

**CERN**  
CH-1211 GENEVE 23  
**SUISSE**  
A l'attention de M. Arturo Tauro

Tel : 00 41 22 76 76 111  
Fax : 00 41 22 76 76 76 555  
E-mail : Arturo.Tauro@cern.ch

**ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE  
D'UN DATA CENTER**

Campagne de Mesures Acoustiques site STULZ Madrid

02	30/03/2018	Modifications suite réunion du 29/03/2018	F.SEINCE 	C.MILLARD 
01	29/03/2018	Première émission	F.SEINCE	C.MILLARD
Ind	Date	Objet	Rédacteur	Vérificateur
<b>REVISIONS DU DOCUMENT: CVI06386_AINDU_CMI_RA</b>				

## SOMMAIRE

---

<b>1. OBJET .....</b>	<b>3</b>
<b>2. LEXIQUE ACOUSTIQUE.....</b>	<b>4</b>
<b>3. RÉGLEMENTATION.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1. ARRETE DU 23 JANVIER 1997 .....</b>	<b>5</b>
<b>4. CAMPAGNE DE MESURES DATA CENTER .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1. INTERVENANTS.....</b>	<b>7</b>
<b>4.2. MATERIEL UTILISE .....</b>	<b>7</b>
<b>4.3. BANC D'ESSAI .....</b>	<b>7</b>
<b>4.4. RESULTATS .....</b>	<b>8</b>
<b>5. SIMULATION ACOUSTIQUE – POINT 2 (SITE ALICE) .....</b>	<b>10</b>
<b>5.1. INTERVENANTS.....</b>	<b>10</b>
<b>5.2. MATERIEL UTILISE .....</b>	<b>10</b>
<b>5.3. HYPOTHESES .....</b>	<b>10</b>
<b>5.4. SIMULATION SUR LE SITE « ALICE - POINT 2 » .....</b>	<b>14</b>
5.4.1. Localisation des points récepteurs.....	14
5.4.2. Présentation des nouveaux équipements .....	15
5.4.3. Résultats.....	17
<b>6. CONCLUSION .....</b>	<b>17</b>

## 1. OBJET

Le CERN veut implanter un data center sur son site de :

- LHC Point 2

Ce rapport concerne une étude d'impact acoustique visant à :

- Mesurer les niveaux sonores générés par le data center sur le site STULZ à Madrid
- Vérifier que les niveaux sonores en limite de propriété et chez les riverains soient conformes aux objectifs fixés.

Le data center a été modélisé sur le site Alice – Point 2 :



## 2. LEXIQUE ACOUSTIQUE

Ci-dessous sont définis les indicateurs acoustiques qui sont utilisés dans ce rapport.

- **Bruit ambiant** : Bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches ou éloignées.
- **Bruit particulier** : Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et que l'on désire distinguer du bruit ambiant notamment parce qu'il est l'objet d'une requête.
- **Bruit résiduel** : Bruit ambiant, en l'absence du bruit particulier, objet de la requête considérée.
- **Émergence** : Modification temporelle du niveau de bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier. Cette modification porte sur le niveau global ou sur le niveau mesuré dans une bande quelconque de fréquence.
- **Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A,  $L_{Aeq}$**  : Valeur du niveau de pression acoustique pondéré A d'un son stable qui, au cours d'une période spécifique, a la même pression quadratique moyenne qu'un son considéré dont le niveau varie en fonction du temps.
- **Niveau acoustique fractile,  $L_{AN}$**  : Niveau de pression acoustique pondéré A qui est dépassé pendant N% de l'intervalle de temps considéré. Par exemple  $L_{A90}$  est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A dépassé pendant 90% de l'intervalle de mesurage.
- **Tonalité marquée** : La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence de niveau entre la bande de tiers d'octave et les quatre bandes de tiers d'octave les plus proches (les deux bandes immédiatement inférieures et les deux bandes immédiatement supérieures) atteint ou dépasse les niveaux indiqués dans le tableau ci-après pour la bande considérée :

Cette analyse se fera à partir d'une acquisition minimale de 10 s		
50 Hz à 315 Hz	400 Hz à 1250 Hz	1600 Hz à 8000 Hz
10 dB	5 dB	5 dB

Les bandes sont définies par fréquence centrale de tiers d'octave.

