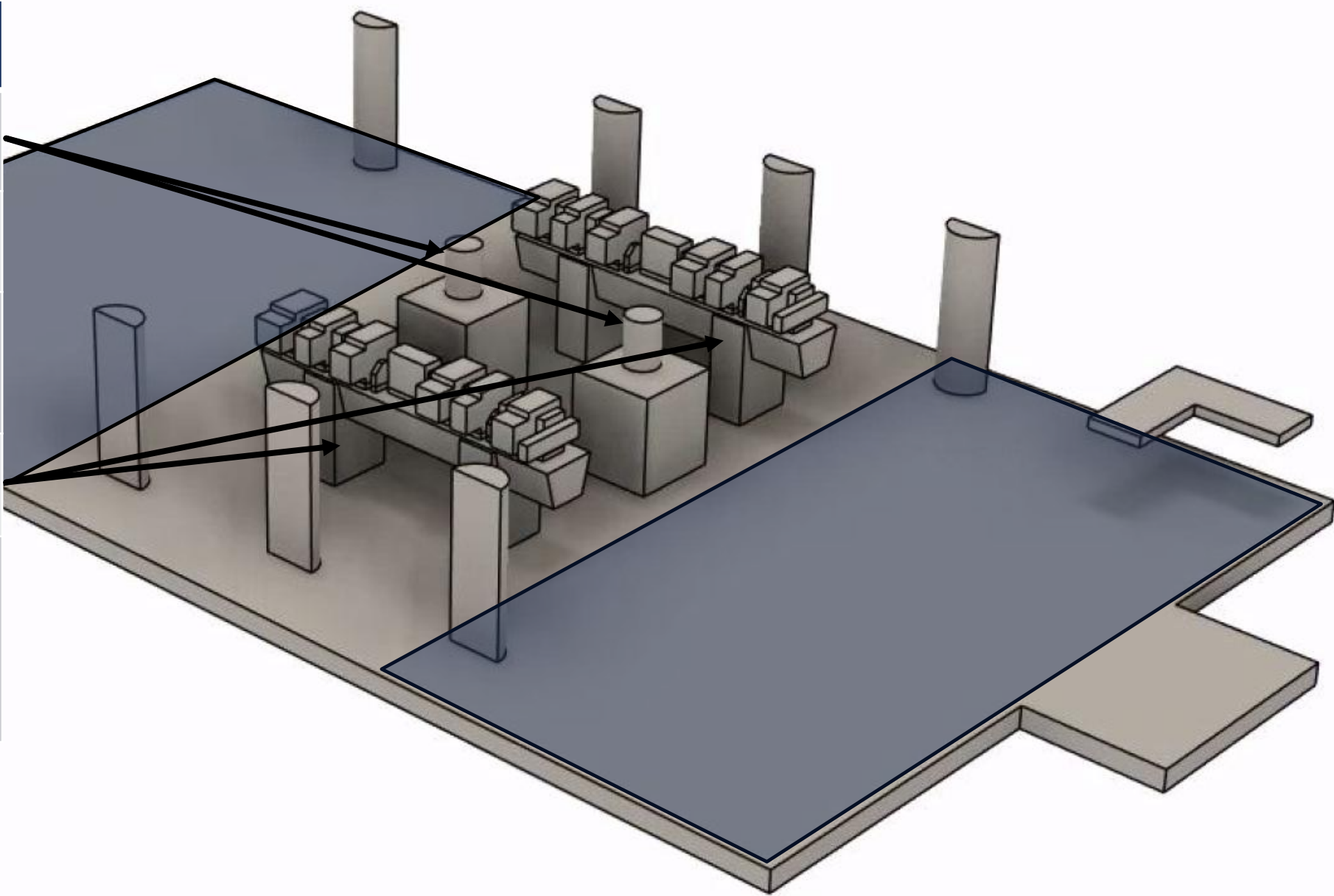


HYPOTHÈSES ANALYSE CFD

Hall poutres:

- Bancs d'essais moyennement détaillés, blocs « aimants » considérés comme homogènes résistants au passage de l'air (5% de jour)
- Diffusion via « totems » hémicylindriques le long des murs à proximité de l'espace de tests
- Opérateurs et leurs équipements informatique dans le coin à la place de l'outillage visserie

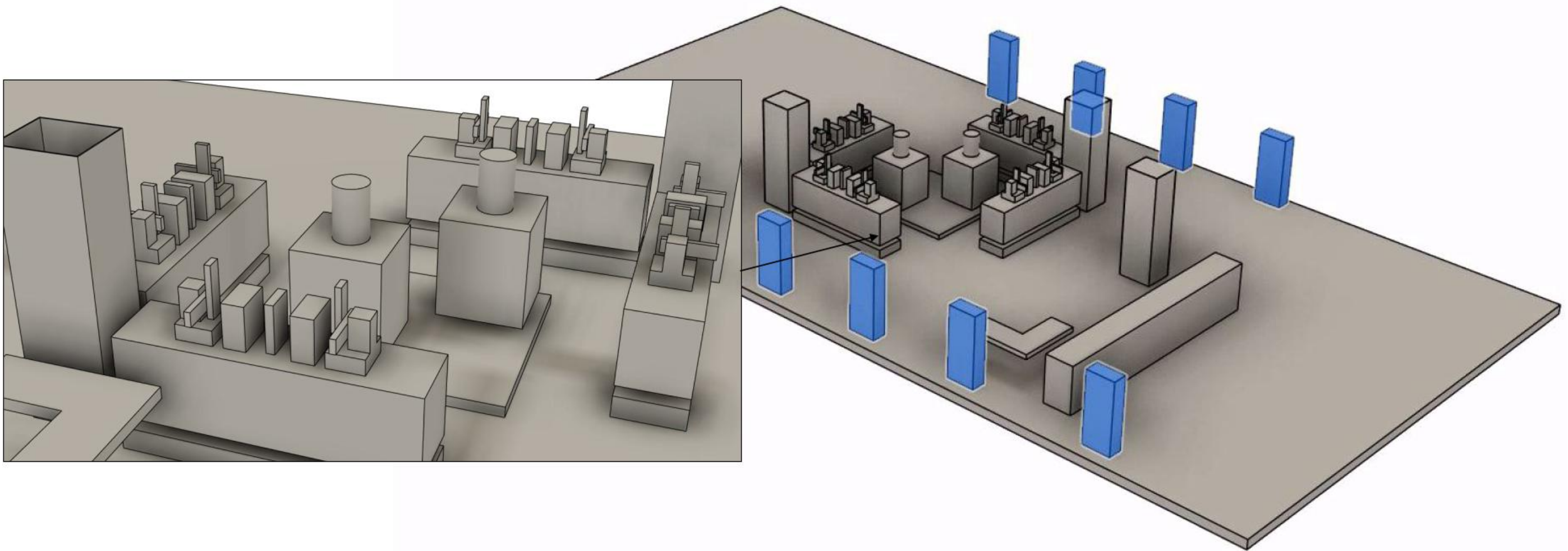
Équipement	Quantité	Puissance totale (W)	Emplacement
Laser tracker	2	360	Laser tracker
PC portable laser-tracker	2	200	Sur le bureau
Opérateurs	8	560	En périphérie de la zone d'essai (zones colorées)
Palpeurs Heidenhain	12	12	Sur les pieds des poutres
Boitiers IBV6	12	12	Baie informatique sur le bureau
Boitiers EIB	4	120	



HYPOTHÈSES ANALYSE CFD

Hall aimants:

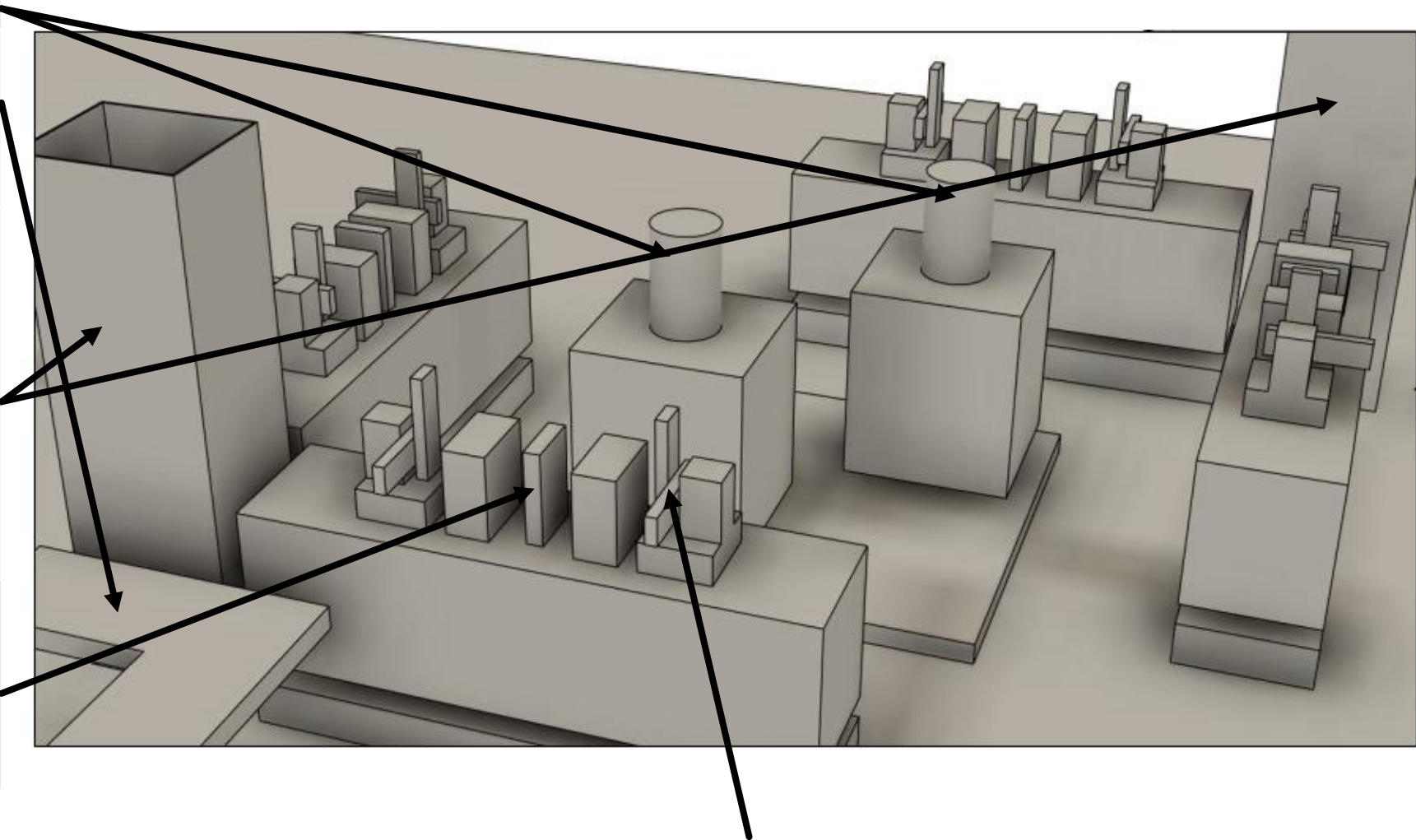
- Bancs d'essais avec équipements grossièrement modélisés
- Racks IT cloisonnés
- Opérateurs et son équipement informatique sur le bureau
- Diffusion basse vitesse via des armoires 1D en partie basse



HYPOTHÈSES ANALYSE CFD

Hall aimants: apports zone d'essais

Type de matériel	Équipement	Puissance totale (W)	Emplacement
Matériel aligneurs	Laser tracker	360	Laser tracker
	PC portable laser-tracker	200	Sur le bureau
	Opérateurs	70	
Matériel magnéticiens	XPS	1600	Racks IT zone essais
	PC	1200	
	Voltmètre	200	
	Alim capteur Keyence	480	
	Keyence	88*	
Matériel info	Switch	600	Électro-aimants
Électro-aimants	Octupole	32	
	Sextupole	48	

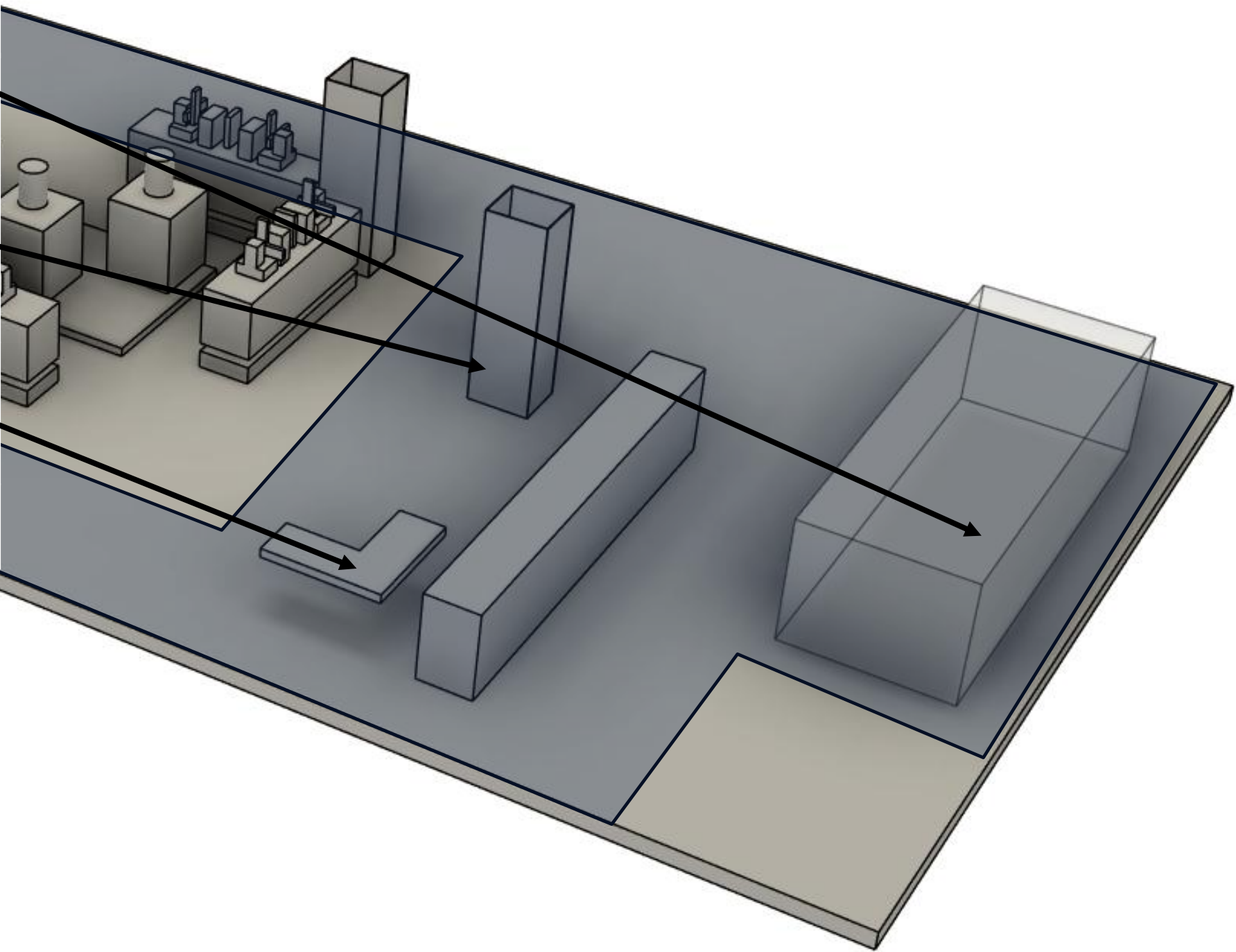


*Les équipements Keyence sont maintenus à 23°C plutôt que dégageant une puissance fixe, conformément aux relevés réalisés par Soleil

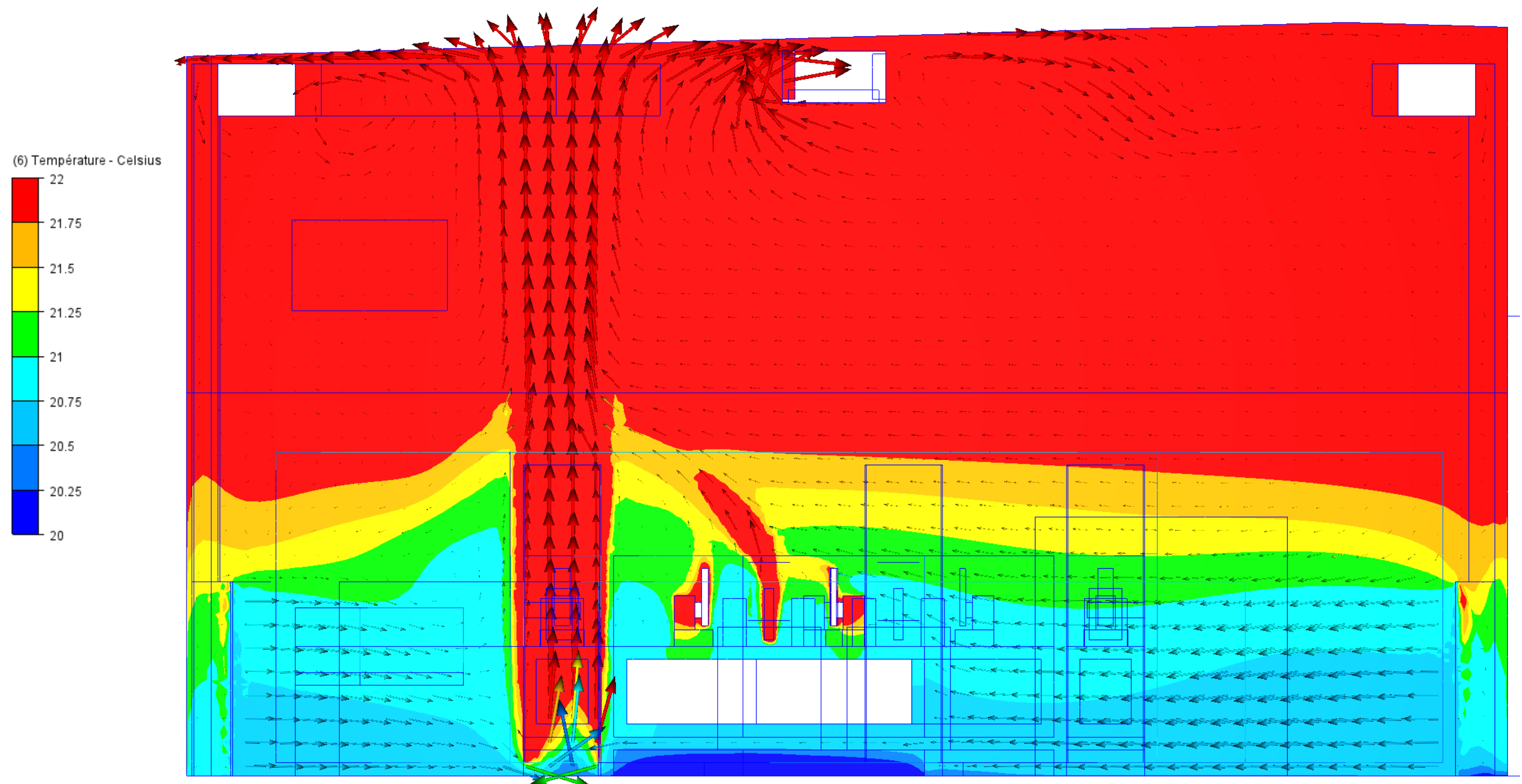
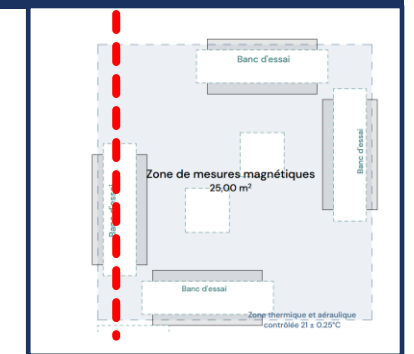
Equipements Keyence à 23°C

HYPOTHÈSES ANALYSE CFD

Type de matériel	Équipement	Puissance totale (W)	Emplacement
Baies alimentation électroaimants	Baie puissance	1100	Sous mezzanine
	Baie contrôle	500	
Matériel sondes Hall	XPS	400	Racks IT zone Hall
	PC	300	
	Voltmètre	150	
	Opérateur	70	Bureau Hall
	PC portable sondes hall	100	
Opérateurs		420	Périphérie essais (zone colorée)