### 3. RÉGLEMENTATION

#### 3.1. ARRÊTÉ DU 23 JANVIER 1997

Les zones à émergence réglementée (ZER) concernent :

- l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existant à la date de l'arrêté d'autorisation de l'installation et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse);
- les zones constructibles définies par des documents d'urbanisme opposables aux tiers et publiés à la date de l'arrêté d'autorisation;
- l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont été implantés après la date de l'arrêté d'autorisation dans les zones constructibles définies ci-dessus et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse), à l'exclusion de celles des immeubles implantés dans les zones destinées à recevoir des activités artisanales ou industrielles.

Les zones à émergence réglementée ne concernent pas la limite de propriété du site si cette dernière ne rentre pas dans les critères précédents.

L'arrêté préfectoral d'autorisation fixe, pour chacune des périodes de la journée (diurne et nocturne), les niveaux de bruit à ne pas dépasser en limite de propriété de l'établissement. Ces niveaux sont déterminés de manière à assurer le respect des valeurs d'émergence admissibles. Les valeurs fixées par l'arrêté d'autorisation ne peuvent excéder **70 dB(A)** pour la période de **jour** et **60 dB(A)** pour la période de **nuit**, sauf si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

#### Arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement

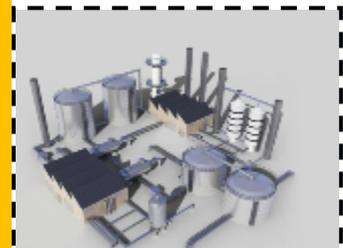


Zones à émergence réglementée (ZER)

Niveau de bruit ambiant existant en ZER (incluant le bruit de l'établissement)	Emergence admissible entre 7h et 22h sauf dimanches et jours fériés	Emergence admissible entre 22h et 7h ainsi que dimanches et jours fériés
> 35 dB(A) et ≤ 45 dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
> 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

**Emergence = Niveau de bruit ambiant – Niveau de bruit résiduel**  
 Niveau de bruit ambiant : installations industrielles en fonctionnement  
 Niveau de bruit résiduel : installations industrielles à l'arrêt

#### Valeurs maximales de niveau de bruit ambiant en limite de propriété



Niveau < 70 dB(A) de jour  
 Niveau < 60 dB(A) de nuit  
 (Sauf si le niveau de bruit résiduel dépasse ces valeurs)

Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement est à tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe du présent arrêté, de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne peut excéder 30 % de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne ou nocturne définies dans le tableau page précédente.

## 4. CAMPAGNE DE MESURES DATA CENTER

### 4.1. INTERVENANTS

La personne ayant réalisée les mesures le 19/03/2018 à MADRID est :

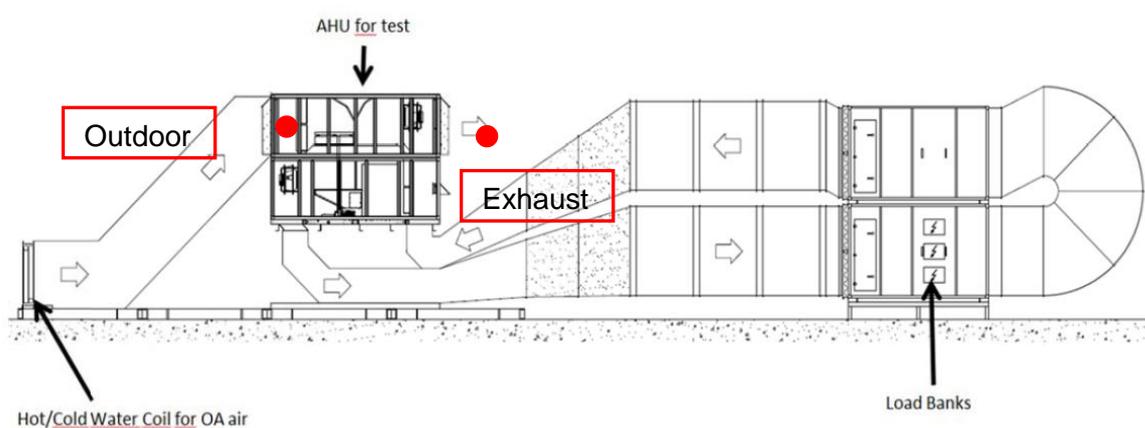
- Claude MILLARD de la société dBVib Consulting.

### 4.2. MATÉRIEL UTILISÉ

Le tableau ci-dessous présente le matériel utilisé pour réaliser les mesures de bruit.

Identification	Marque/type/classe	N° de série	Date limite de conformité
ACOU SONO 04	dBVib / SONATE+/ Classe 1	12020006	14 mai 2018
ACOU SONO 05	dBVib / SONATE+/ Classe 1	12100001	19 avril 2018
ACOU CAL 01	dBVib / CAL 300	13020015	17 octobre 2018

### 4.3. BANC D'ESSAI



● Points de mesure

#### 4.4. RESULTATS

Le local dans lesquelles les mesures ont été réalisées fait environ 15000m<sup>3</sup>, l'influence du champ réverbéré par rapport au champ libre (1m) sera faible.

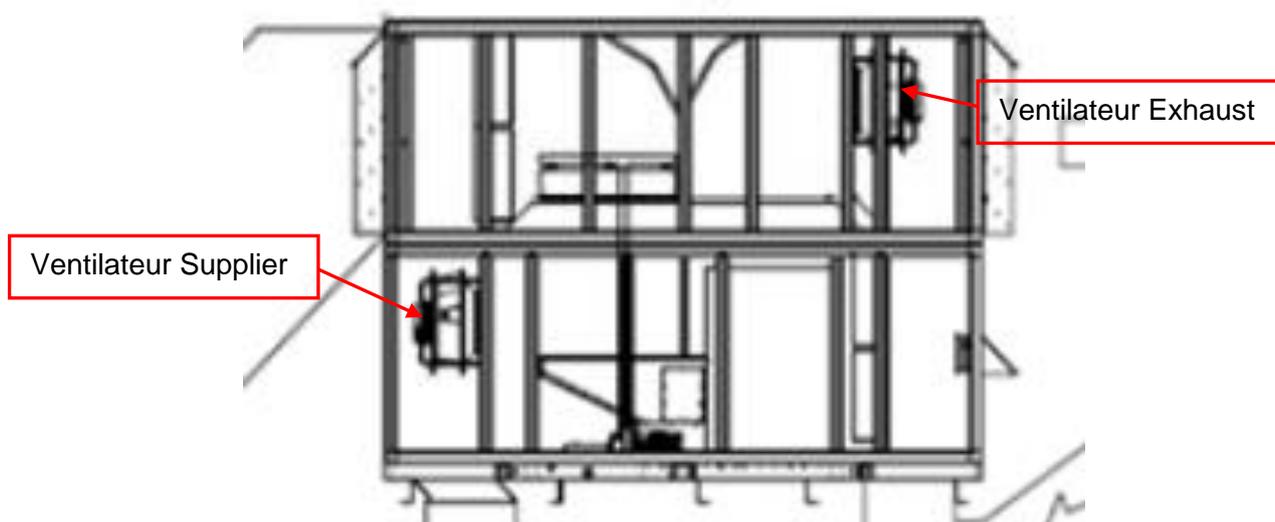
Les mesures à l'Exhaust ont pu être réalisées à 1m de la sortie d'air.

Pour le coté Outdoor, nous avons réalisées les mesures dans la CTA juste avant la grille.