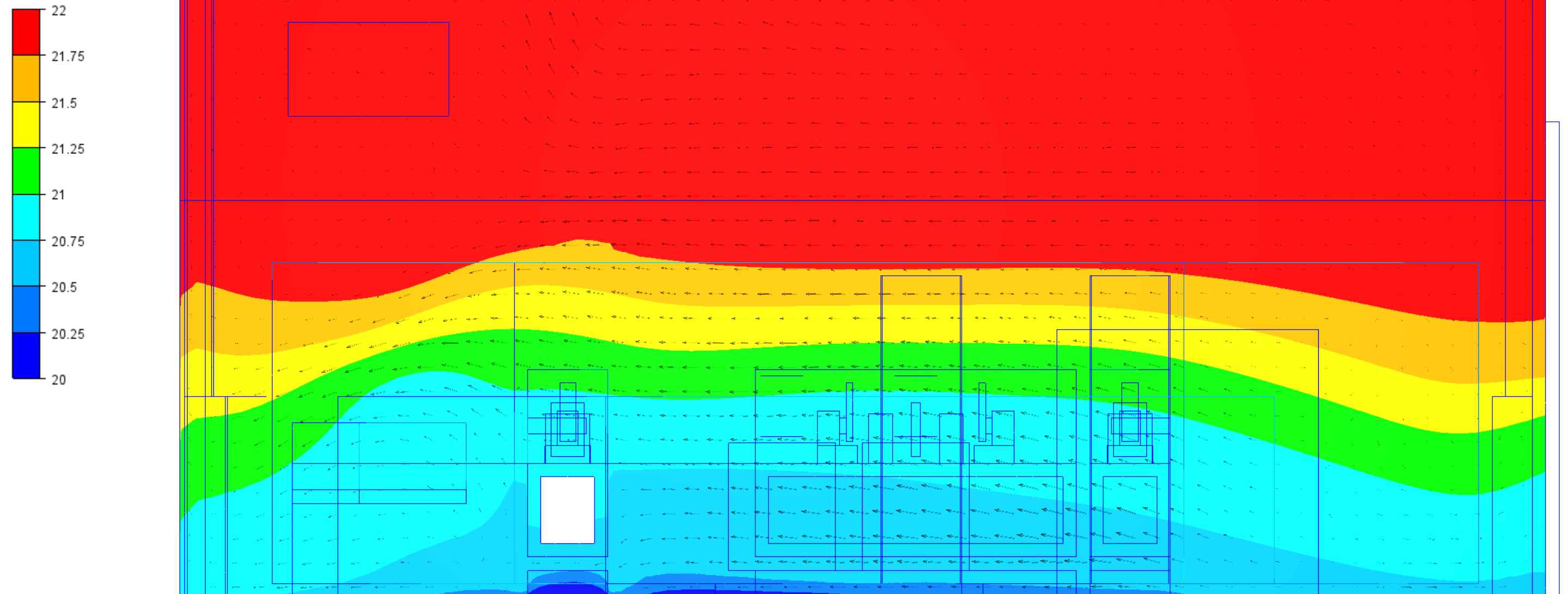
MONTAGE AIMANTS – T°



MONTAGE AIMANTS – T°

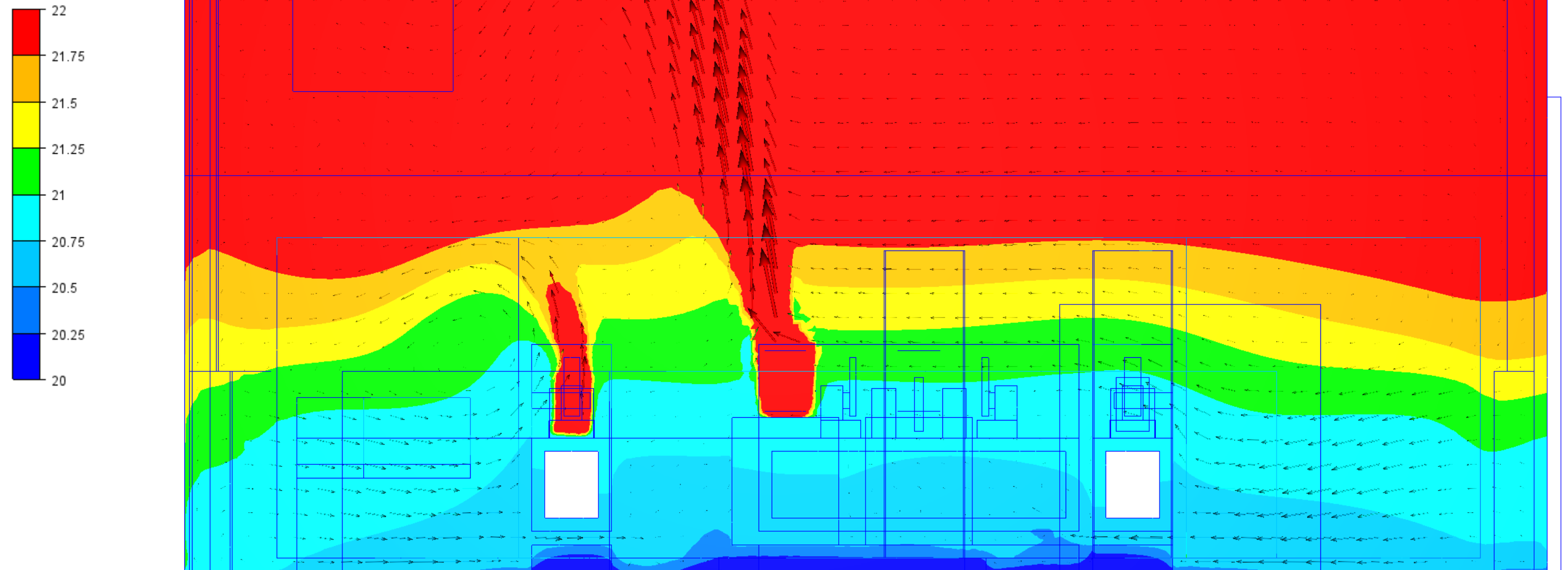


(6) Température - Celsius



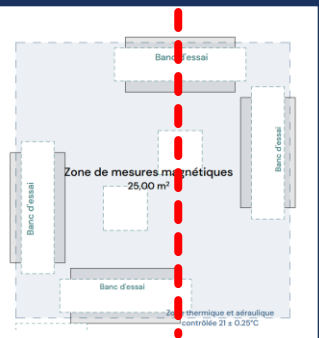
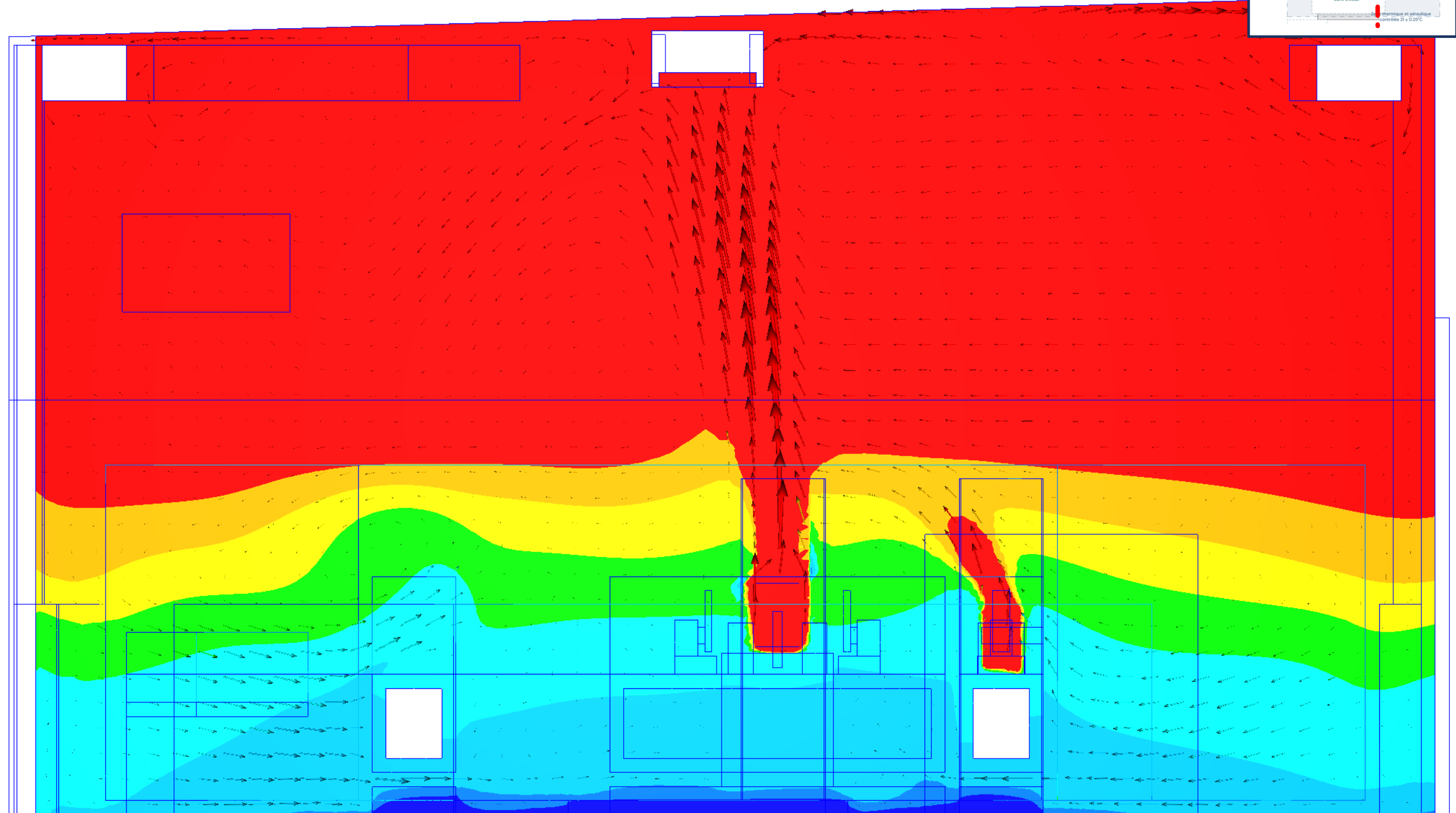
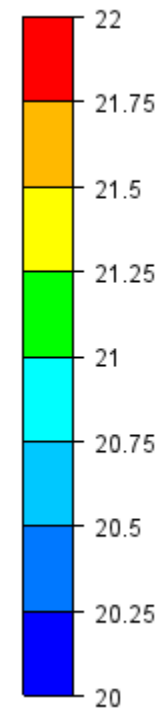
MONTAGE AIMANTS – T°

(6) Température - Celsius



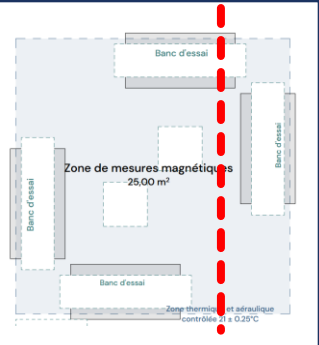
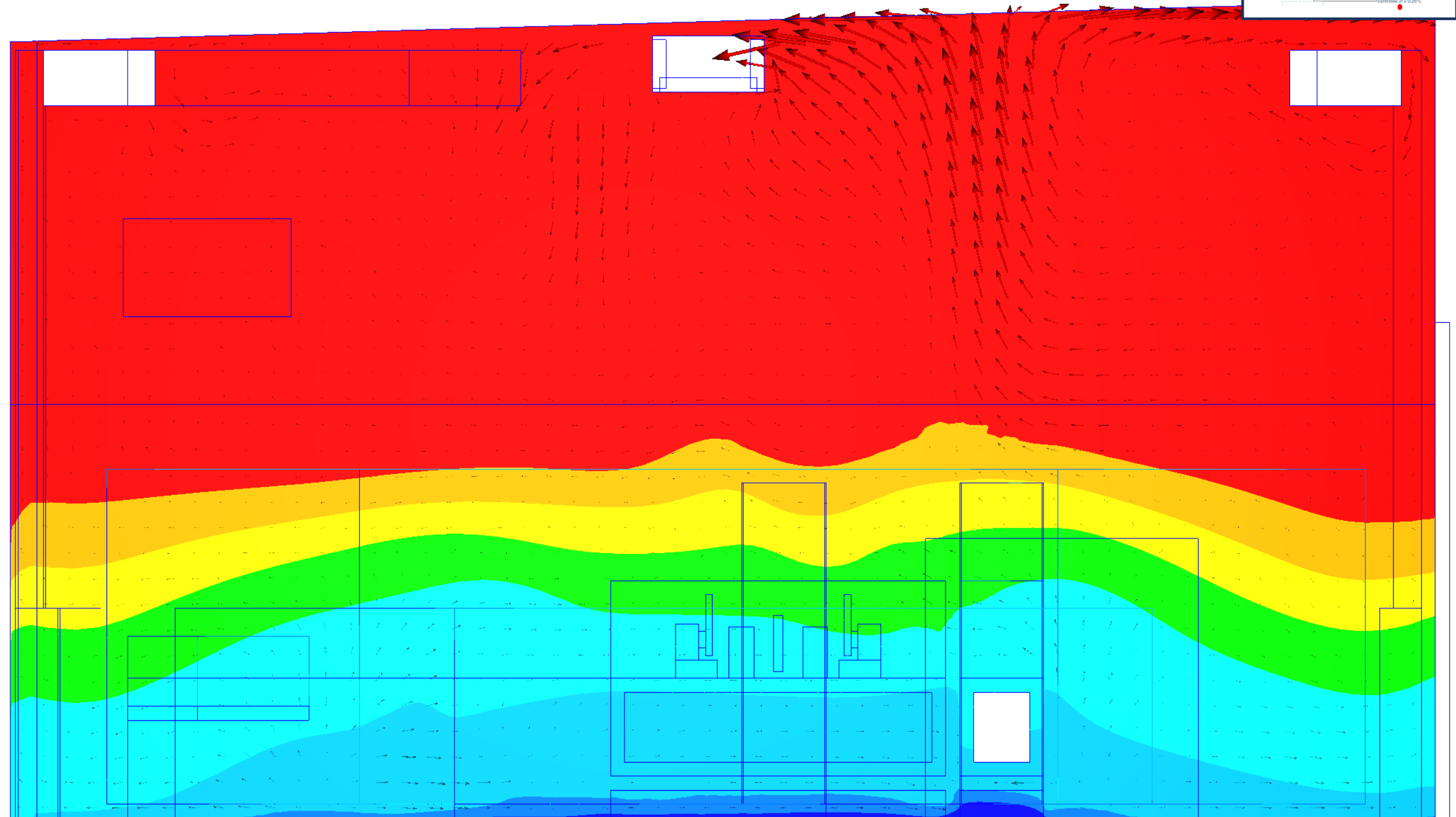
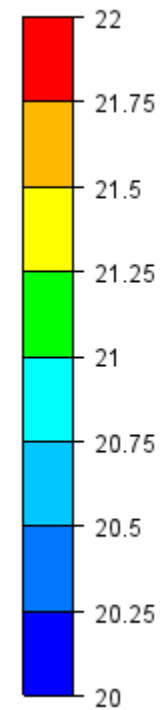
MONTAGE AIMANTS – T°

(6) Température - C°



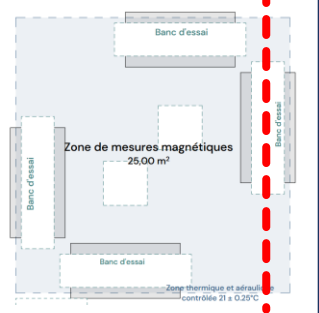
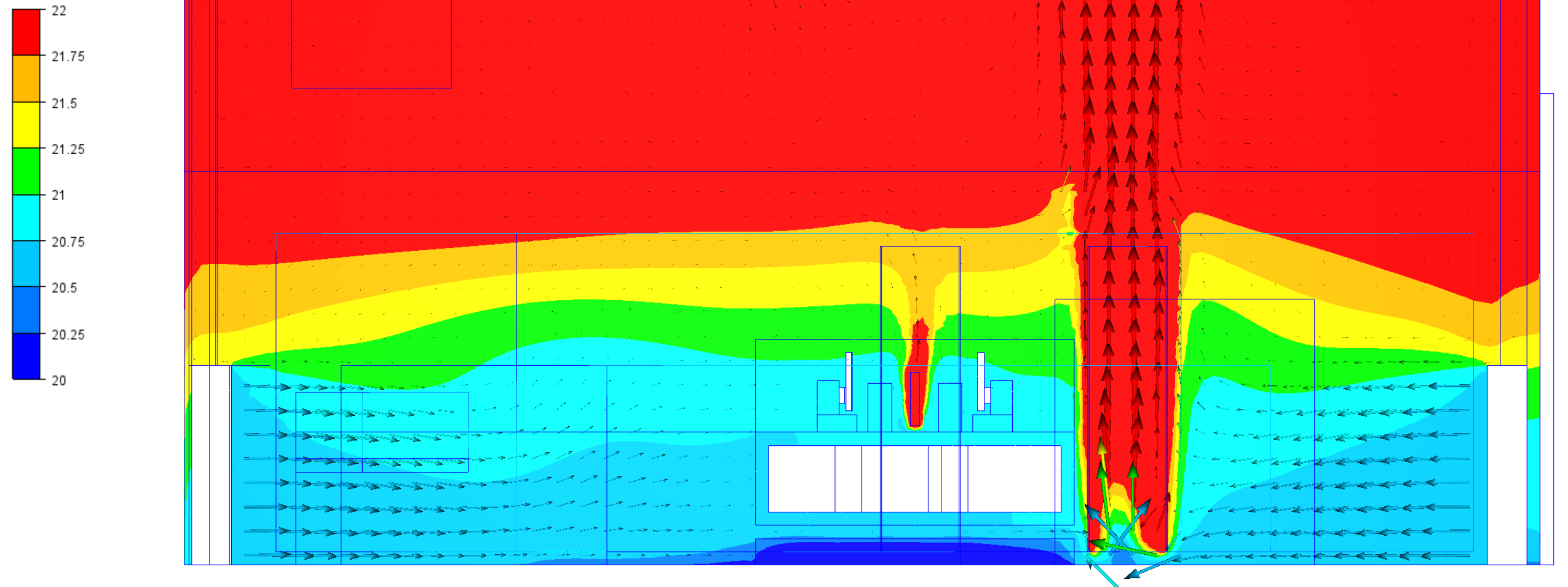
MONTAGE AIMANTS – T°

(6) Température - Celsius



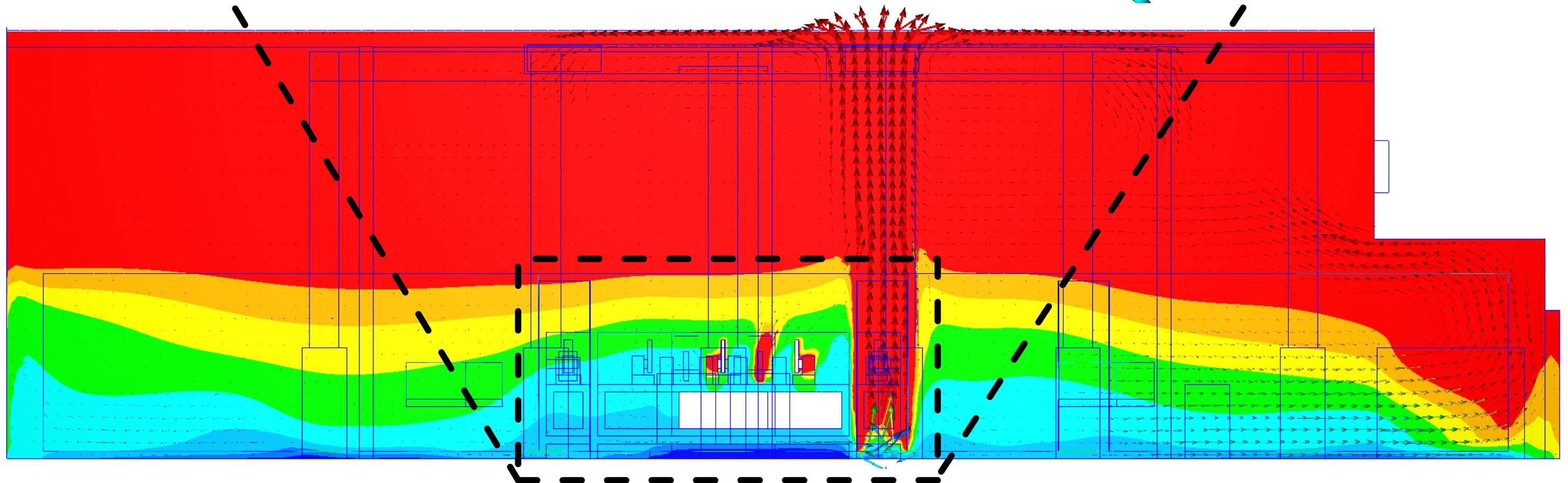
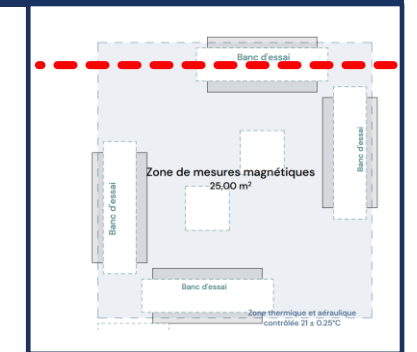
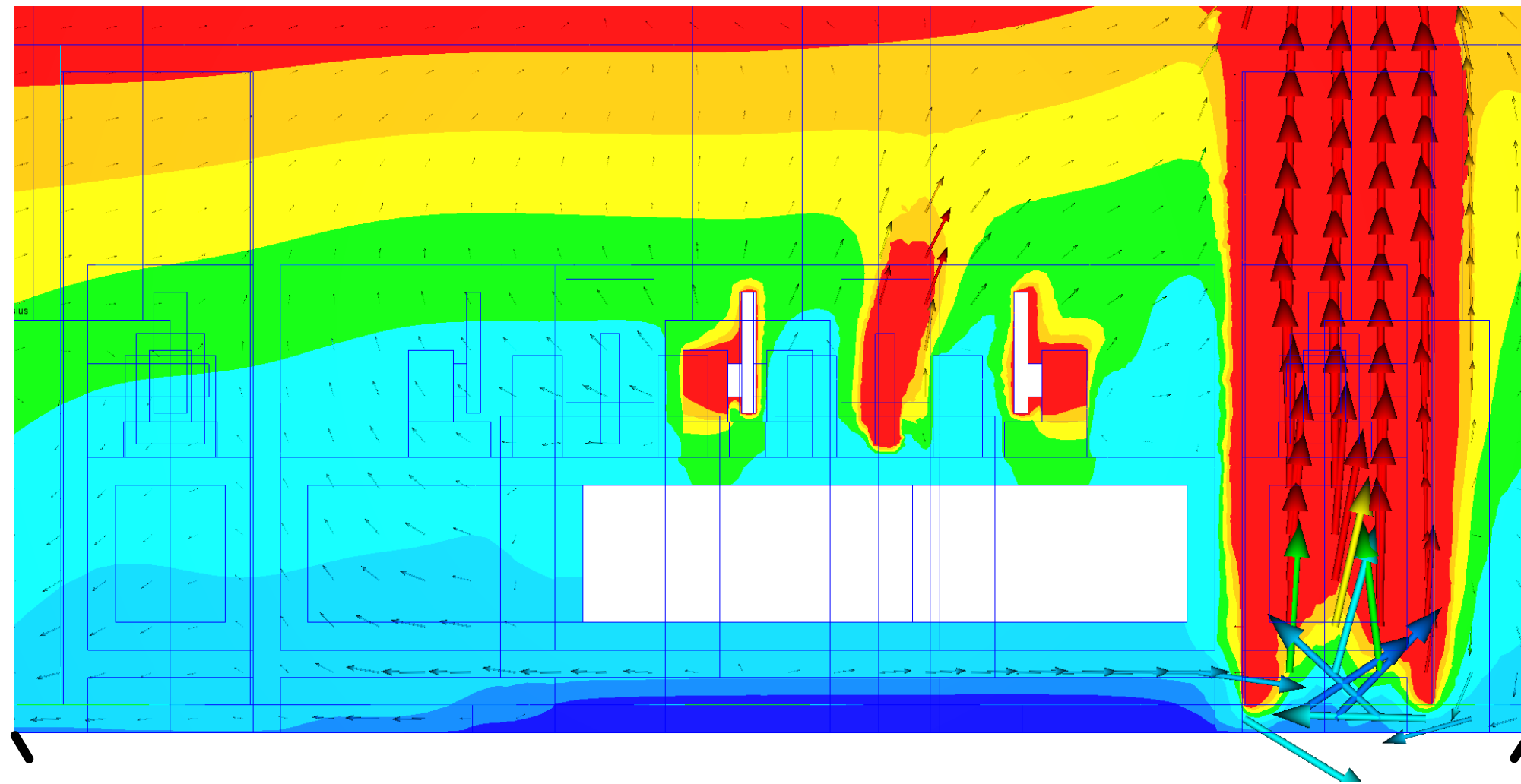
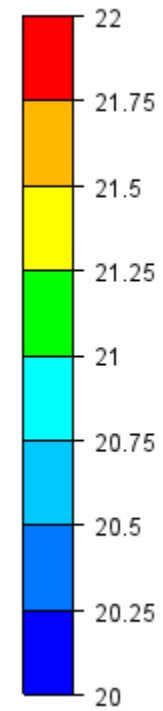
MONTAGE AIMANTS – T°

(6) Température - Celsius

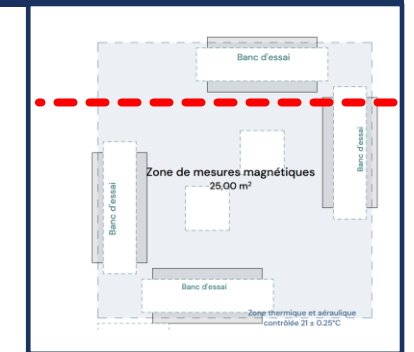


MONTAGE AIMANTS – T°

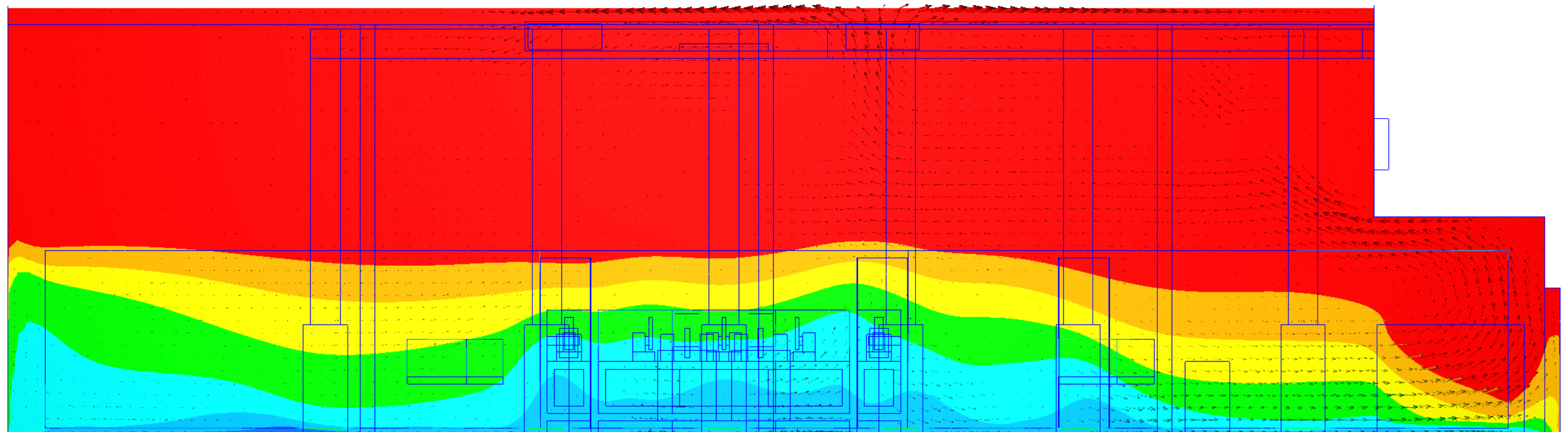
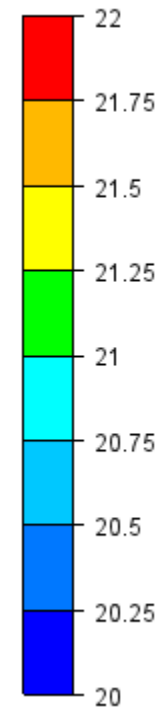
(6) Température - Celsius



MONTAGE AIMANTS – T°

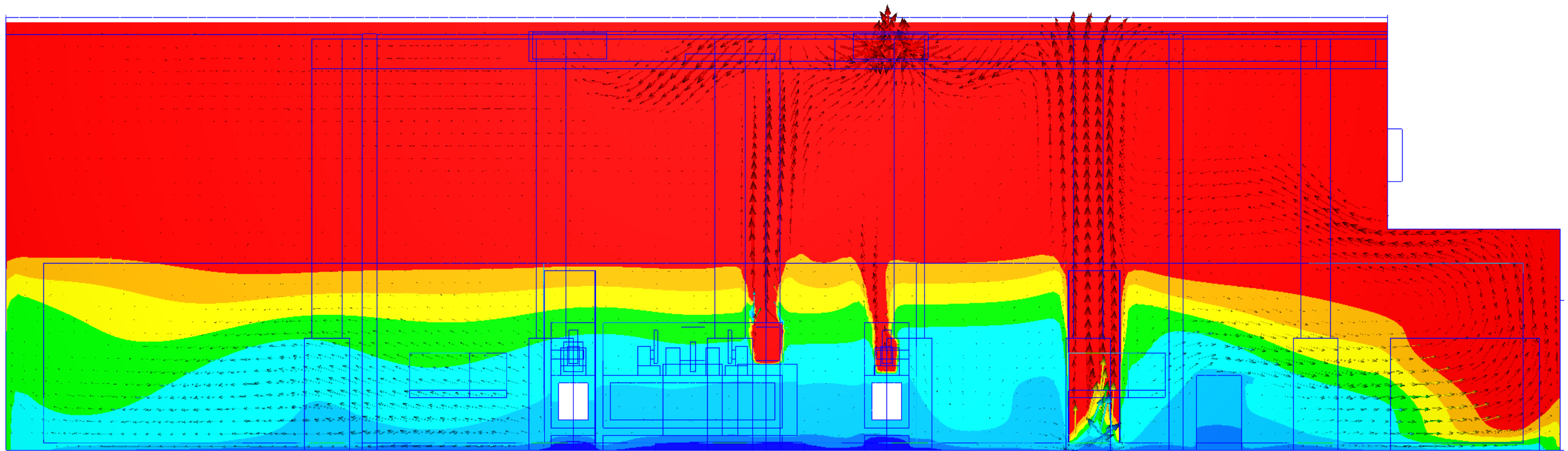
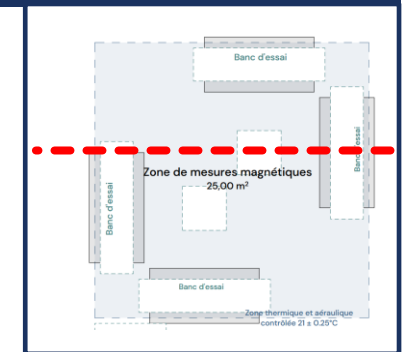
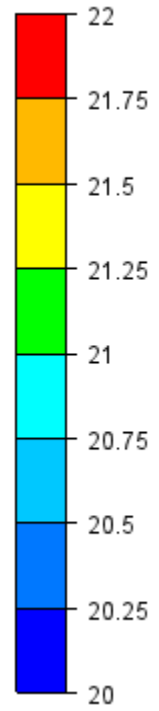


(6) Température - Celsius



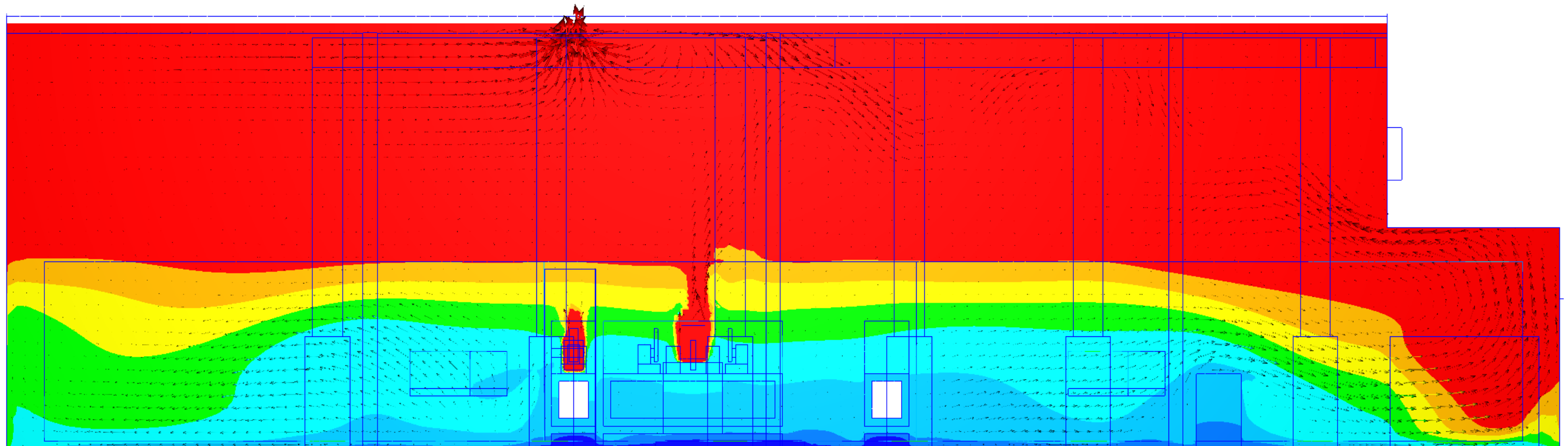
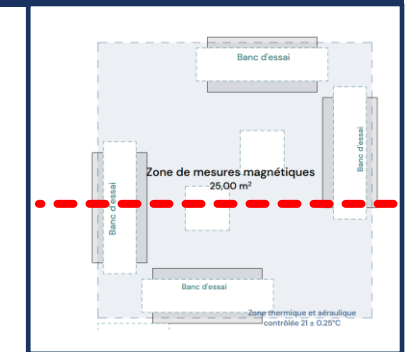
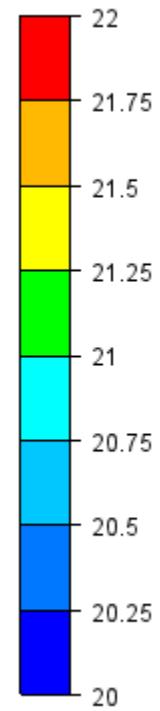
MONTAGE AIMANTS – T°

(6) Température - Celsius



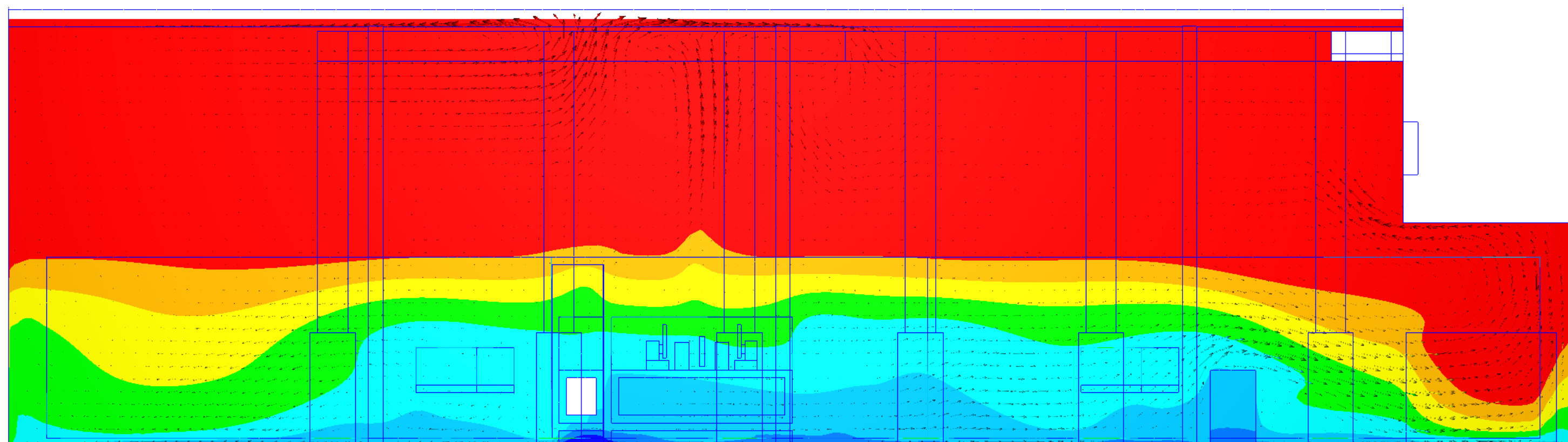
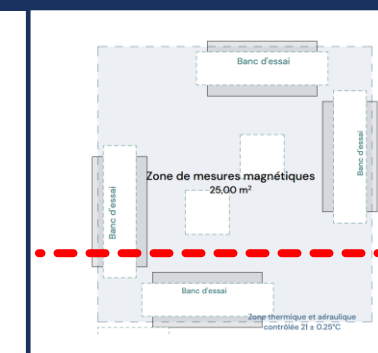
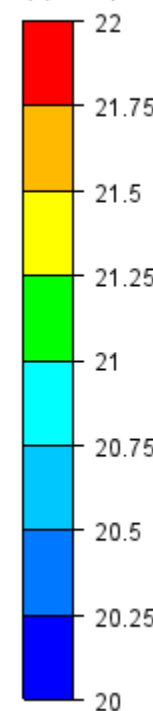
MONTAGE AIMANTS – T°

(6) Température - Celsius

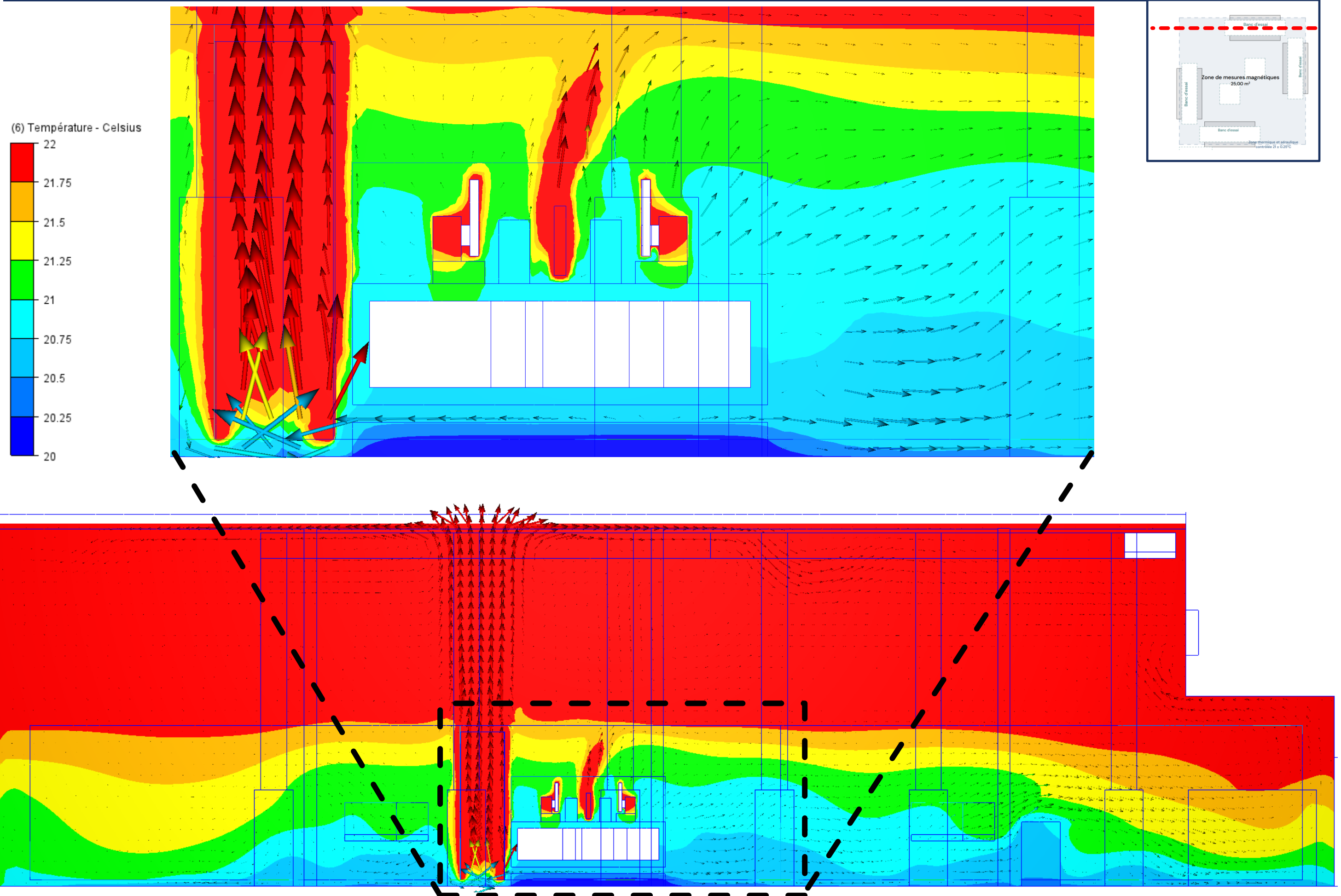


MONTAGE AIMANTS – T°

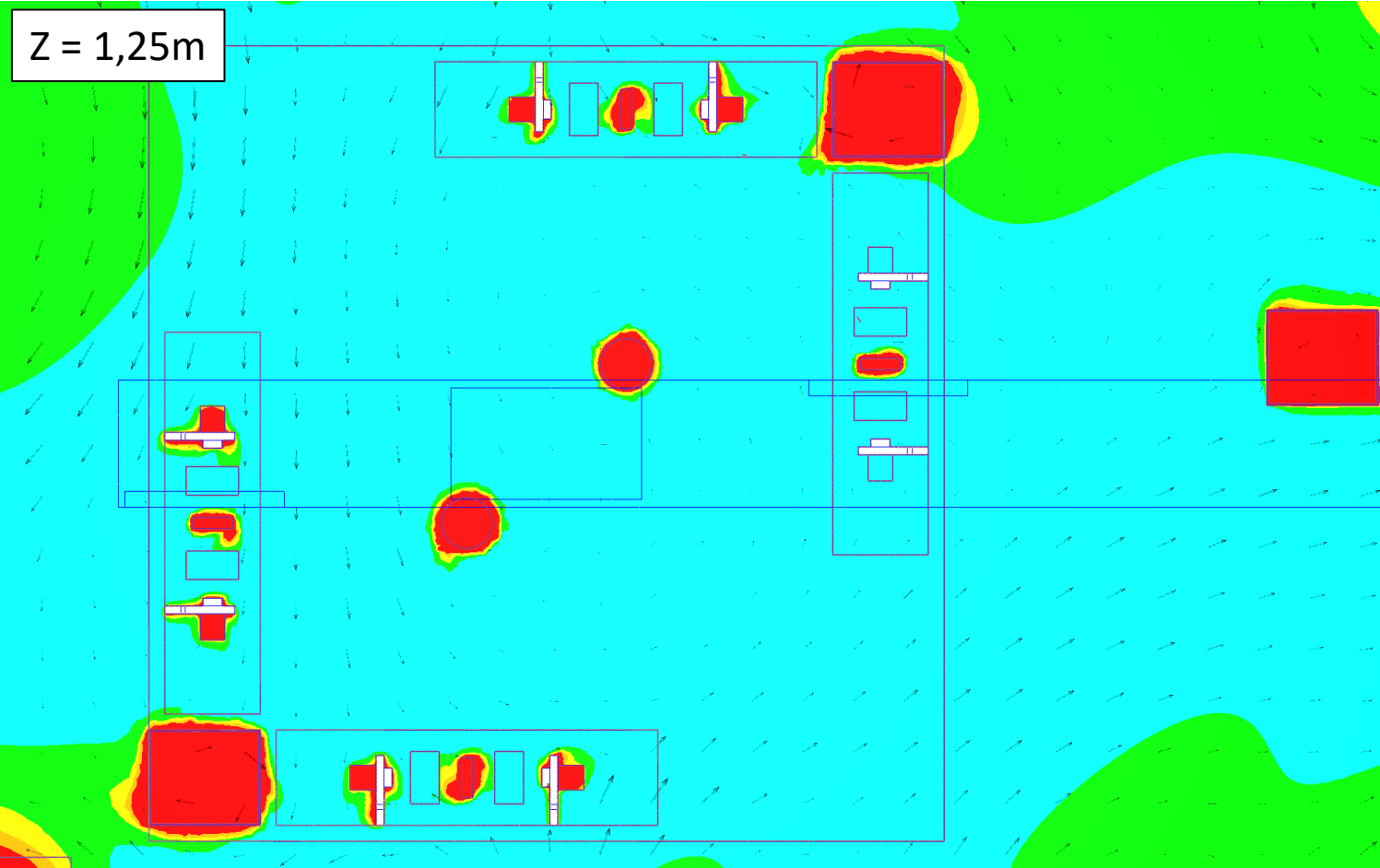
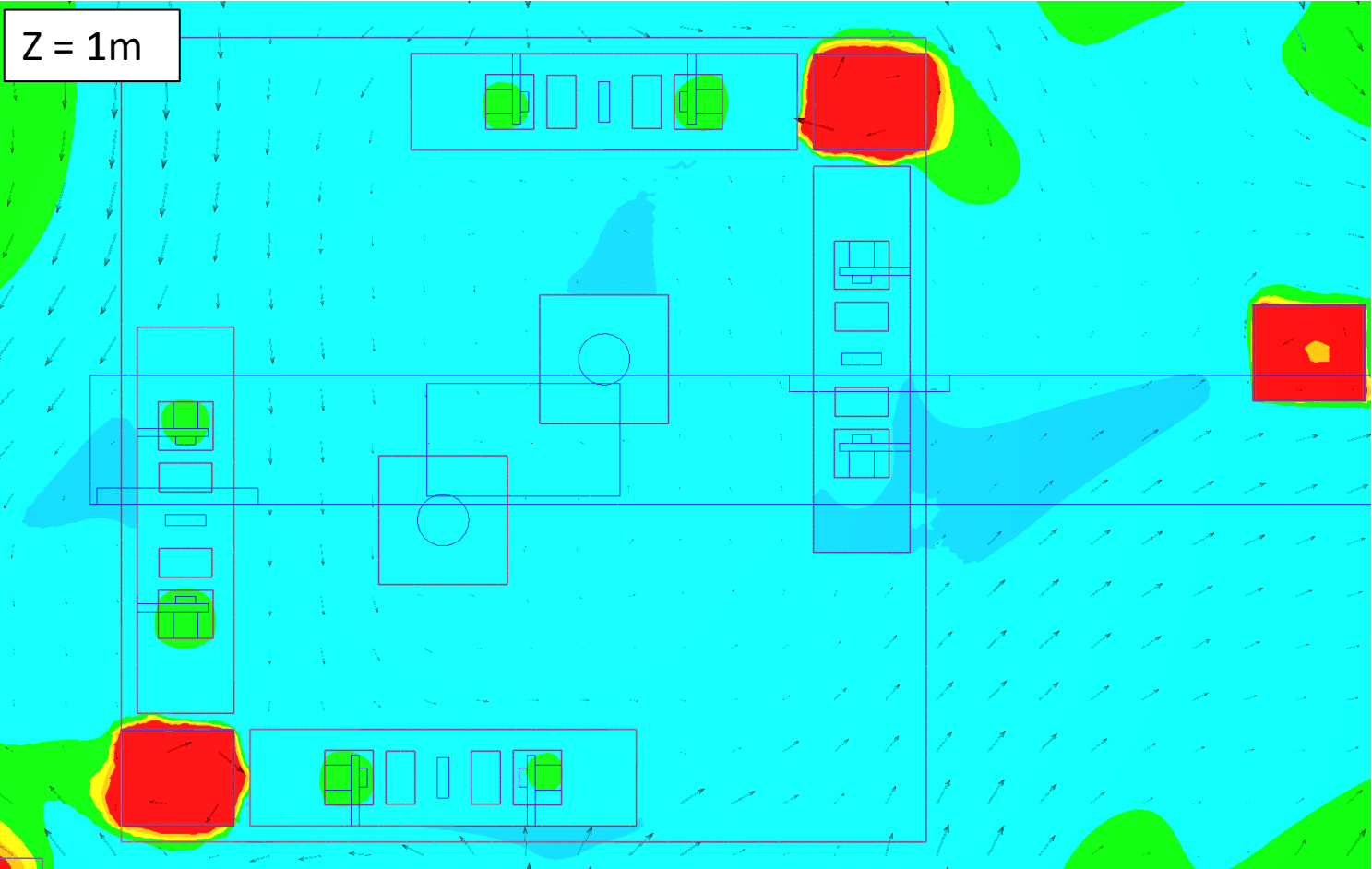
(6) Température - Celsius



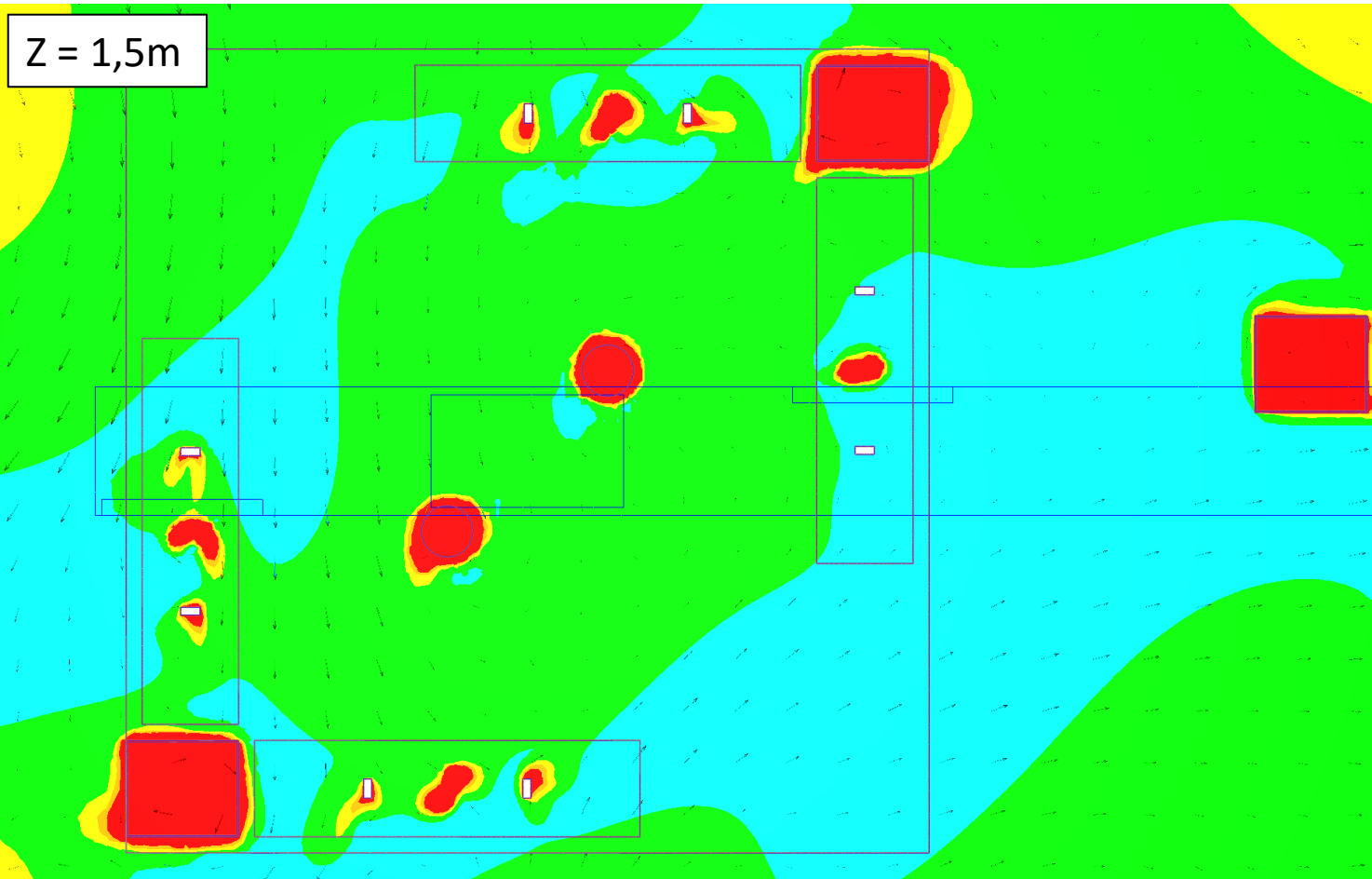
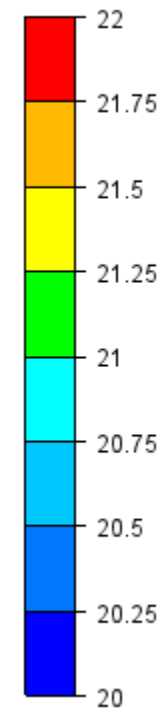
MONTAGE AIMANTS – T°



MONTAGE AIMANTS – T°



(6) Température - Celsius



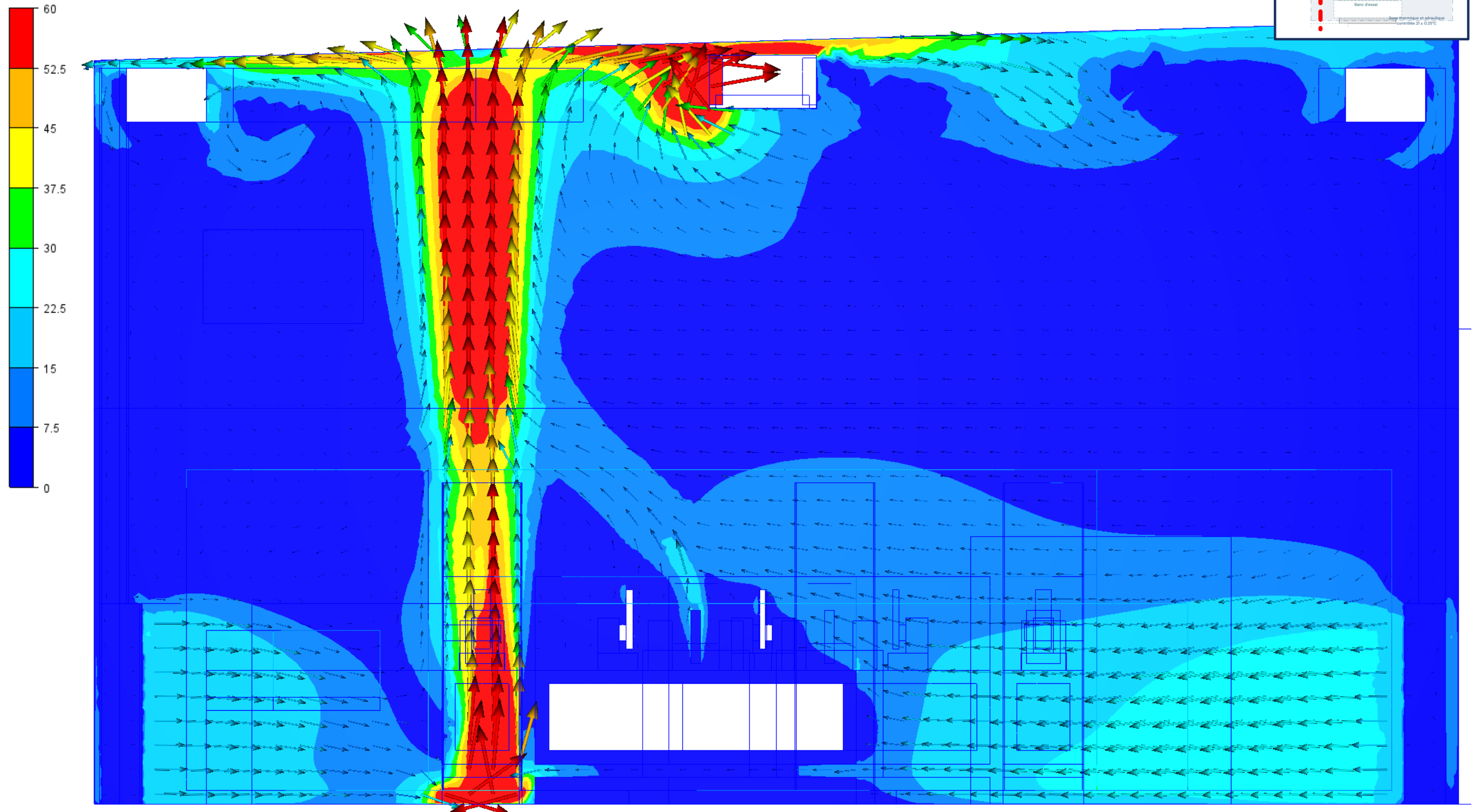
MONTAGE AIMANTS – T°

Le cloisonnement des racks informatiques permet de fortement limiter les apports thermiques dans la zone d'essais.