		Ventilateur exhaust	Ventilateur supplier	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz	A
S005	Exhaust 1m hors flux	72%	72%	68,9	61,3	49,8	47,6	47,9	46,8	56,2	61,2	36,4	33,4	31,3	63,4 dB(A)
S007	Exhaust 1m hors flux	72%	72%	72,2	69,7	69,6	70,6	68,9	57,8	51,9	46,1	39,6	36,7	35,7	62,7 dB(A)
S008	Exhaust 1m flux	72%	72%	83,0	78,1	71,3	70,7	65,3	57,5	51,7	46,0	39,8	36,9	36,0	61,1 dB(A)
S009	Exhaust 0,5m flux	72%	72%	88,1	86,7	80,7	74,4	64,7	58,1	53,2	48,5	45,0	45,9	48,6	63,3 dB(A)
S010	Exhaust 1m	0%	0%	63,9	67,3	62,9	67,4	63,6	54,9	47,2	42,7	35,0	28,9	21,1	58,4 dB(A)
S011	Exhaust 1m	0%	72%	78,4	71,2	69,5	69,5	59,8	54,6	50,8	44,8	39,1	37,0	36,9	58,4 dB(A)
S012-1	Outdoor CTA	72%	72%	78,2	77,0	72,5	81,6	70,6	64,3	62,6	56,2	53,6	38,0	27,3	69,6 dB(A)
S012-2	Outdoor CTA	72%	0%	80,1	75,7	68,0	66,1	62,1	57,2	54,1	54,5	55,9	32,9	18,8	62,3 dB(A)
S014	Exhaust 1m	100%	72%	85,1	79,4	73,5	73,9	65,7	60,9	57,9	52,6	47,3	42,6	41,5	64,3 dB(A)
S015	Exhaust 1m	90%	72%	72,5	74,5	72,4	73,3	64,8	60,3	57,9	51,7	45,9	41,9	40,1	63,8 dB(A)
S016	Exhaust 1m	80%	72%	75,2	73,0	70,8	72,2	62,9	57,9	54,9	48,8	42,9	39,5	38,7	61,6 dB(A)

Deux types de fonctionnement ont pu être testés :

- 72% pour les 2 ventilateurs (Practical mode)
- 100% pour le ventilateur Exhaust (Full mode)



A partir des mesures réalisées nous avons recalculés les niveaux de puissance du data center.

Pour l'exhaust, nous sommes partis du niveau mesuré à 1m (S008 et S014), nous avons retranché le bruit de fond et calculé le niveau de puissance qui génère ce niveau à 1m. (la part de la réverbération est très faible de l'ordre du centième de dB donc négligeable sur les niveaux mesurés temps de réverbération maxi mesuré d'environ 4s).

Concernant cette source, l'incertitude va porter sur la réverbération apporté par la gaine du banc de test face au point de mesure à 1m (maxi +3 dB). Pour les calculs en limite de propriété, nous prendrons les valeurs les plus défavorables (avec cette réflexion).

Pour l'outdoor, nous sommes partis du niveau de pression dans la CTA, nous avons calculé le niveau d'intensité arrivant sur la grille (-6dB pour passer du champ réverbéré au champ libre), connaissant la surface de la grille (3,2 m<sup>2</sup>), on peut obtenir le niveau de puissance.

Ci-après les puissances acoustiques calculées à partir des niveaux mesurés :

	Ventilateur exhaust	Ventilateur supplier	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz	A
Exhaust Lw	72%	72%	91,1	85,9	78,8	76,1	68,4	62,1	58,0	51,3	46,2	44,3	43,9	65,8 dB(A)
Exhaust Lw	100%	72%	93,2	87,2	81,2	80,9	69,6	67,7	65,6	60,3	55,2	50,6	49,6	71,1 dB(A)
Outdoor Lw	72%	72%	72,2	76,0	71,5	80,7	69,7	63,3	61,6	55,3	52,6	37,1	26,4	68,7 dB(A)

Les mesures réalisées à l'exhaust nous montrent que les valeurs à 72 % et 80% sont du même ordre.