Les températures sont très bien maîtrisées mis à part à proximité directe (quelques cms) des équipements chauds (Keyence, laser-trackers, aimants).

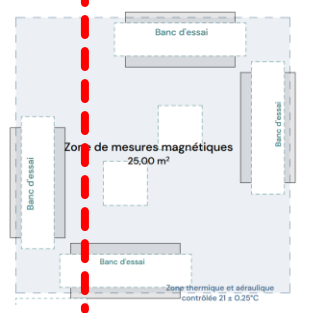
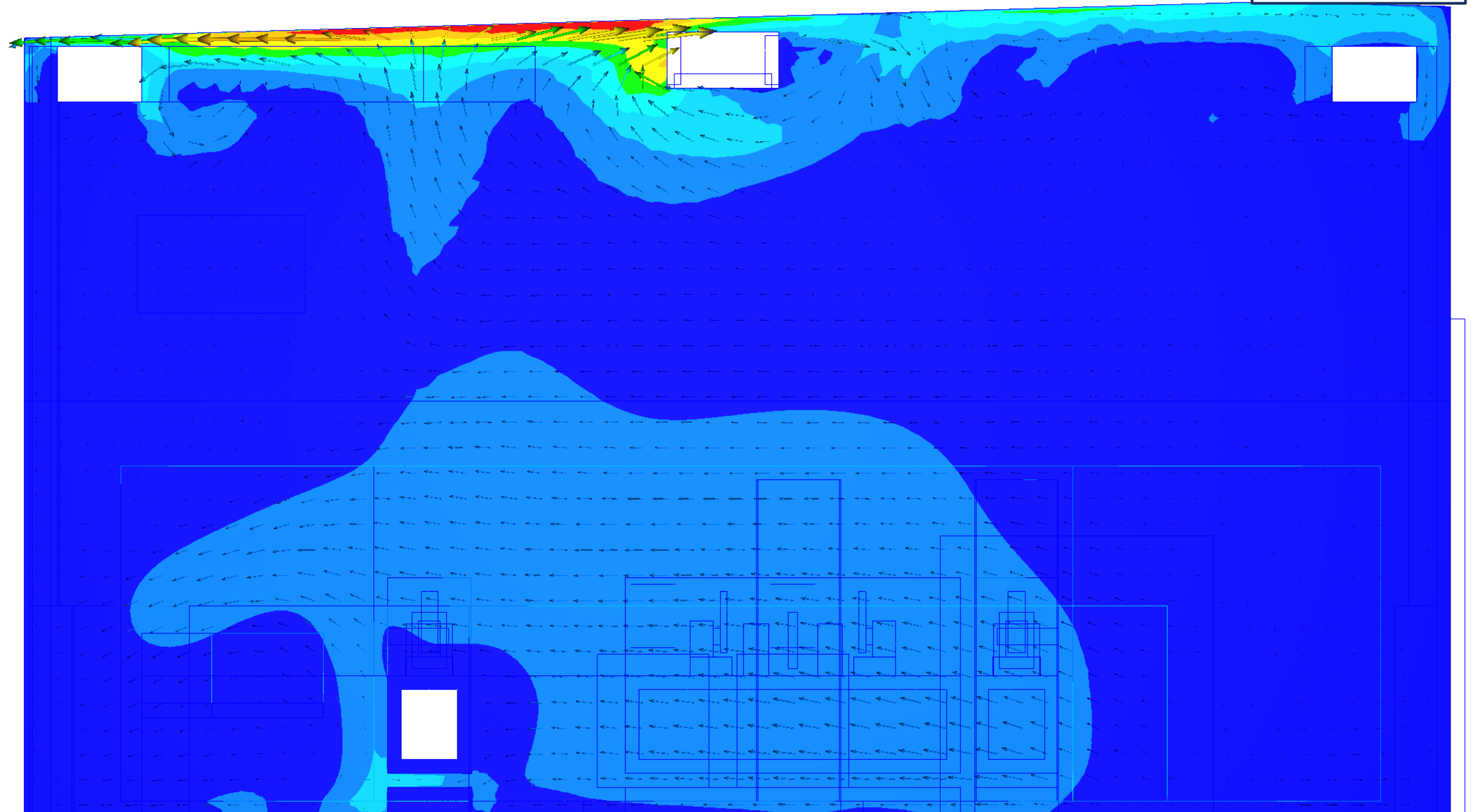
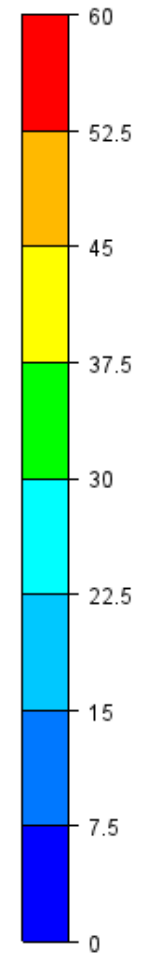
MONTAGE AIMANTS – VITESSE D’AIR

(1) Amplitude de la vitesse - cm/s



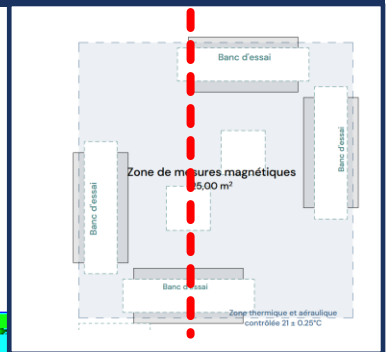
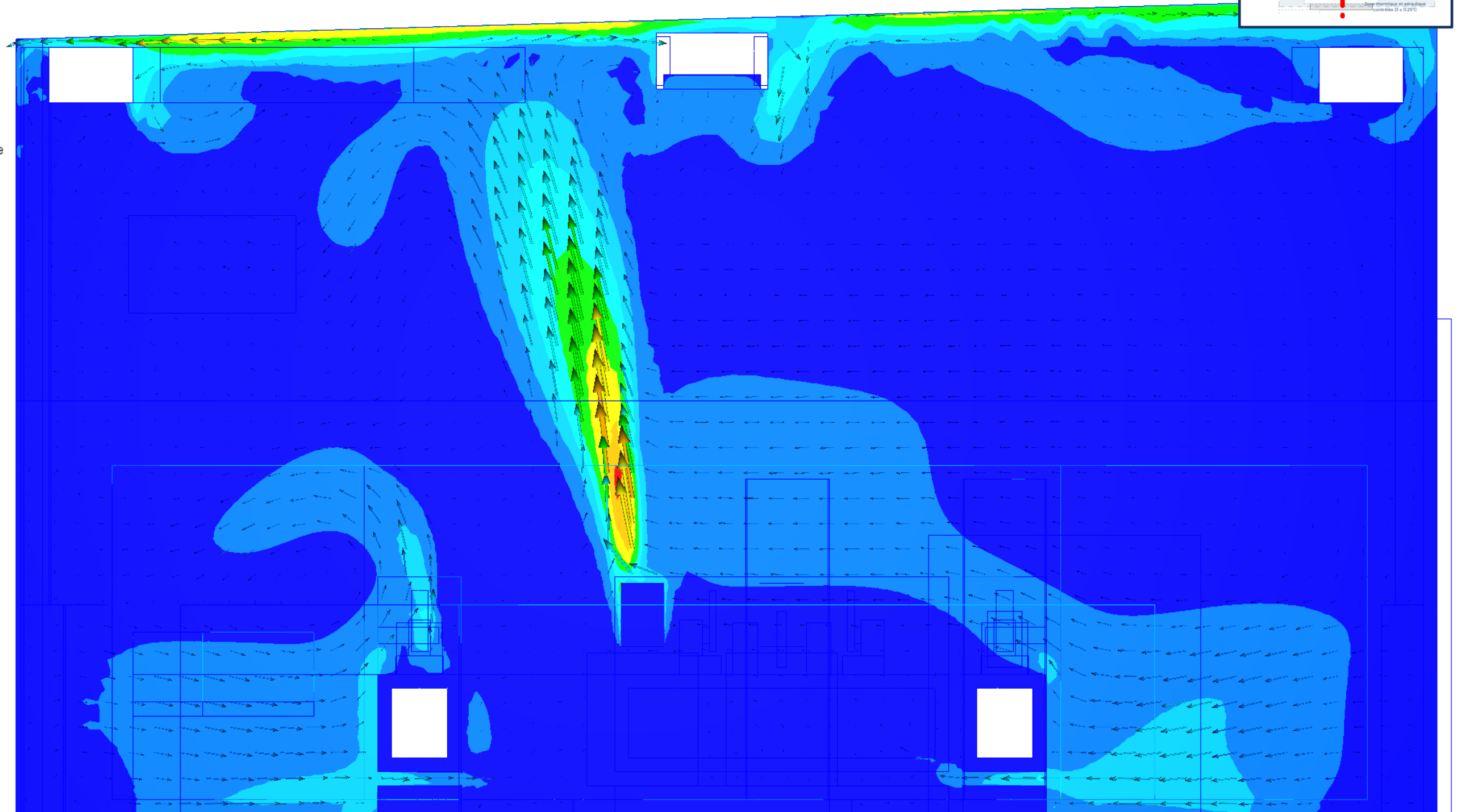
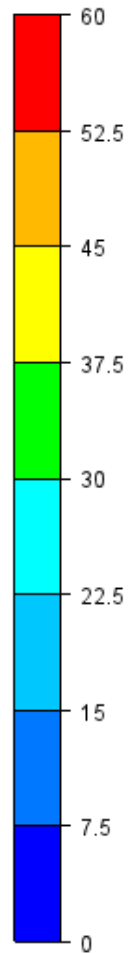
MONTAGE AIMANTS – VITESSE D’AIR

(1) Amplitude de la vitesse



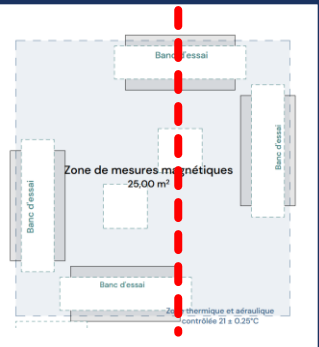
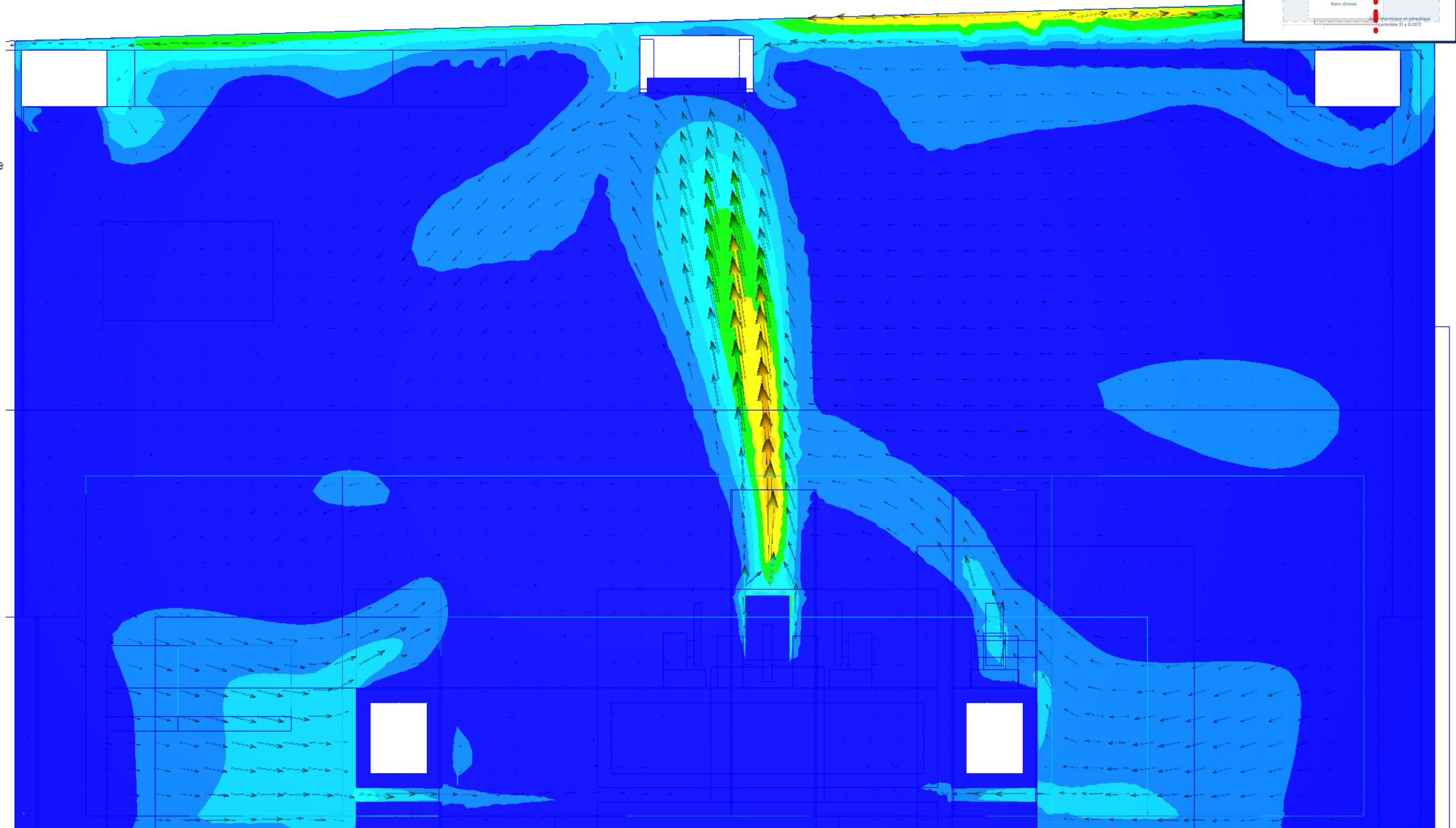
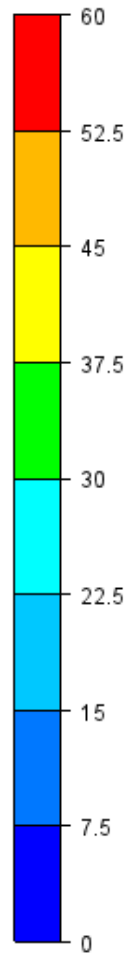
MONTAGE AIMANTS – VITESSE D’AIR

(1) Amplitude de la vitesse



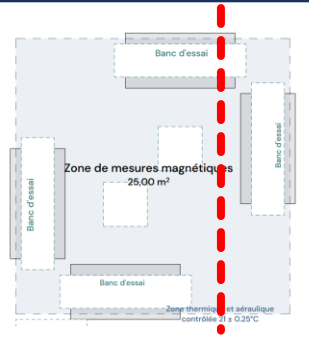
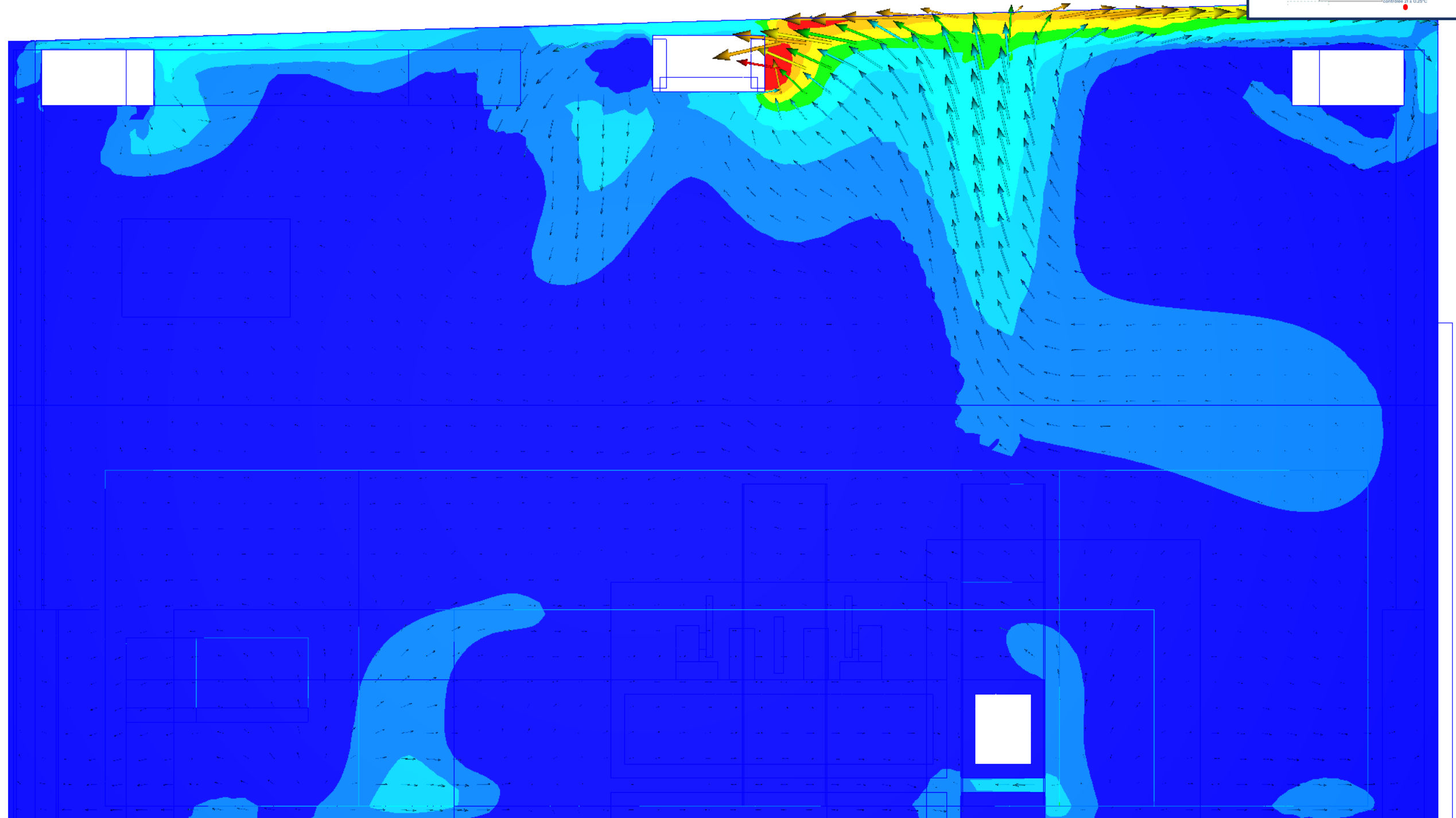
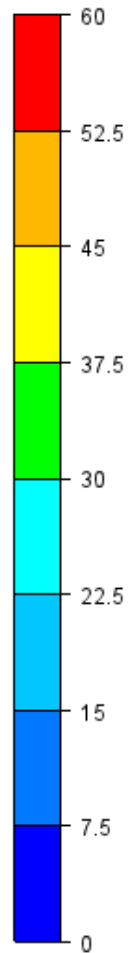
MONTAGE AIMANTS – VITESSE D’AIR

(1) Amplitude de la vitesse



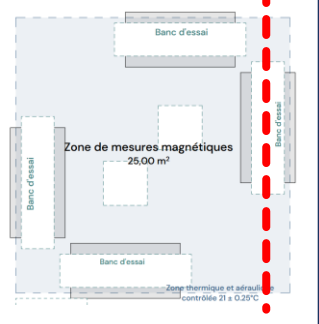
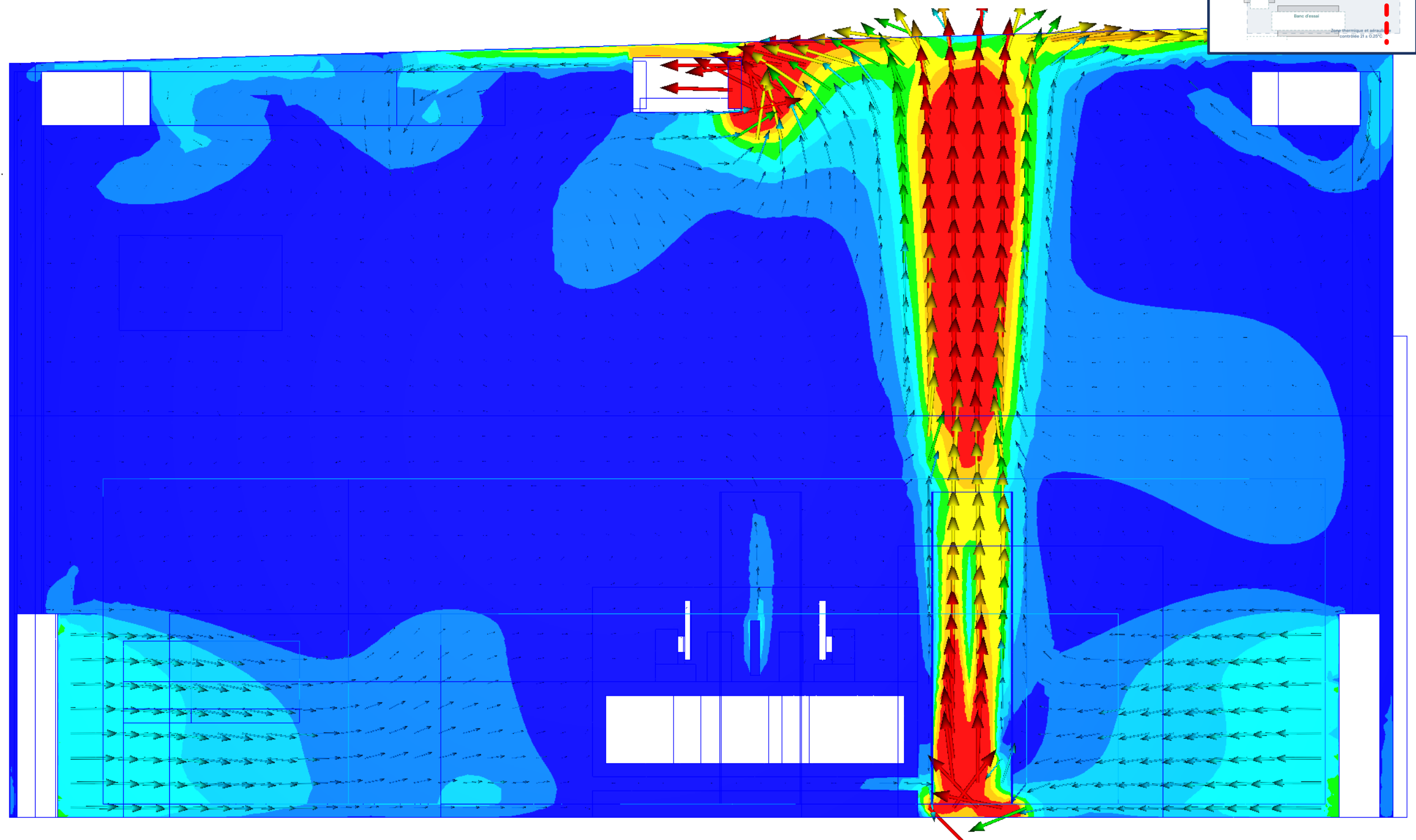
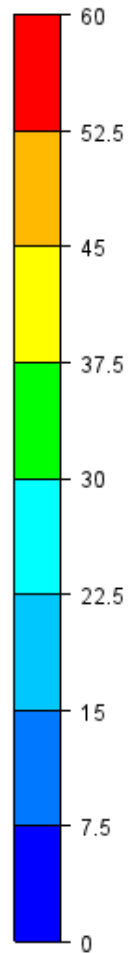
MONTAGE AIMANTS – VITESSE D’AIR

(1) Amplitude de la vitesse

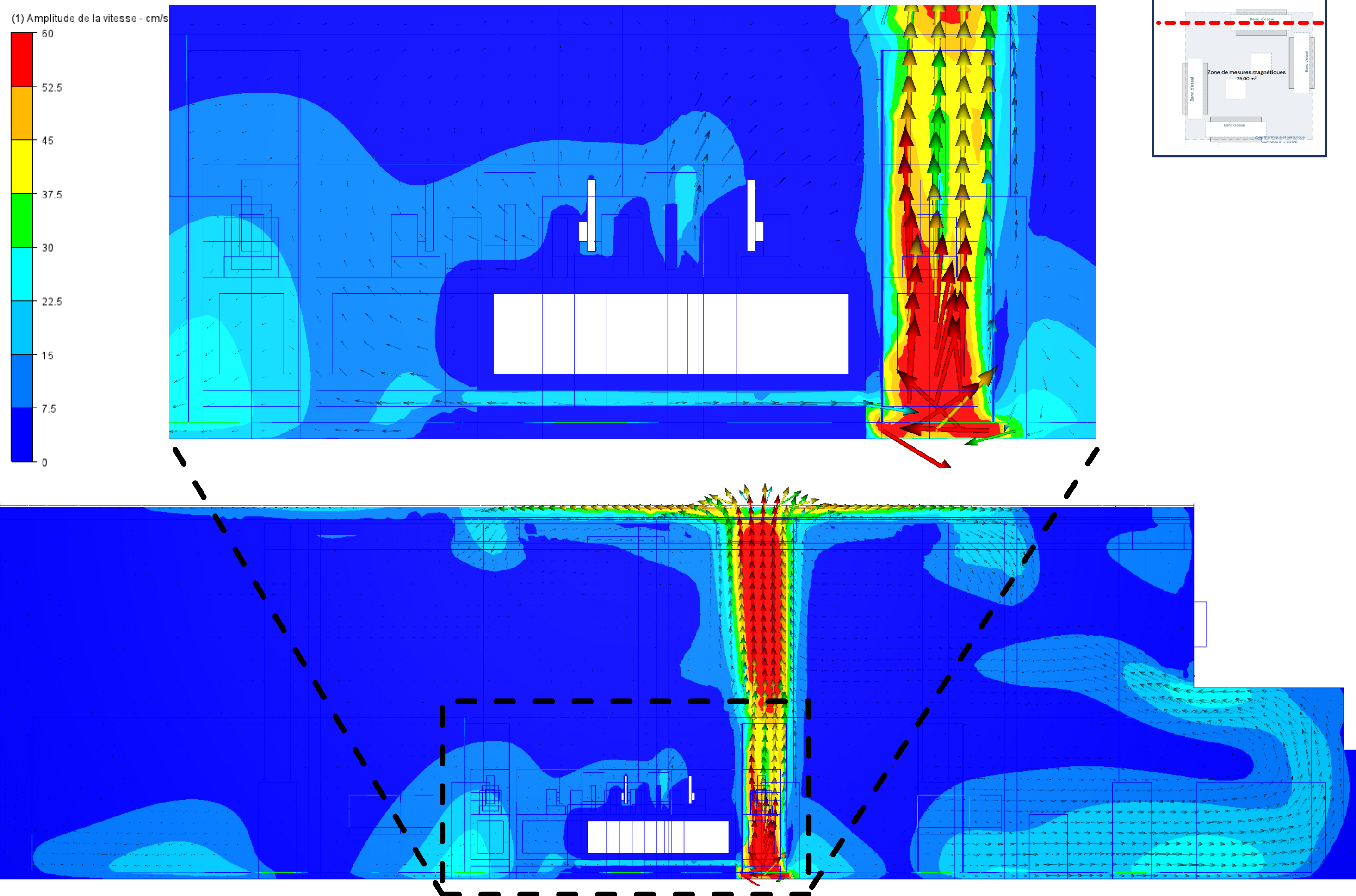


MONTAGE AIMANTS – VITESSE D’AIR

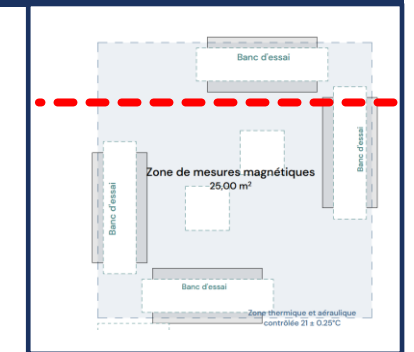
(1) Amplitude de la vitesse



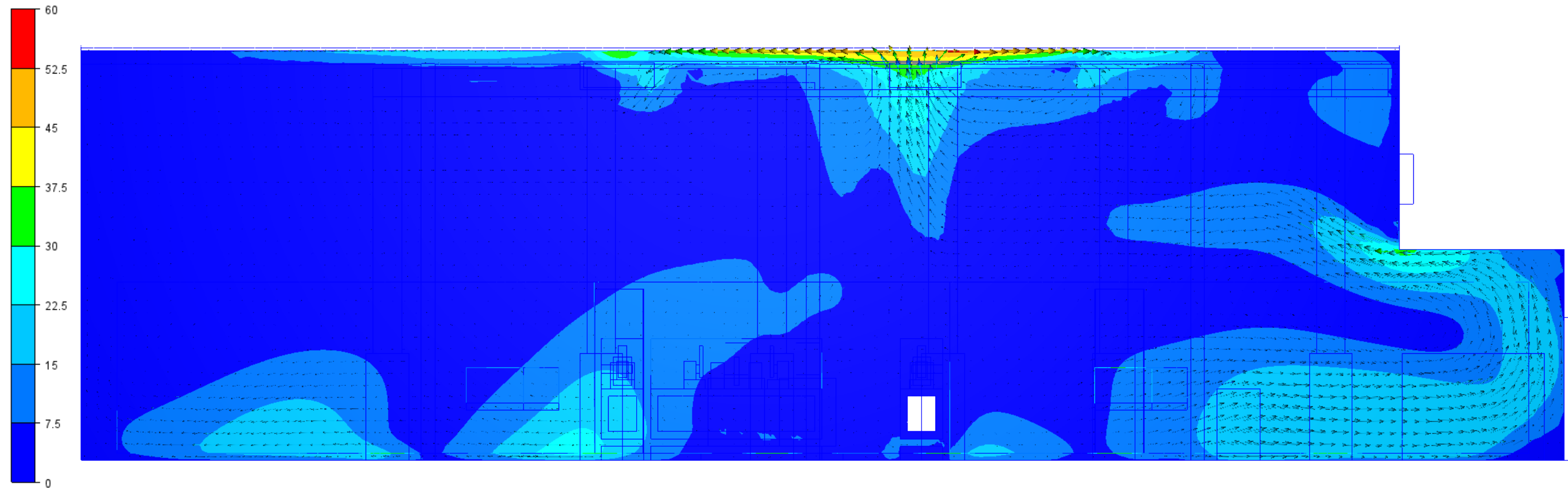
MONTAGE AIMANTS – VITESSE D’AIR



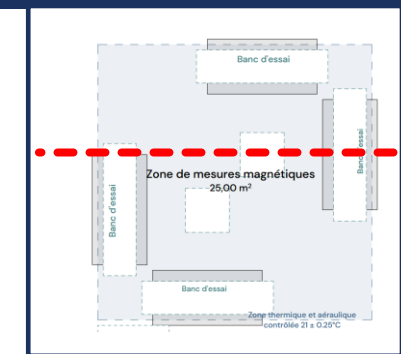
MONTAGE AIMANTS – VITESSE D’AIR



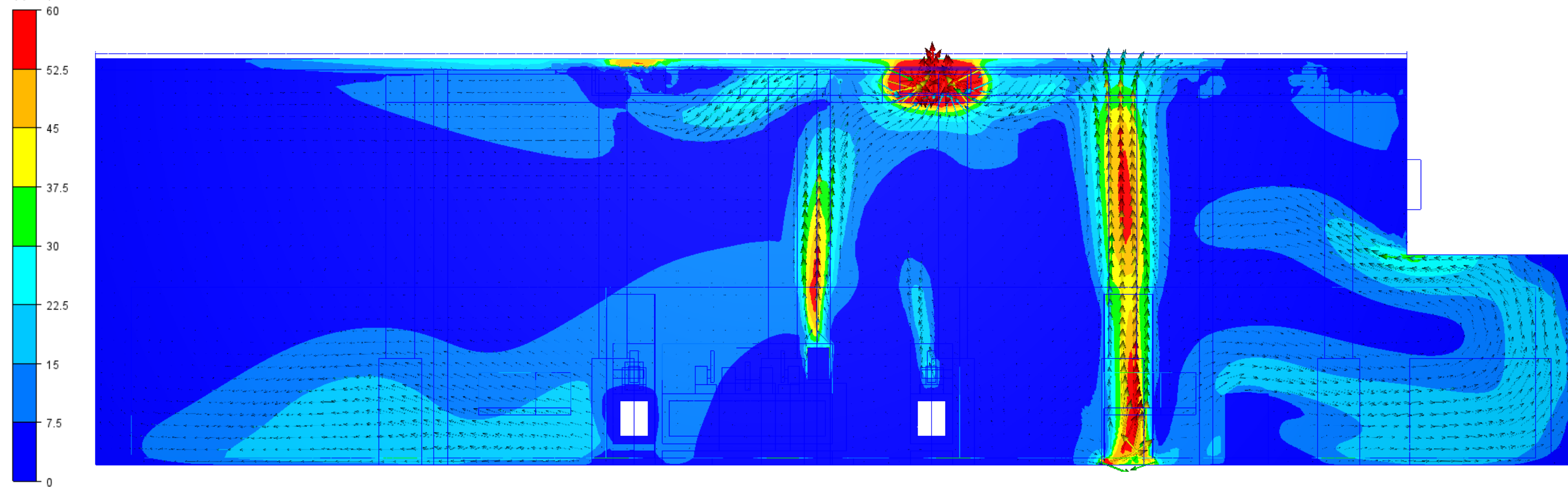
(1) Amplitude de la vitesse - cm/s



MONTAGE AIMANTS – VITESSE D’AIR



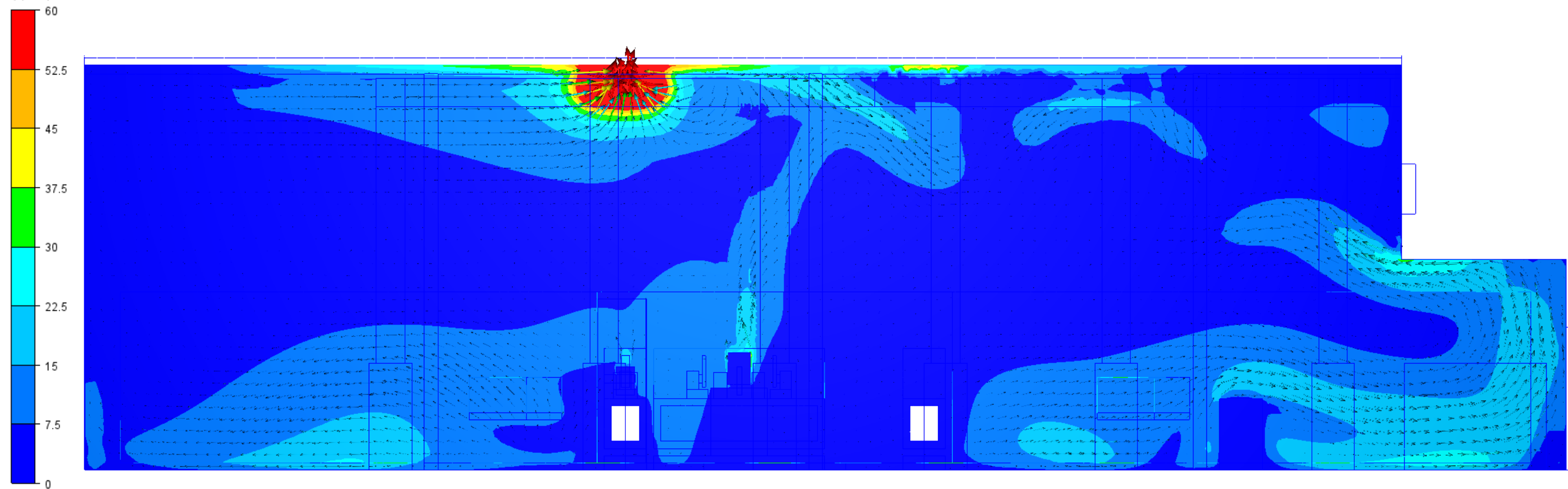
(1) Amplitude de la vitesse - cm/s



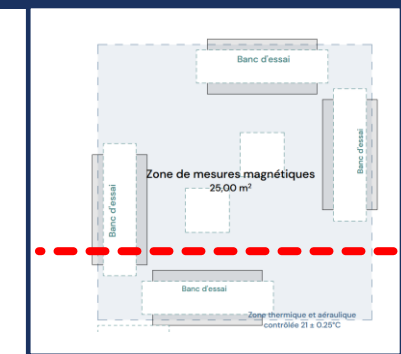
MONTAGE AIMANTS – VITESSE D’AIR



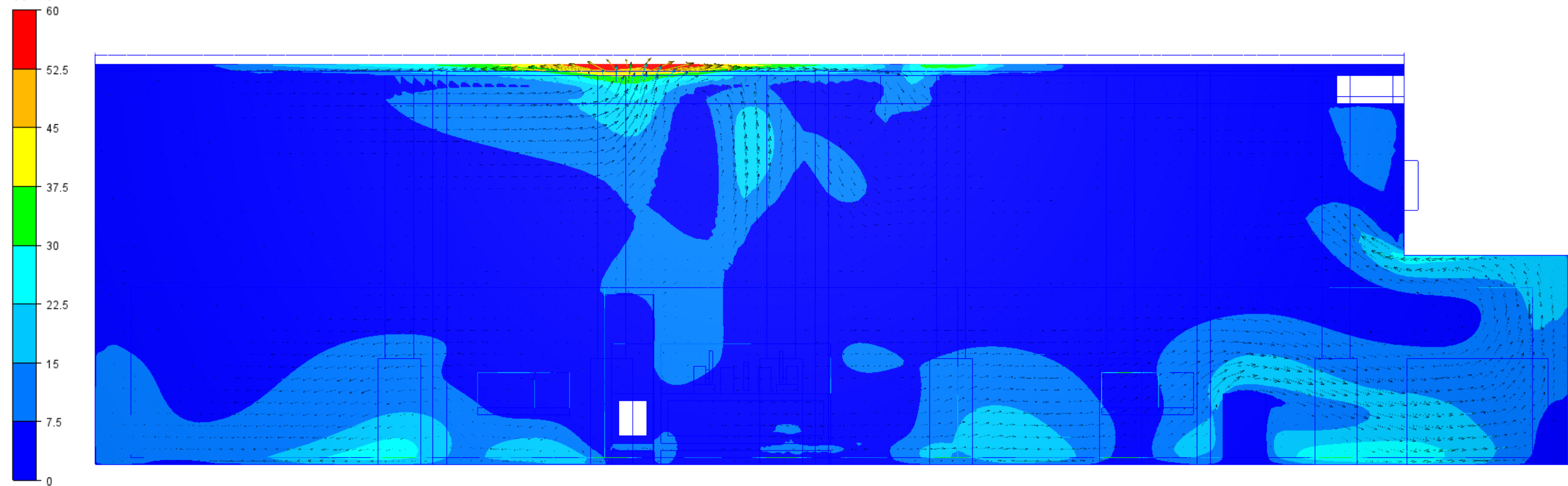
(1) Amplitude de la vitesse - cm/s



MONTAGE AIMANTS – VITESSE D’AIR

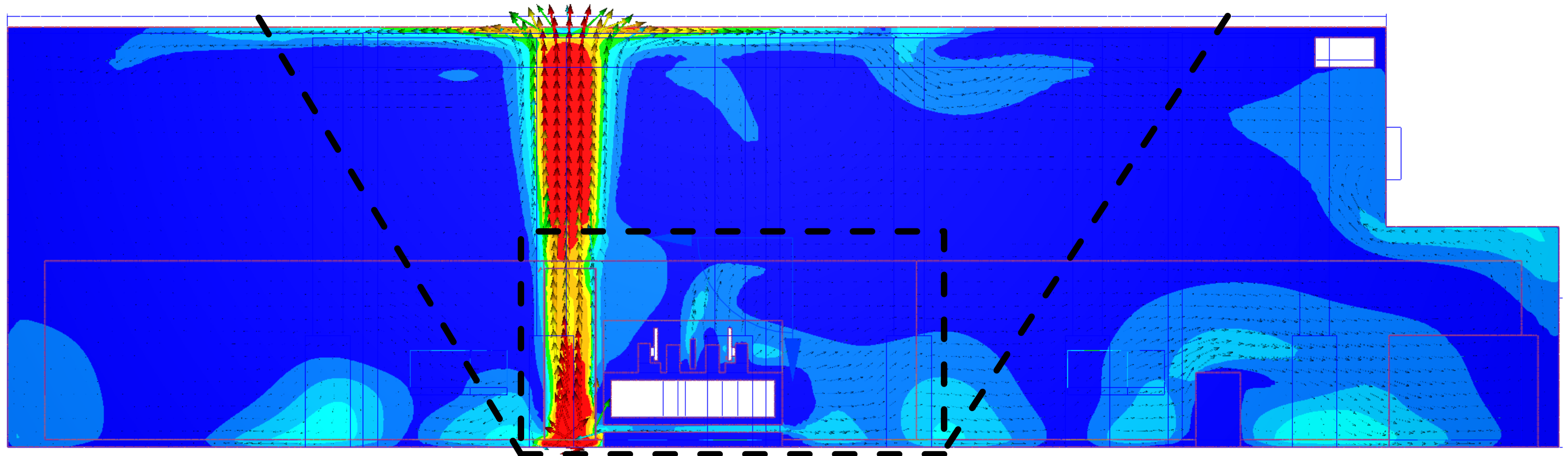
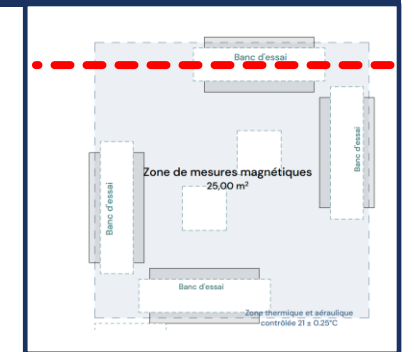
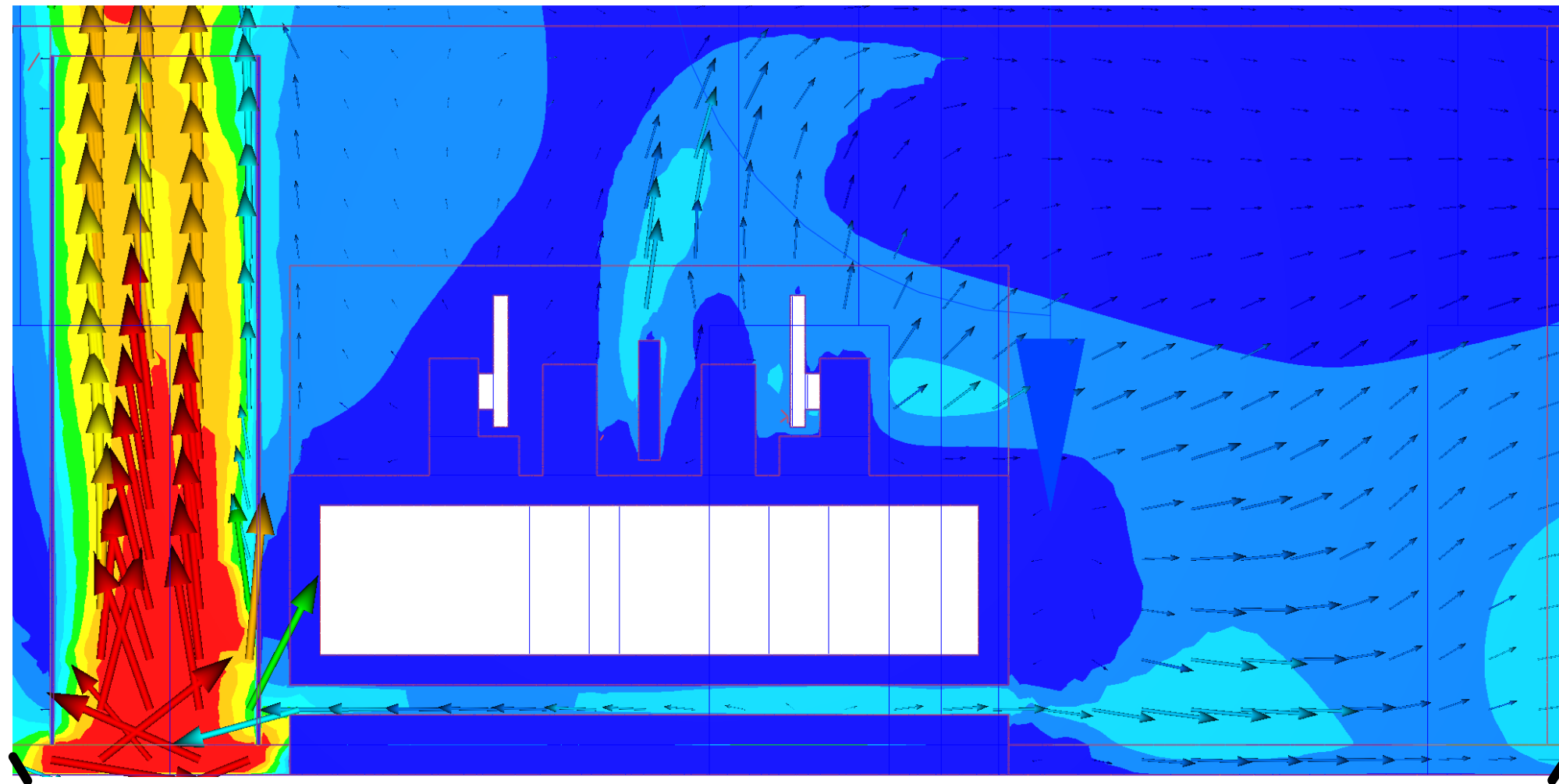
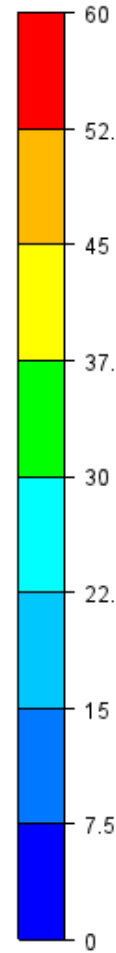