Nous retiendrons les valeurs mesurés à 72% pour le « Practical mode » et 100% pour le « Full mode » sur le site.

## 5. SIMULATION ACOUSTIQUE – POINT 2 (SITE ALICE)

### 5.1. INTERVENANTS

La personne ayant réalisée les calculs le 28/03/2018 est :

- Fabien SEINCE de la société dBVib Consulting.

### 5.2. MATÉRIEL UTILISÉ

Identification	Marque
IMMI 2016 [413]	WÖLFEL

### 5.3. HYPOTHÈSES

Pour l'étude d'impact précédente, nous avons utilisé les données constructeur fournies par le CERN. Les tableaux ci-dessous nous donnent les niveaux de puissances acoustiques fournis par le fournisseur :

#### Exhaust Sound level (Pressure Side)

With a 600mm Silencer (included the attenuation of the internal casing with perforated metal sheet skin), fan running at 80% of fan speed:

f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Sum dB(A)
Lw (dB)	59	68	64	49	43	31	34	40	58

With a 600mm Silencer (included the attenuation of the internal casing with perforated metal sheet skin), fan running at 100% of fan speed:

f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Sum dB(A)
Lw (dB)	63	68	73	56	45	35	33	36	65

#### Outdoor Sound Level (Suction Side)

Without Silencer (included the attenuation of the internal casing with perforated metal sheet skin + filters), fan running at 80% of fan speed:

f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Sum dB(A)
Lw (dB)	61	70	70	68	59	47	40	35	67

Suite à la campagne de mesure, les niveaux de puissances acoustiques réels des équipements dans le but d'estimer l'impact sonore sur l'environnement ont été pris en compte.

### Exhaust Sound level (Pressure Side)

With a 600mm Silencer (included the attenuation of the internal casing with perforated metal sheet skin), fan running at 72% of fan speed:

f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Sum dB(A)
<b>Lw (dB)</b>	78.8	76.1	68.4	62.1	58.0	51.3	46.2	44.3	65.8

With a 600mm Silencer (included the attenuation of the internal casing with perforated metal sheet skin), fan running at 100% of fan speed:

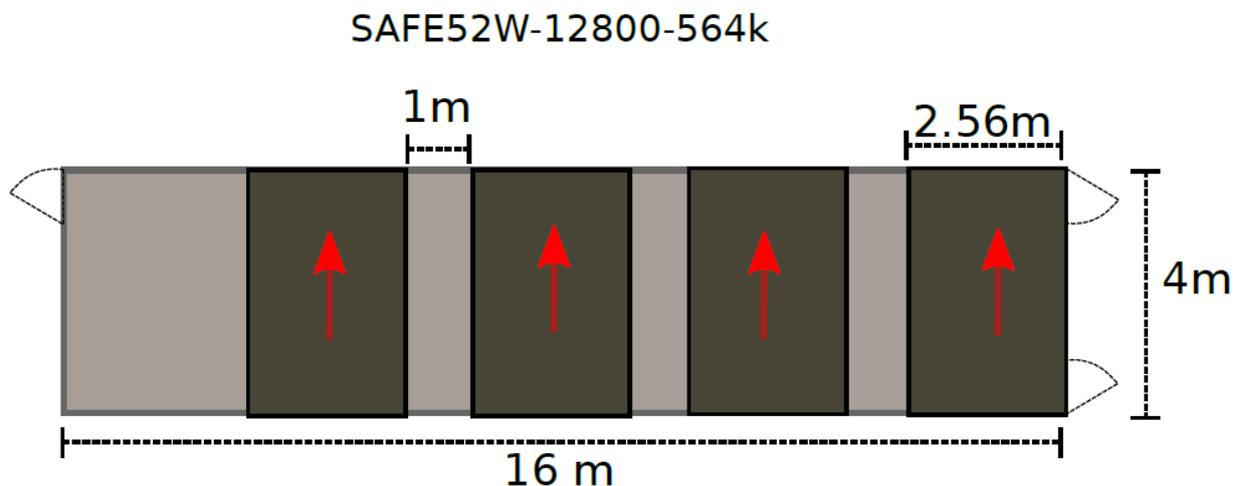
f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Sum dB(A)
<b>Lw (dB)</b>	81.2	80.9	69.6	67.7	65.6	60.3	55.2	50.6	71.1