(1) Amplitude de la vitesse - cm/s

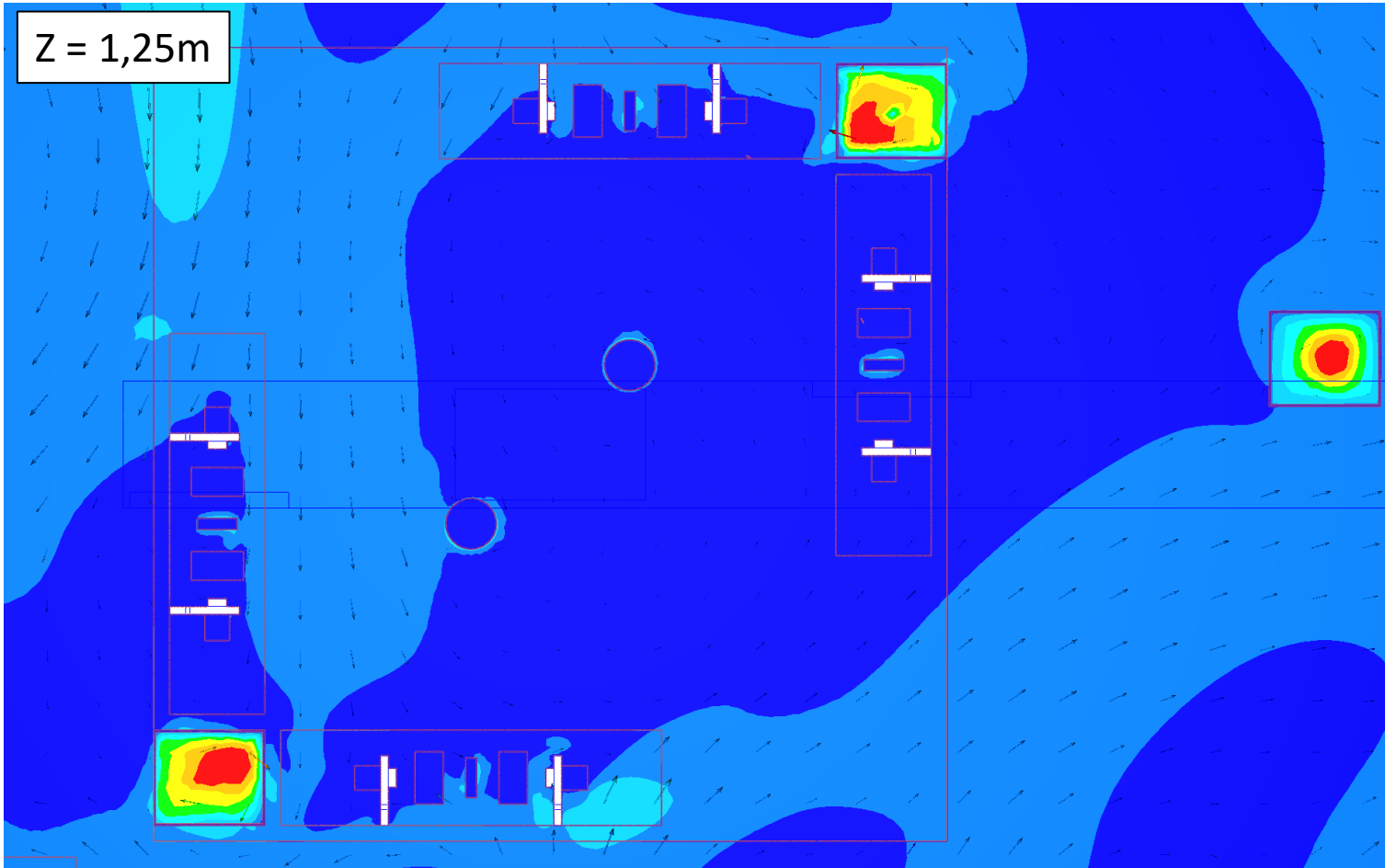
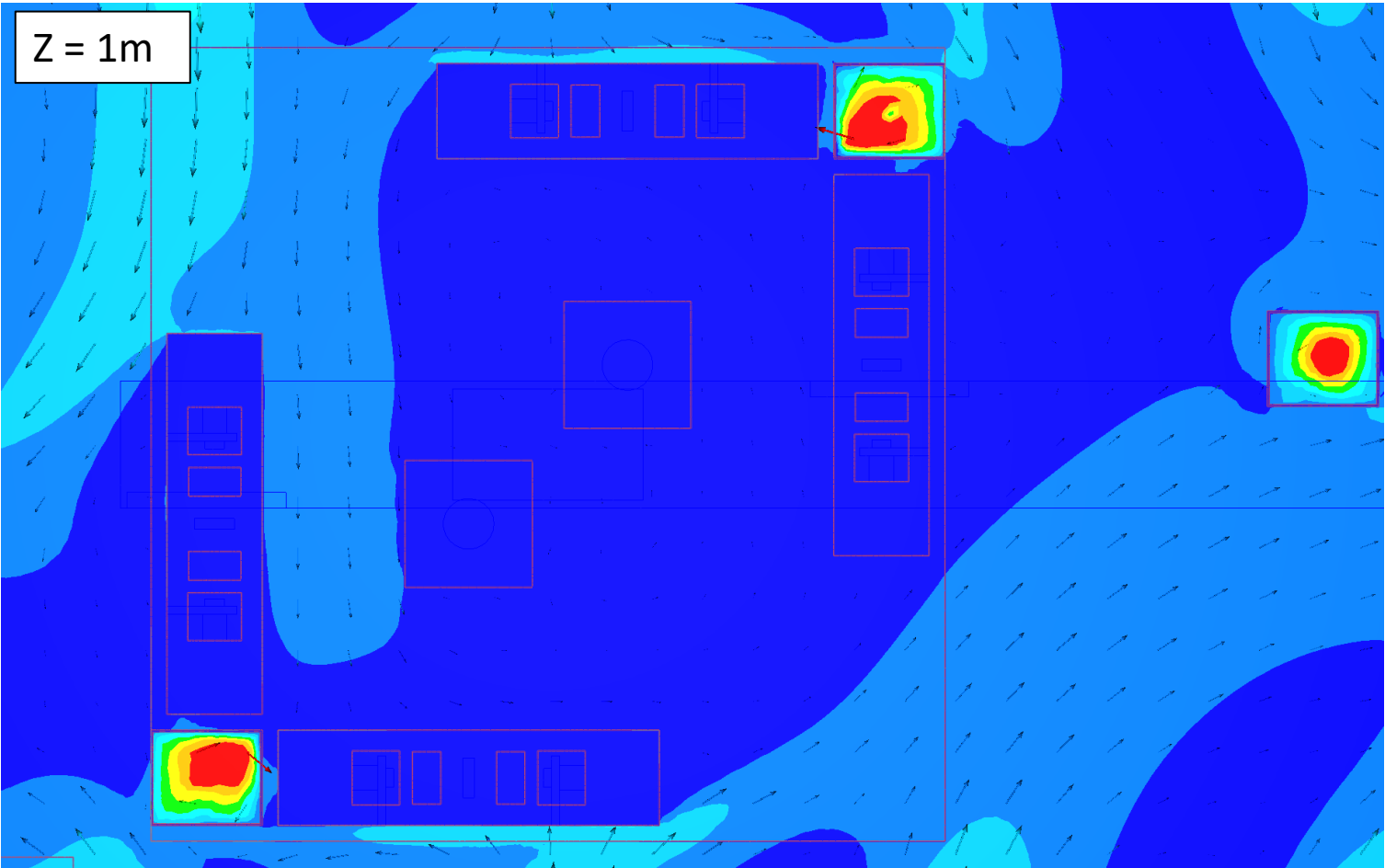


MONTAGE AIMANTS – VITESSE D’AIR

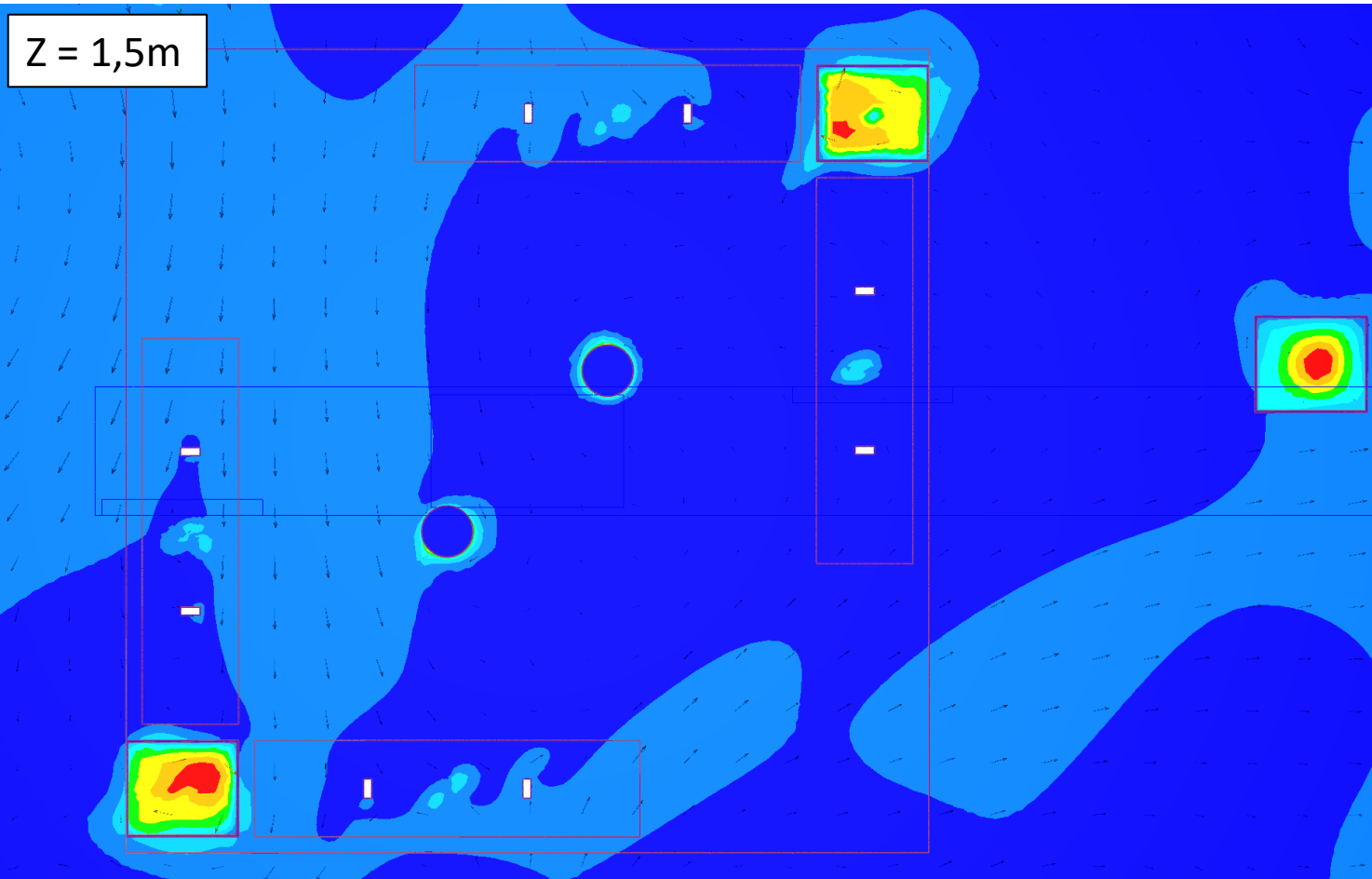
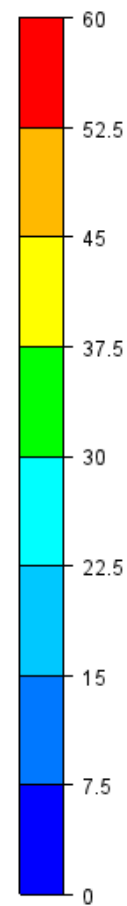
(1) Amplitude de la vitesse - cm/s



MONTAGE AIMANTS – VITESSE D’AIR



(1) Amplitude de la vitesse - cm/s



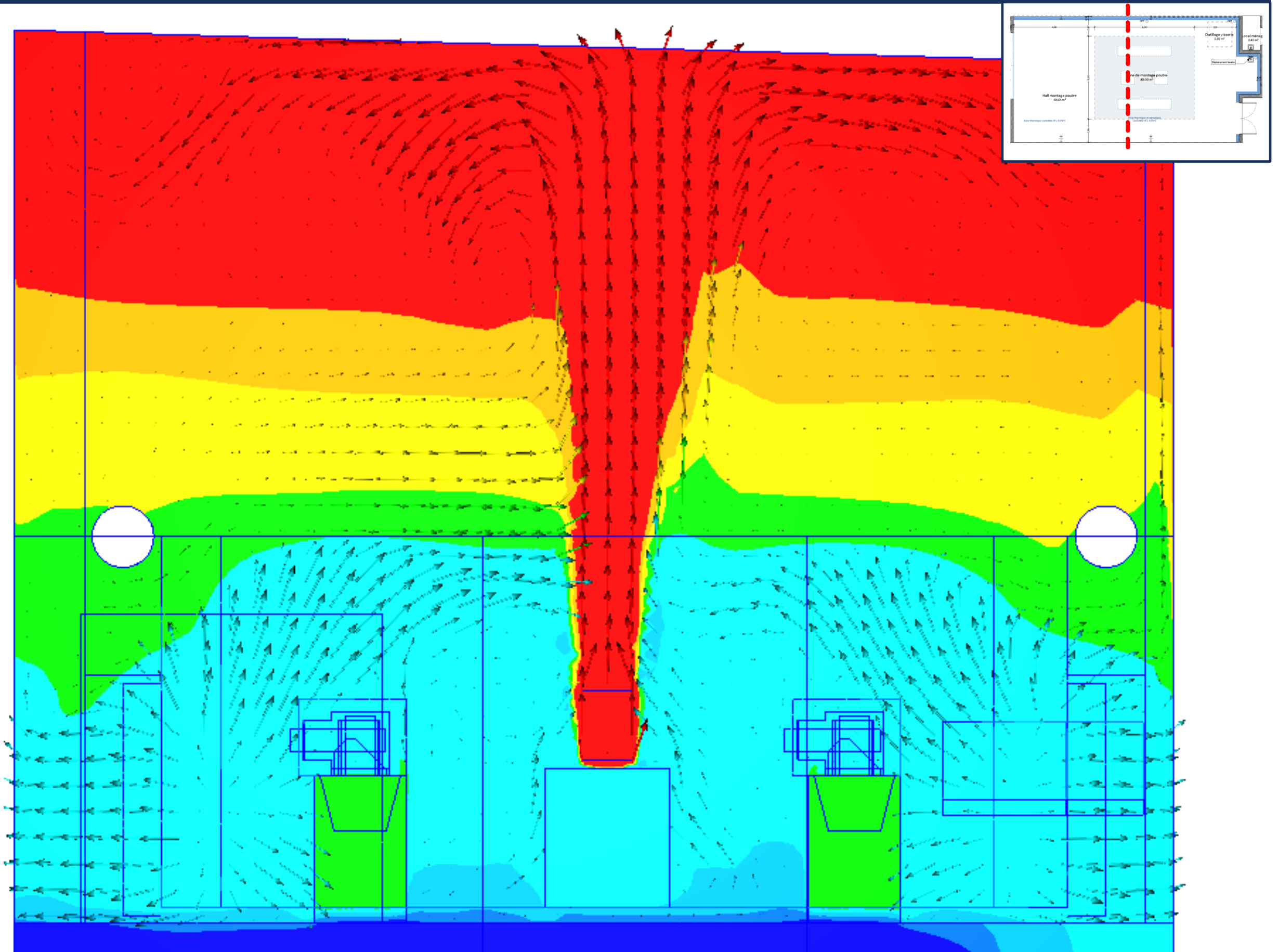
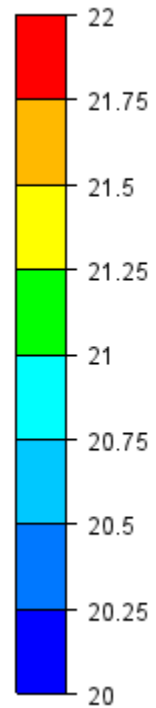
MONTAGE AIMANTS – VITESSE D’AIR

La diffusion très basse vitesse permet une très bonne maîtrise des vitesses d’air.

Nous notons de légères accélérations entre certains équipements et au dessus des bancs d’essais. Les vitesses restent cependant contenues sous les 15cms/s entre les laser-trackers et les points de mesures.

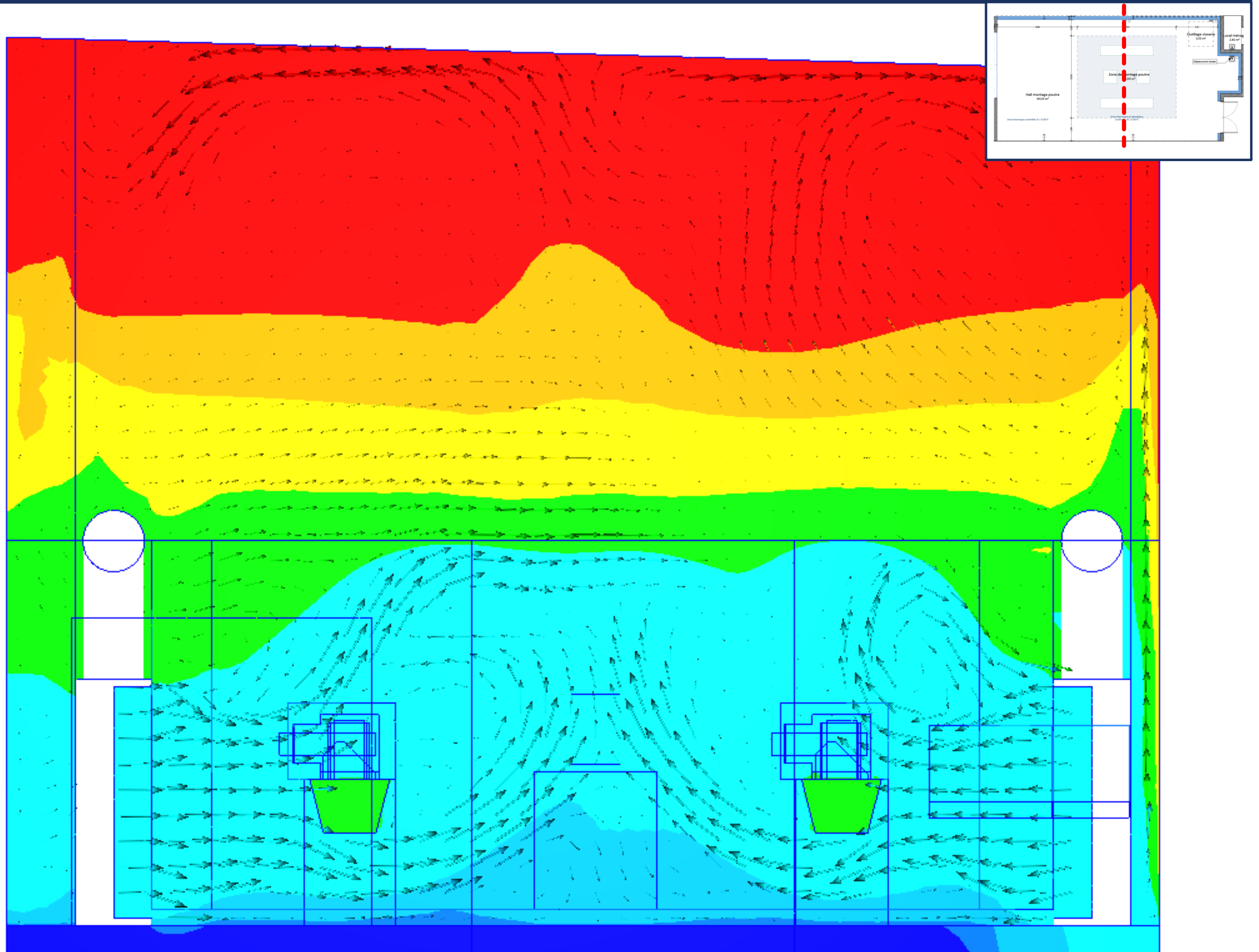
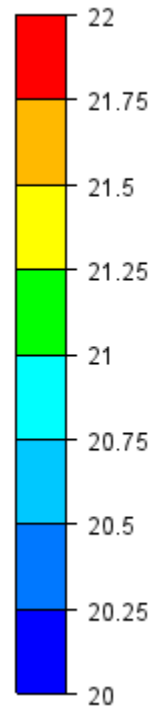
MONTAGE POUTRES – T°

(6) Température - Celsius

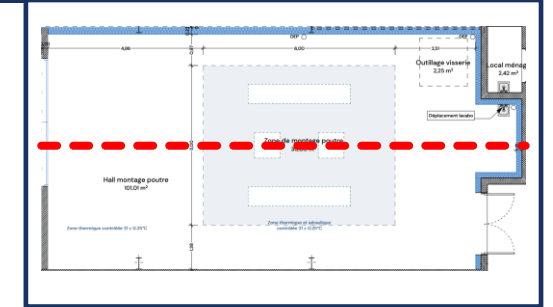


MONTAGE POUTRES – T°

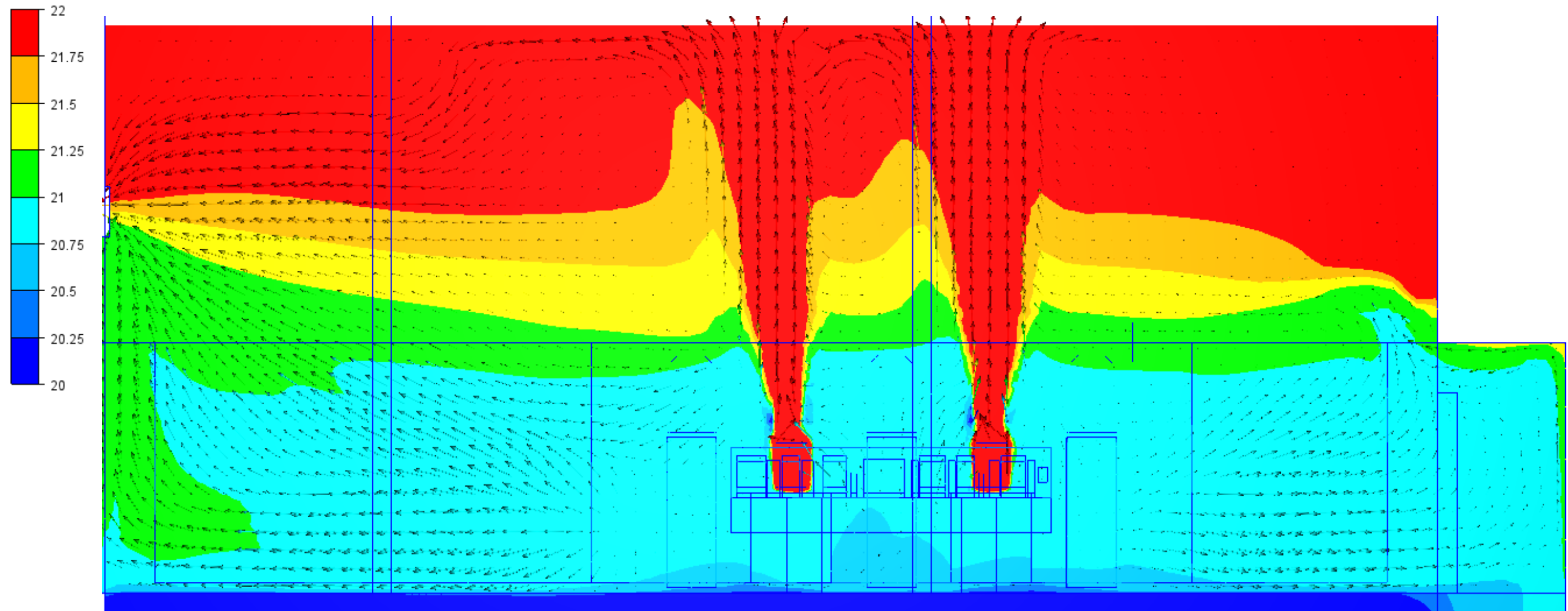
(6) Température - Celsius



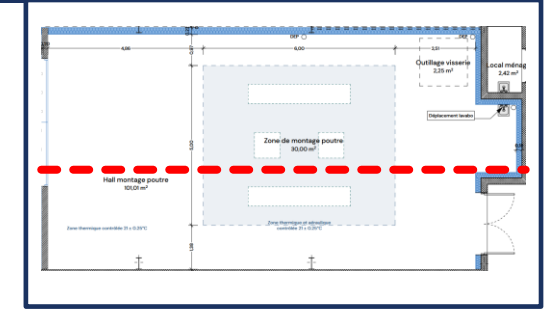
MONTAGE POUTRES – T°



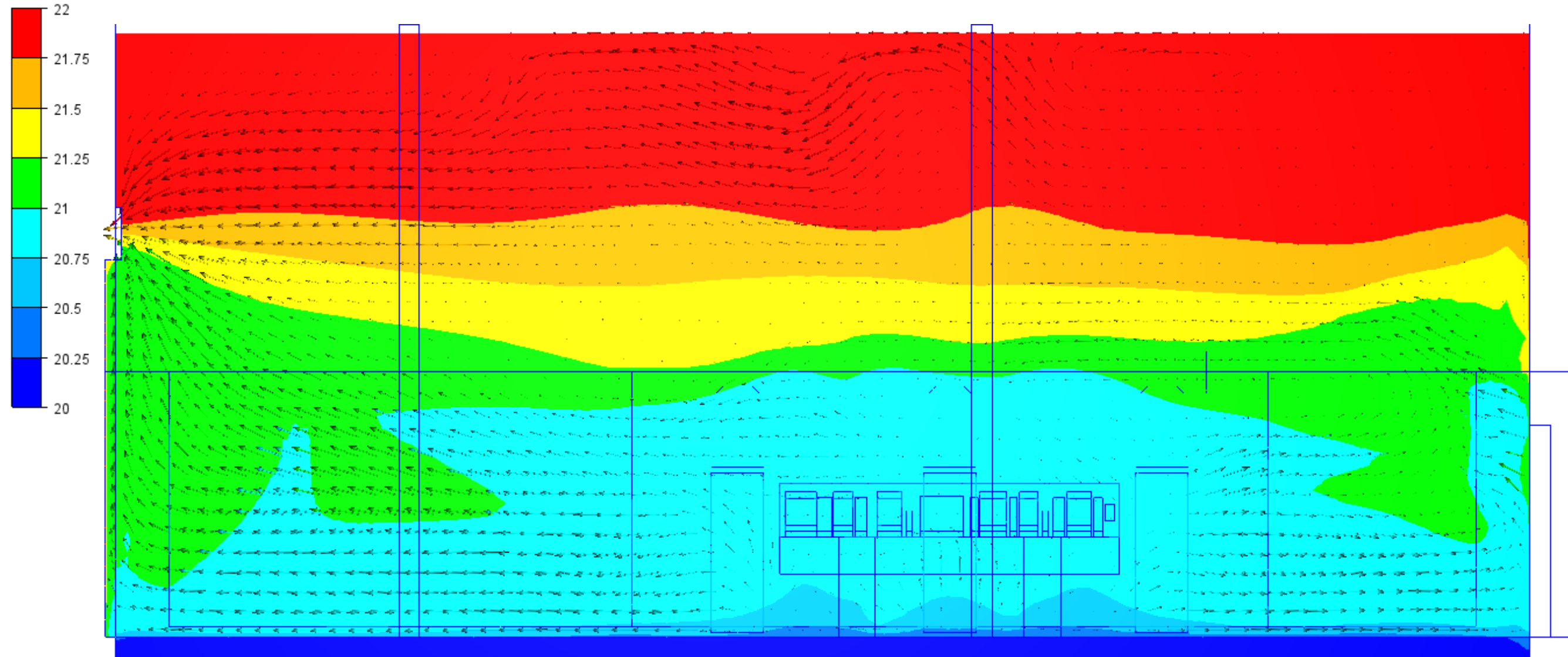
(6) Température - Celsius



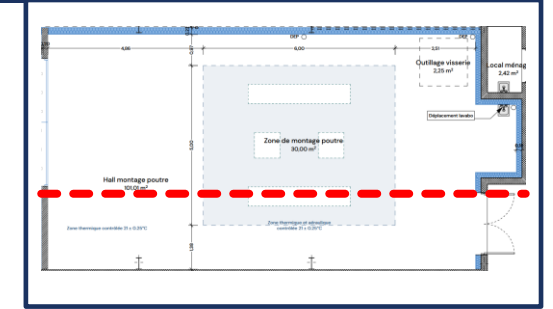
MONTAGE POUTRES – T°



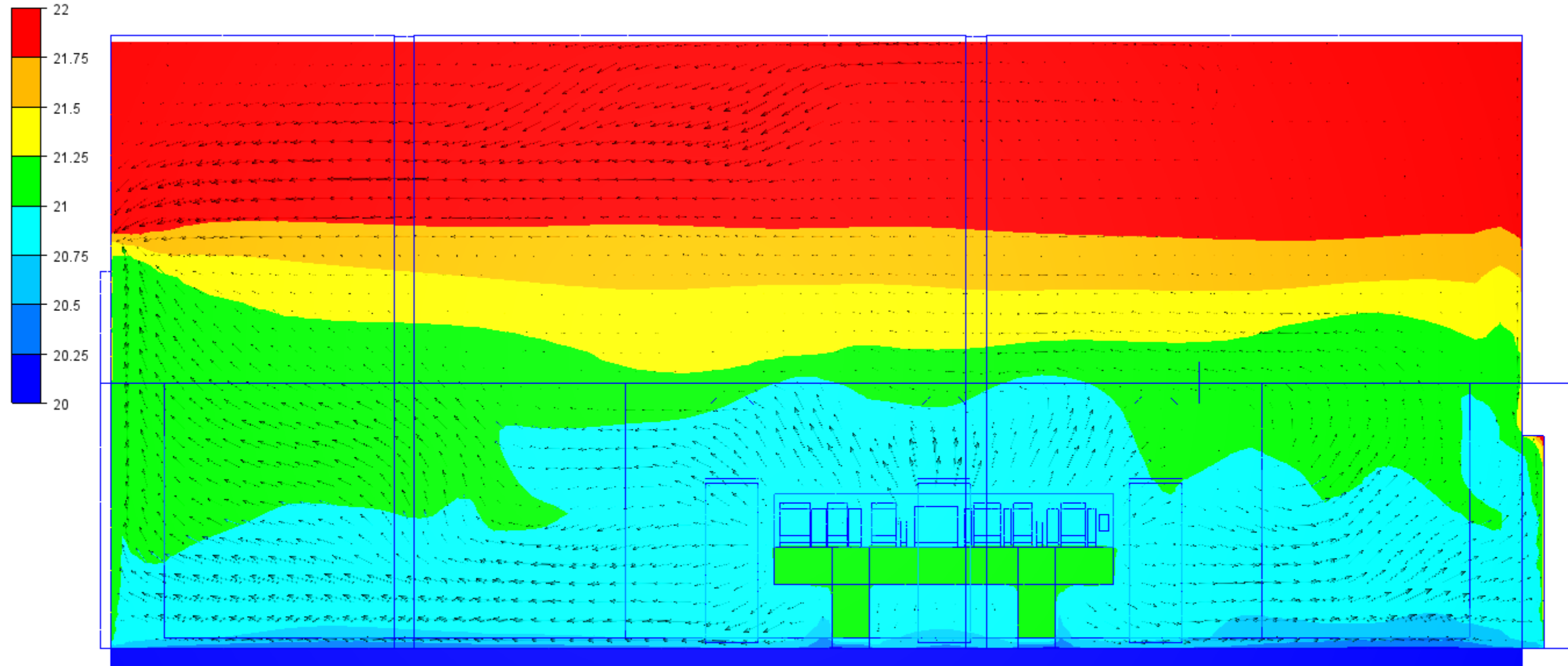
(6) Température - Celsius



MONTAGE POUTRES – T°

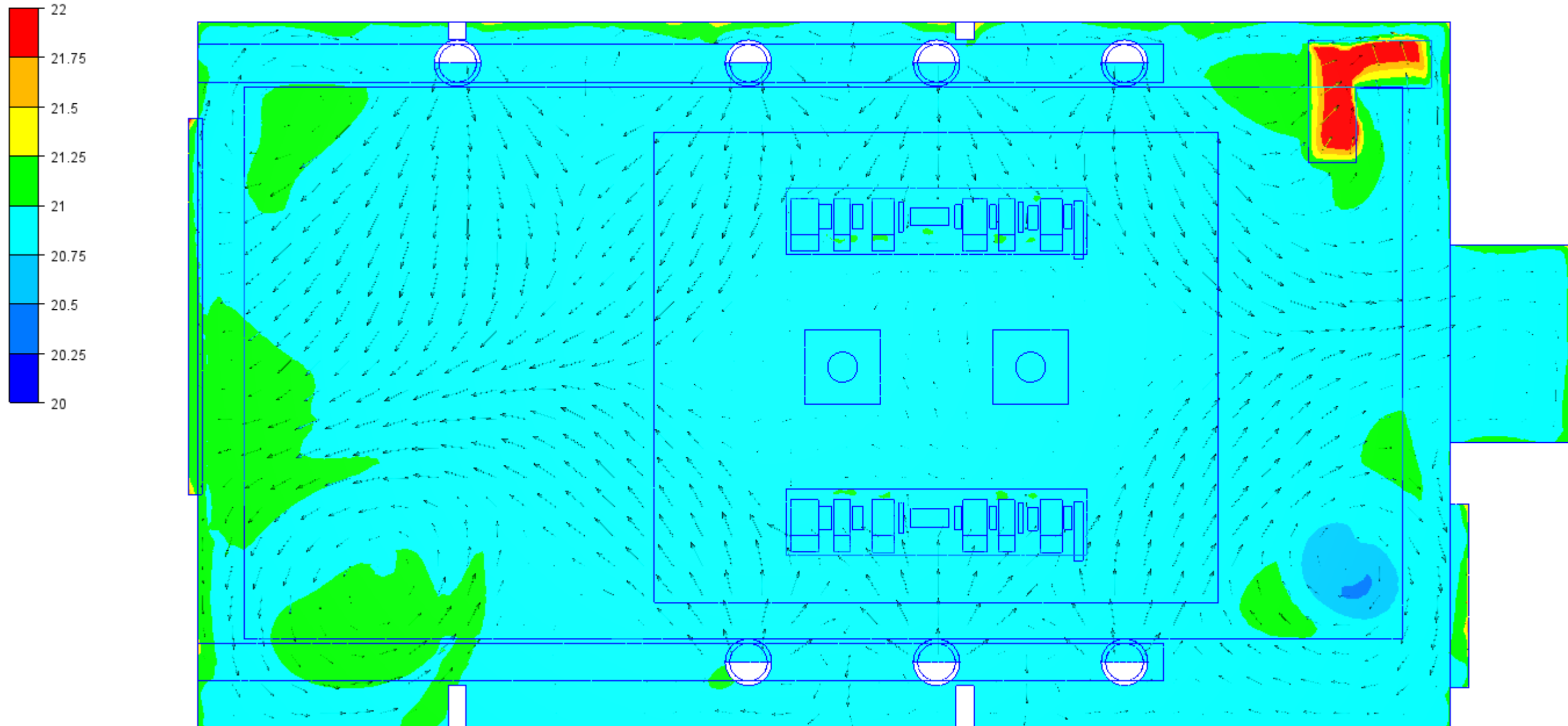


(6) Température - Celsius



MONTAGE POUTRES – T°

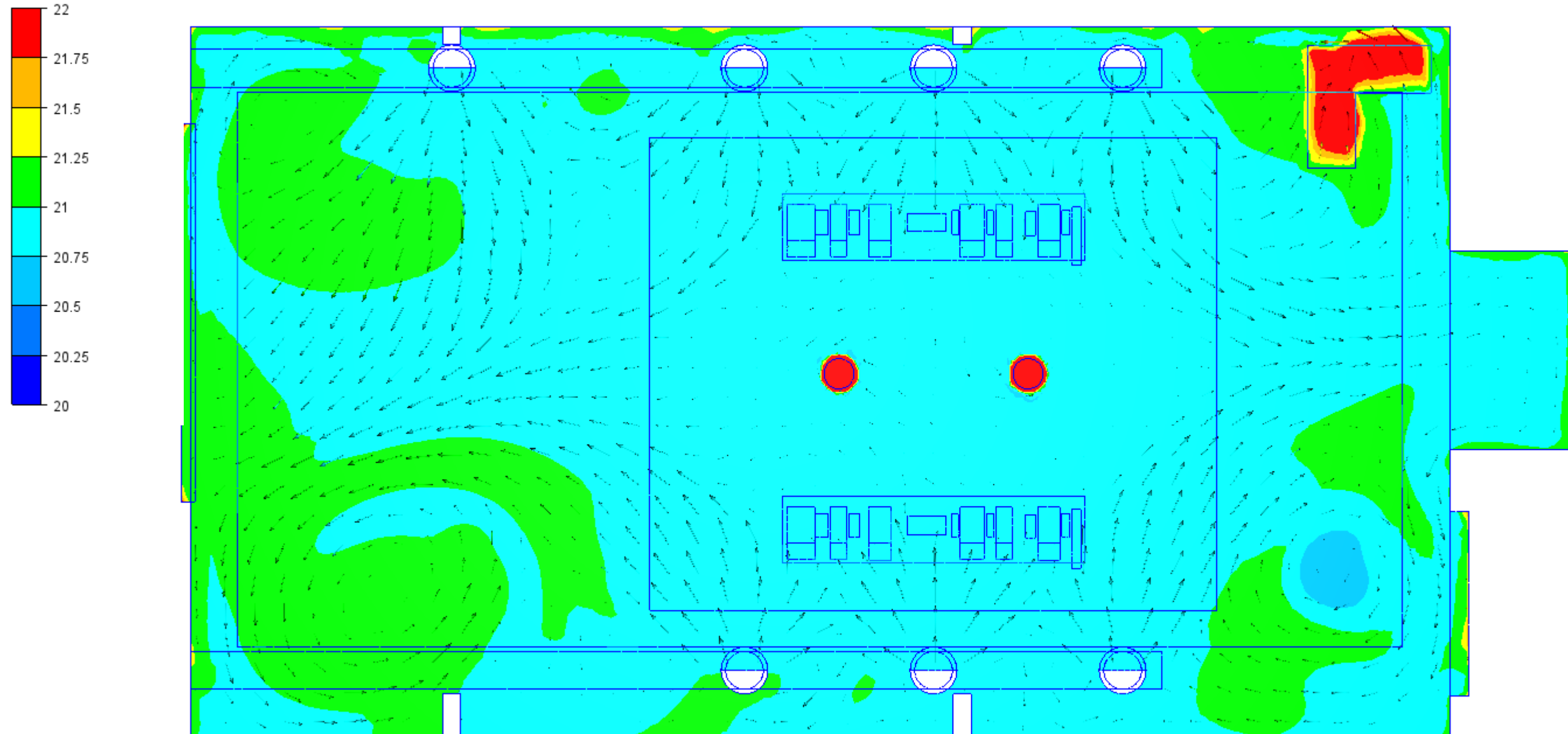
(6) Température - Celsius



Coupe horizontale à Z = 1m

MONTAGE POUTRES – T°

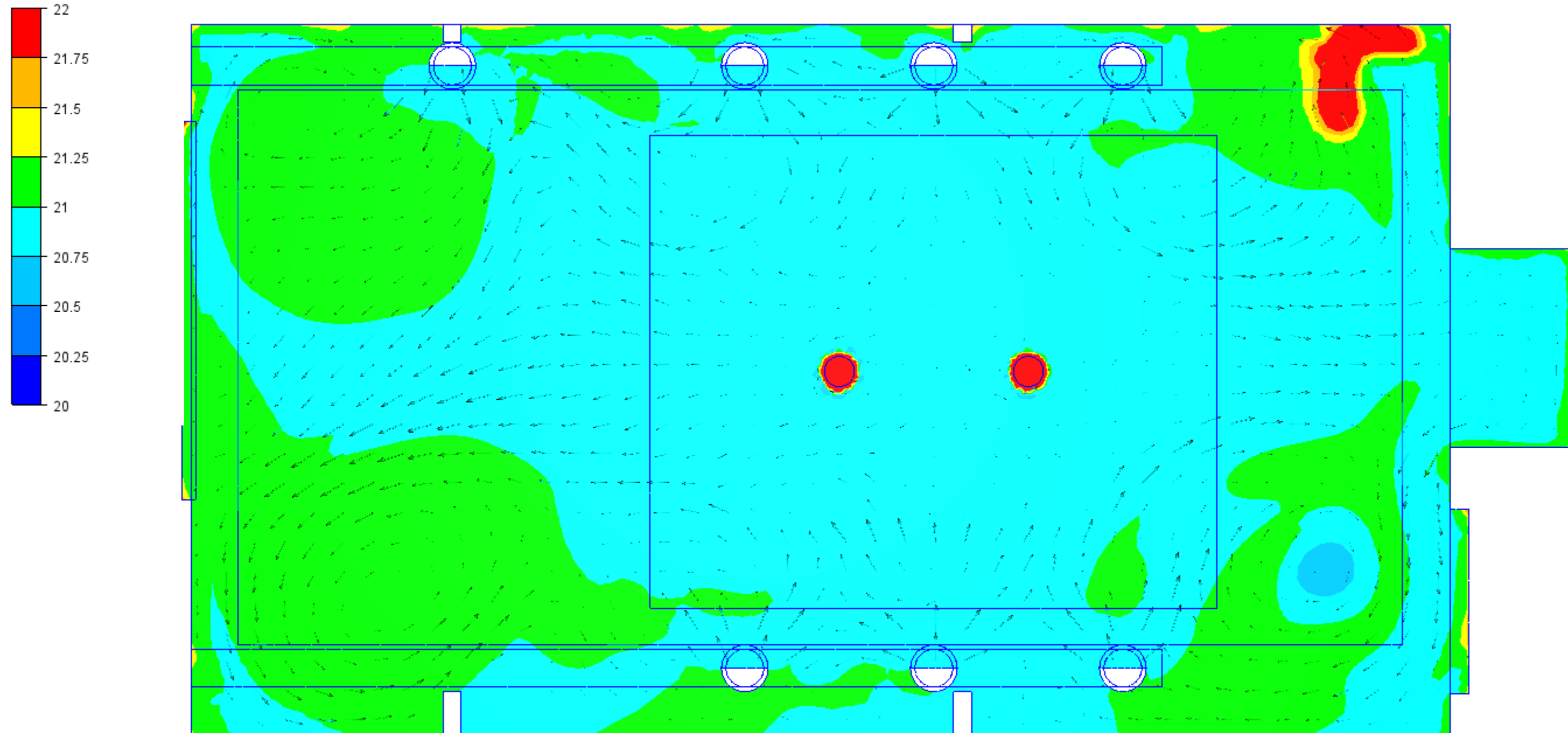
(6) Température - Celsius



Coupe horizontale à Z = 1,25m

MONTAGE POUTRES – T°

(6) Température - Celsius



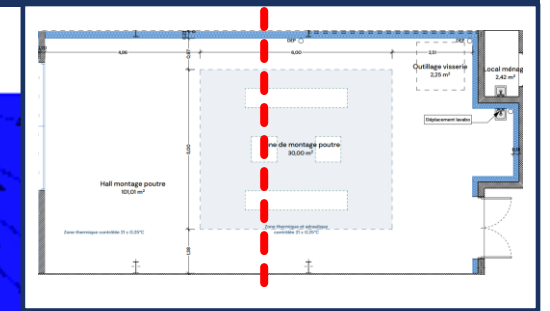
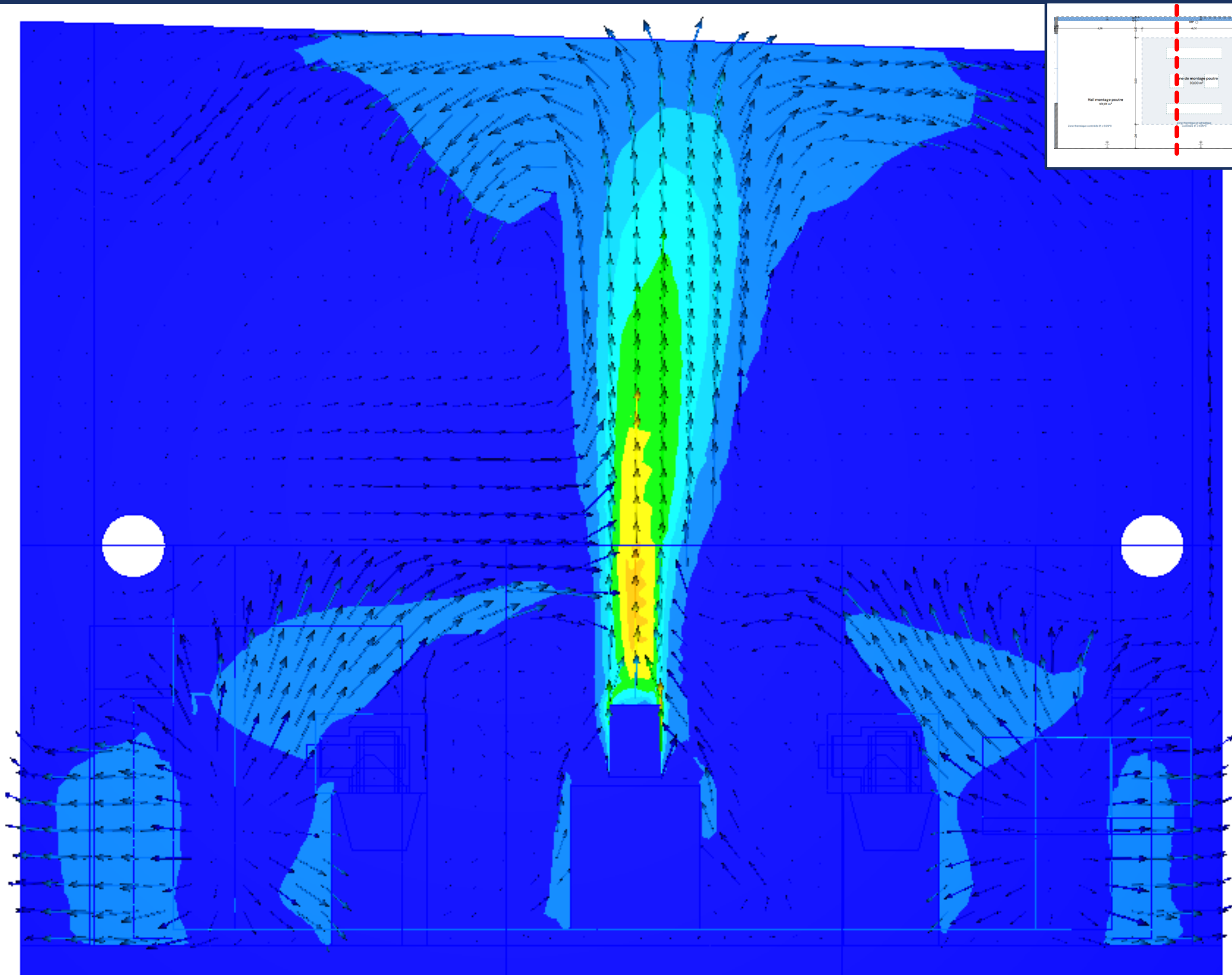
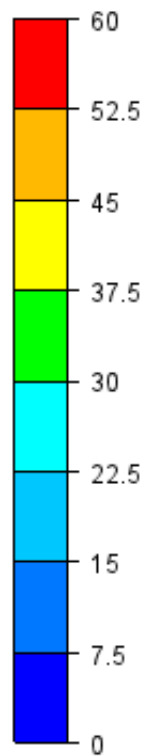
Coupe horizontale à Z = 1,5m

MONTAGE POUTRES – T°

Les apports limités et la diffusion par déplacement d'air permettent une maîtrise parfaite des conditions en température.

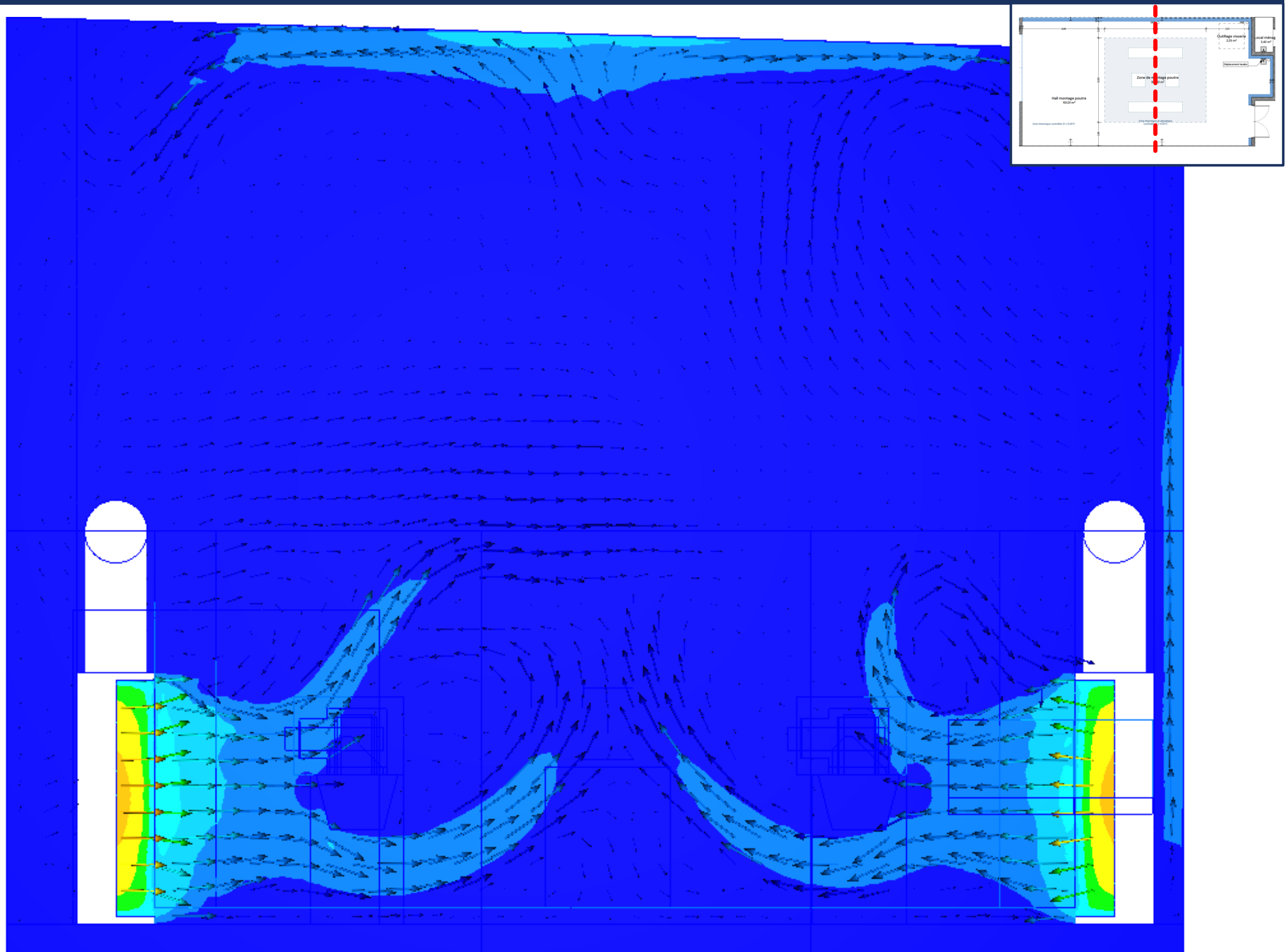
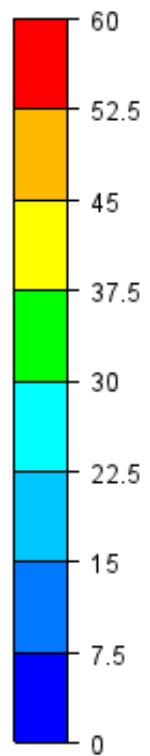
MONTAGE POUTRES – VITESSE D’AIR

(1) Amplitude de la vitesse - cm/s

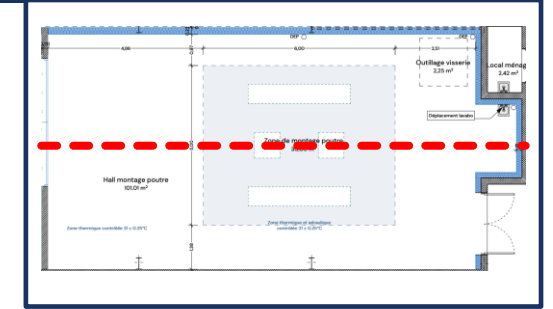


MONTAGE POUTRES – VITESSE D’AIR

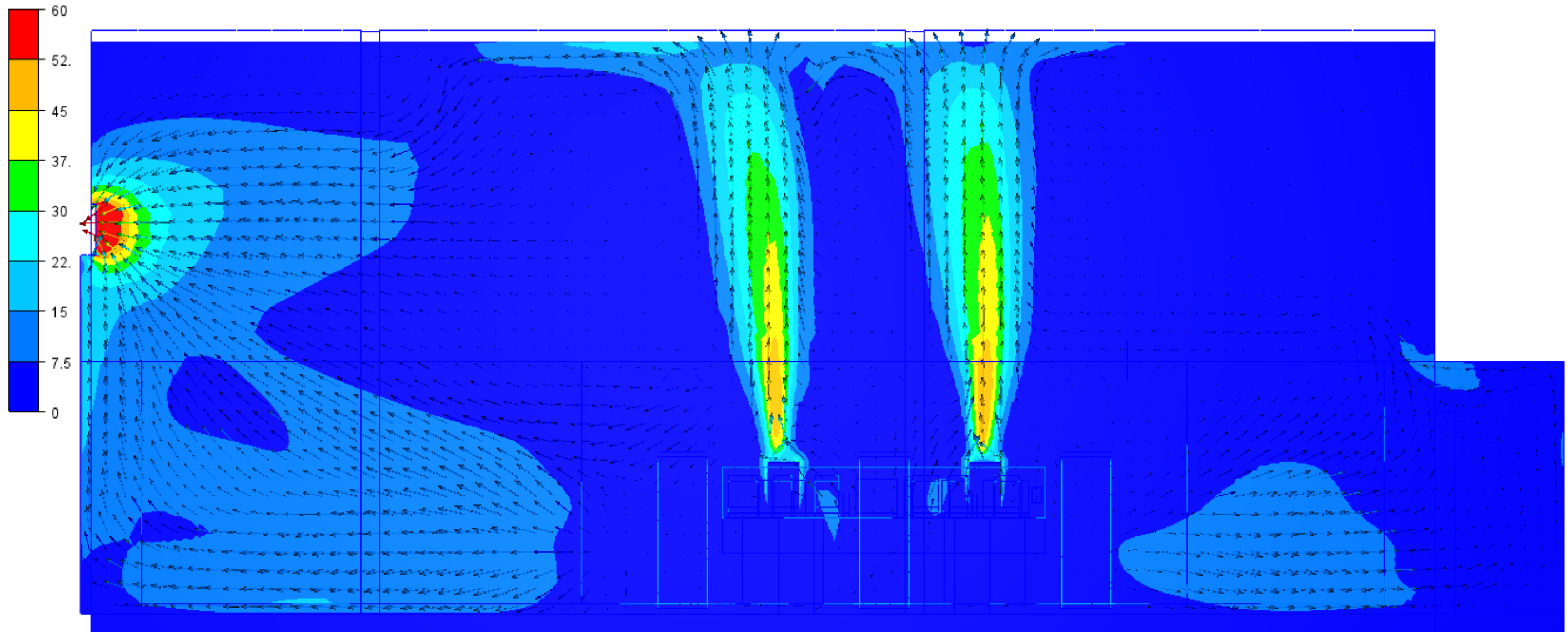
(1) Amplitude de la vitesse - cm/s



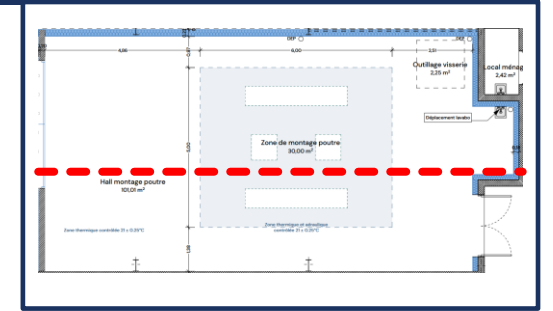
MONTAGE POUTRES – VITESSE D’AIR



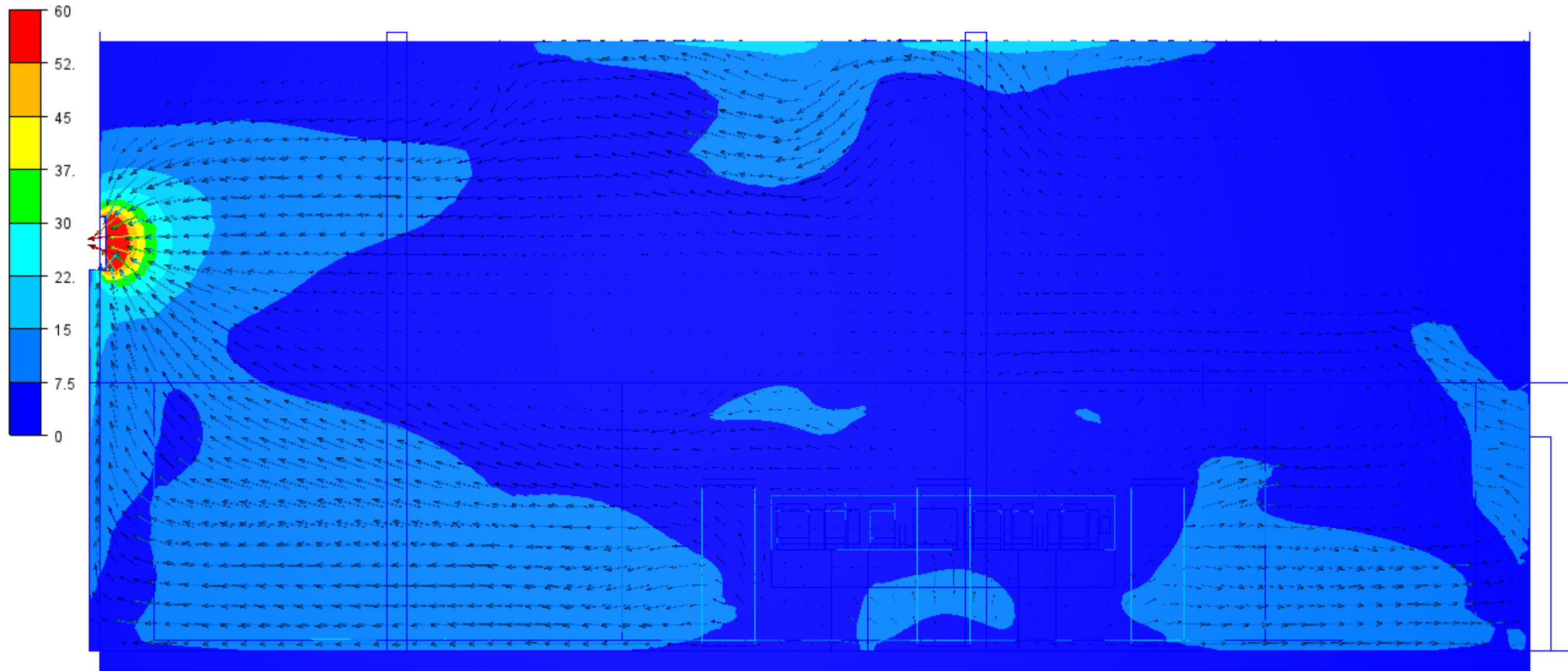
(1) Amplitude de la vitesse - cm/s



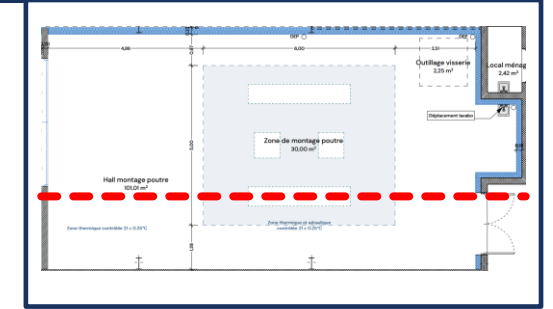
MONTAGE POUTRES – VITESSE D’AIR



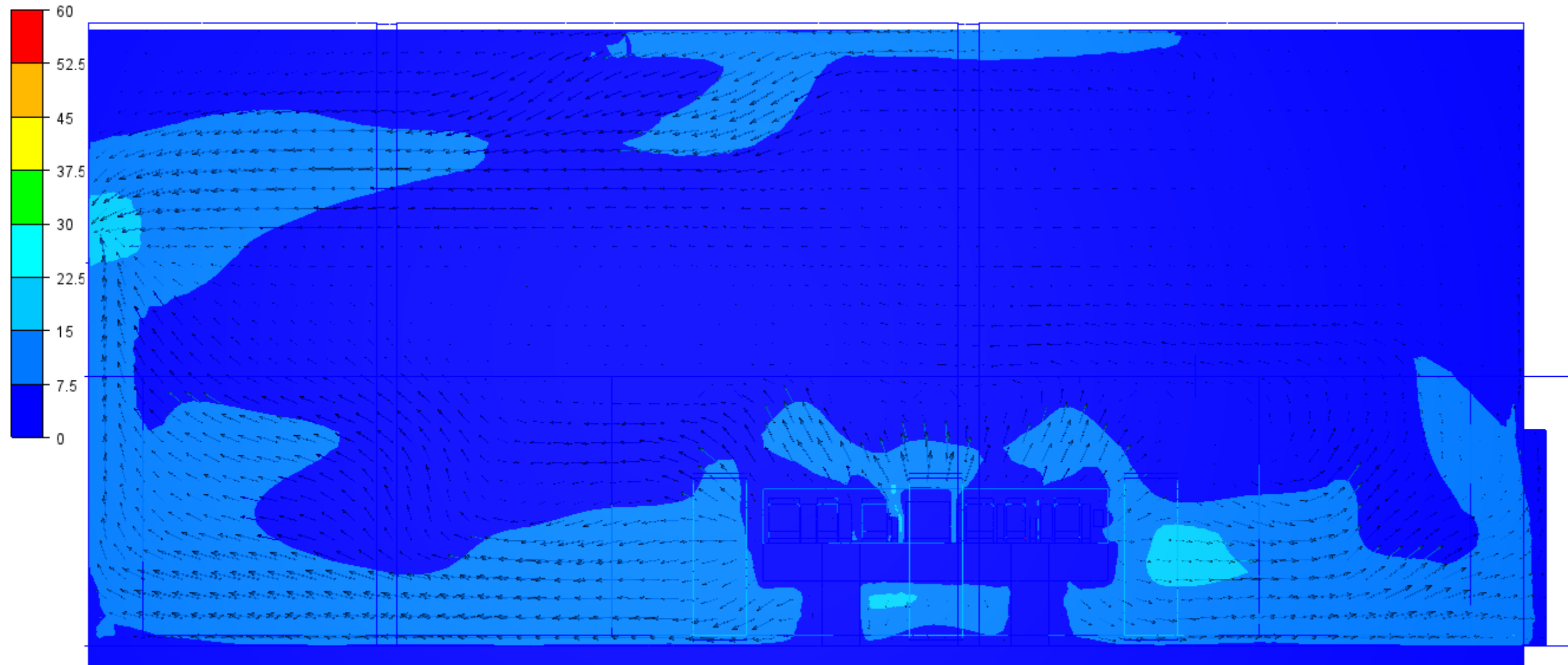
(1) Amplitude de la vitesse - cm/s



MONTAGE POUTRES – VITESSE D’AIR

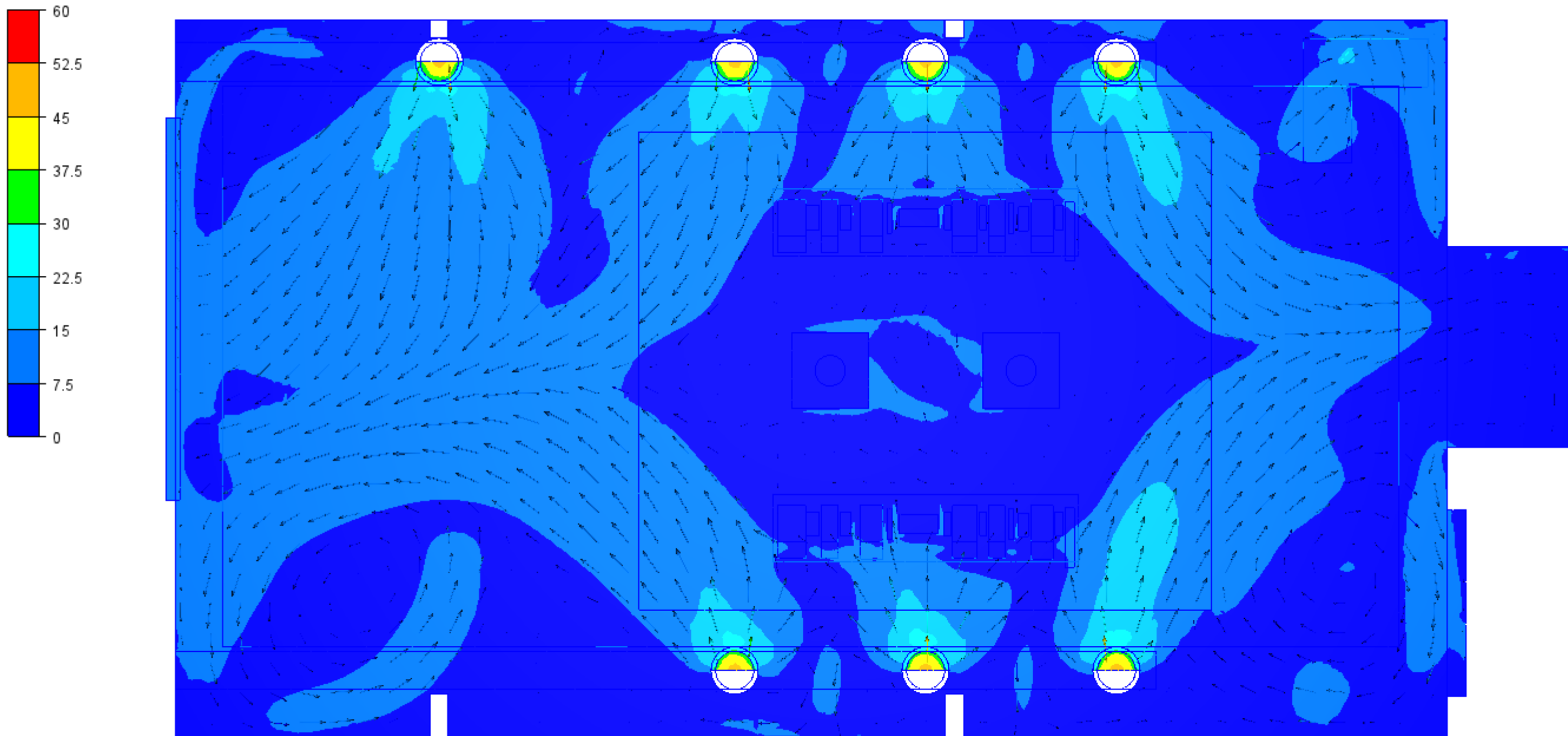


(1) Amplitude de la vitesse - cm/s



MONTAGE POUTRES – VITESSE D’AIR

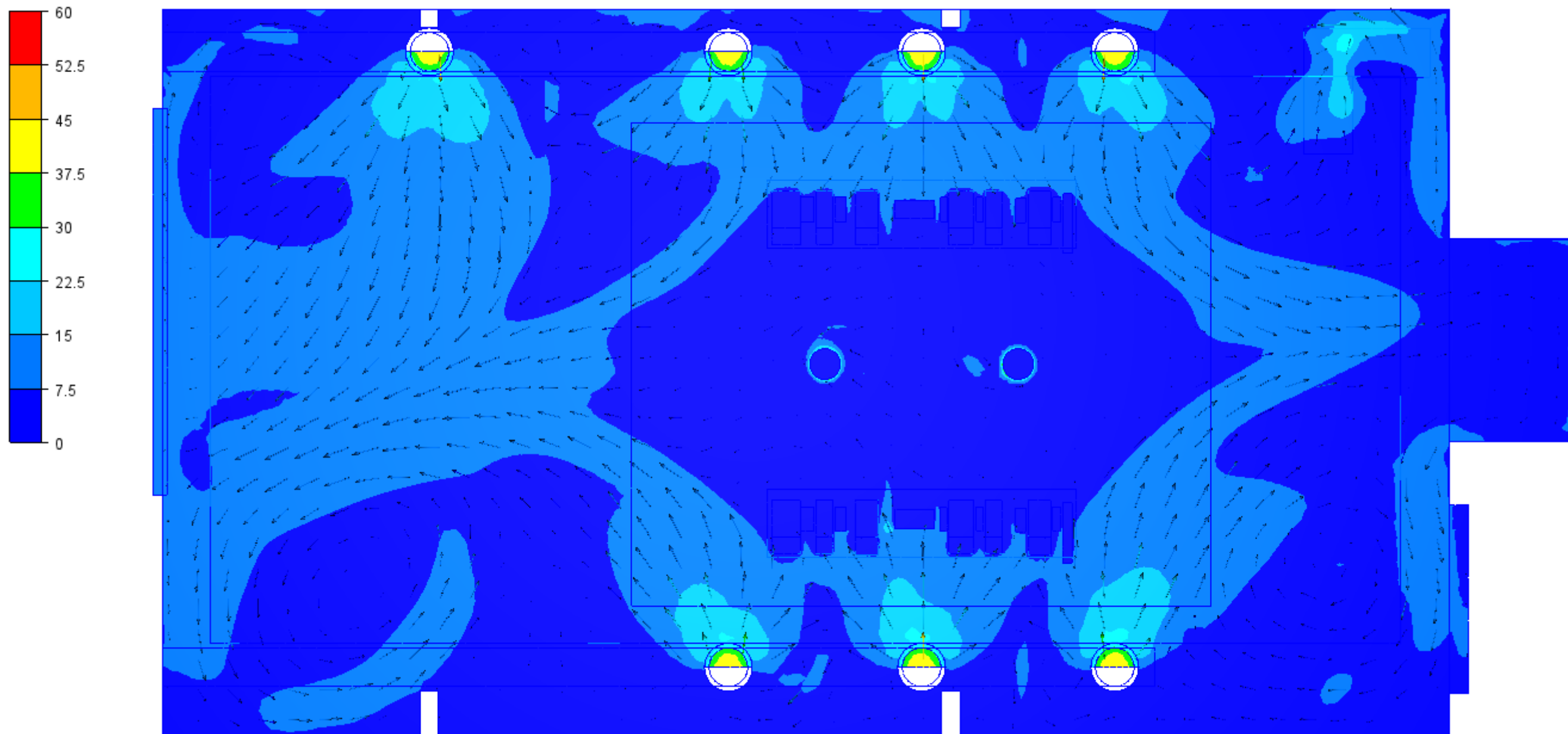
(1) Amplitude de la vitesse - cm/s



Coupe horizontale à $Z = 1\text{m}$

MONTAGE POUTRES – VITESSE D’AIR

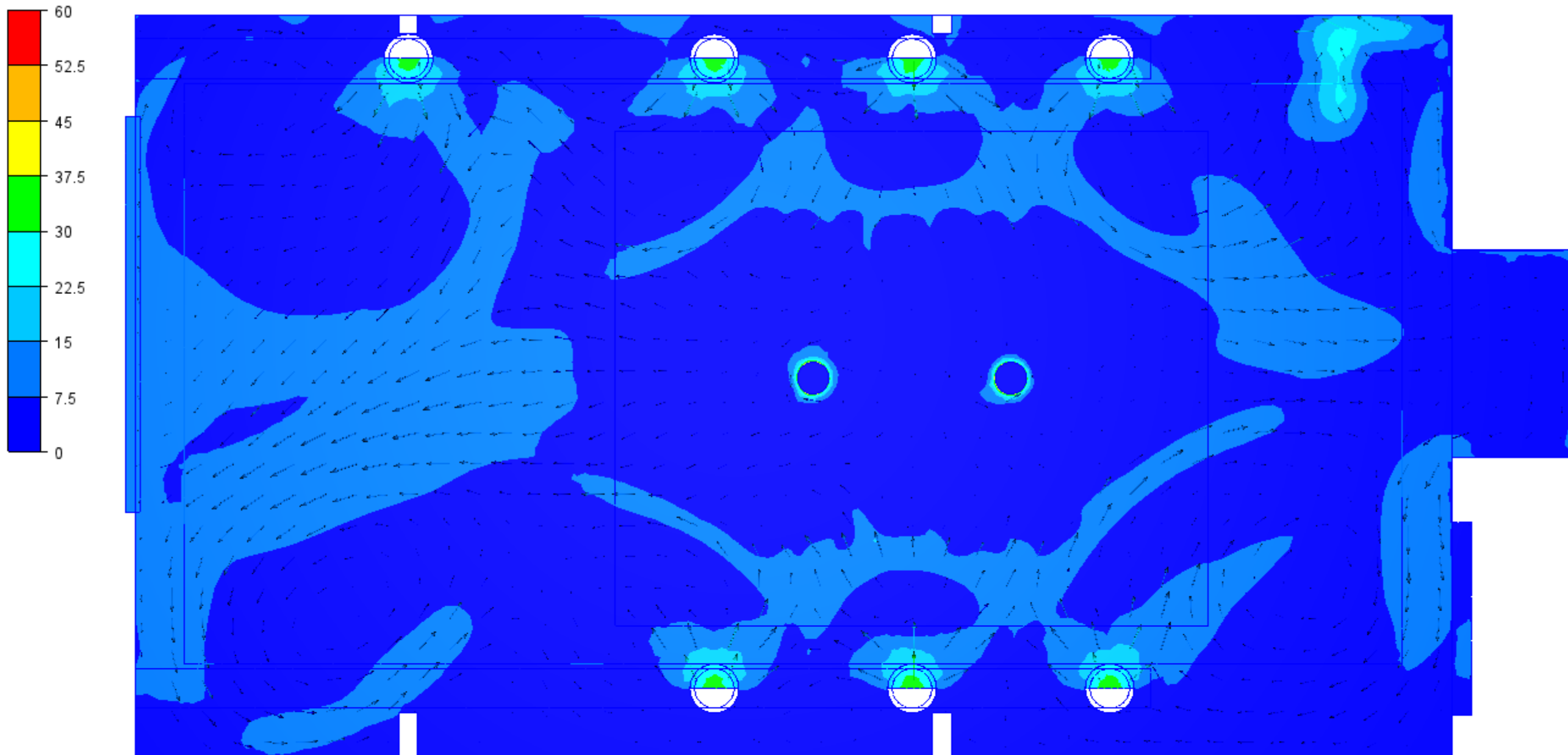
(1) Amplitude de la vitesse - cm/s



Coupe horizontale à $Z = 1,25\text{m}$

MONTAGE POUTRES – VITESSE D’AIR

(1) Amplitude de la vitesse - cm/s



Coupe horizontale à Z = 1,5m

MONTAGE POUTRES – VITESSE D’AIR

La diffusion très basse vitesse via des diffuseurs hémicylindriques permet une très bonne maîtrise des vitesses d’air malgré la proximité des grilles de soufflage.

Nous notons de légères accélérations entre certains équipements et au dessous des poutres. Les vitesses restent cependant contenues sous les 15cms/s entre les laser-trackers et les points de mesures.

SYNTHÈSE

La diffusion à grand débit par déplacement d'air permet un bon contrôle des températures. Pour le local aimants, le cloisonnement des baies informatiques est nécessaire pour limiter les apports thermiques dans la zone de mesures. Mis à part des échauffements à quelques centimètres des équipements dissipant de la chaleur, les conditions en température sont atteintes.

La diffusion très basse vitesse permet un très bon contrôle des vitesses d'air. Pour le local poutre, la proximité des grilles de soufflage nécessite l'utilisation de diffuseurs hémicylindriques pour garantir les faibles vitesses dans les zones d'intérêt.

Nous notons de légères accélérations entre certains équipements. Les vitesses restent cependant contenues sous les 15cms/s entre les laser-trackers et les points de mesures.