### Outdoor Sound Level (Suction Side)

Without Silencer (included the attenuation of the internal casing with perforated metal sheet skin + filters), fan running at 72% of fan speed:

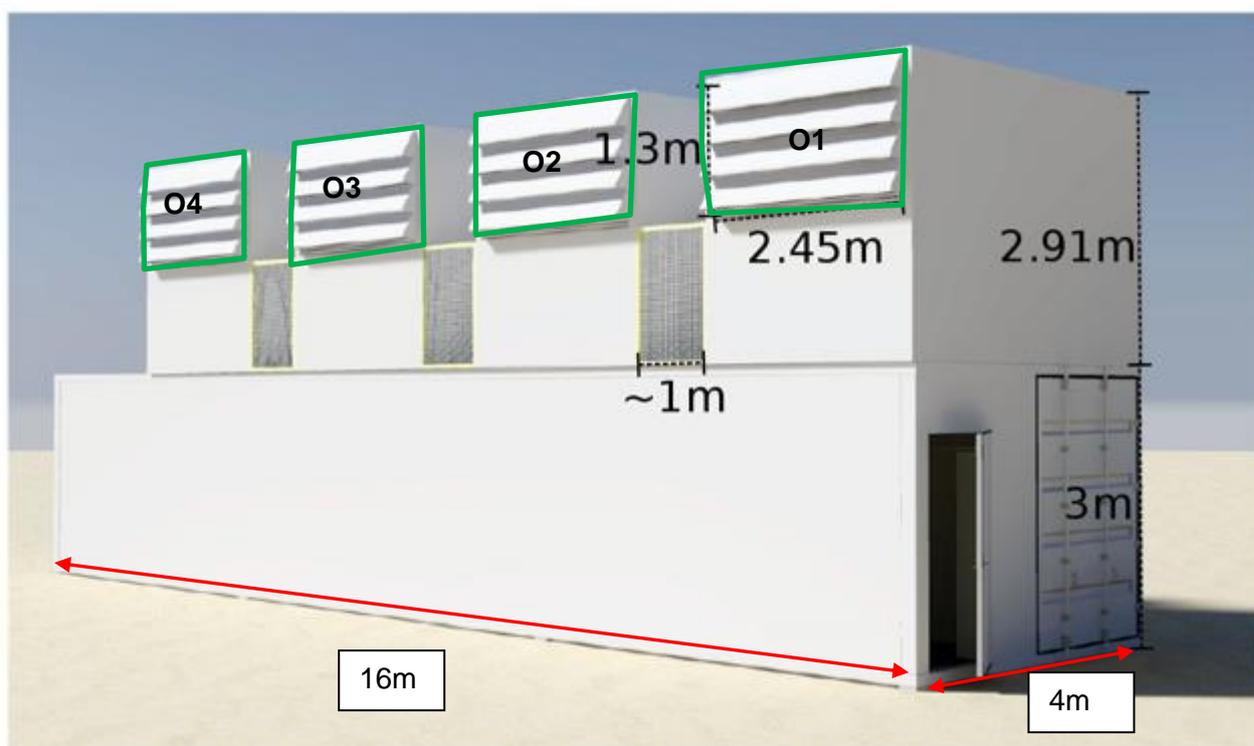
f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Sum dB(A)
<b>Lw (dB)</b>	71.5	80.7	69.7	63.3	61.6	55.3	52.6	37.1	68.7

Les dimensions du module sont les suivantes :



Les niveaux de puissance acoustique sont affectés aux ouvertures du module (entrée et sortie d'air) représentée par 2 sources surfaciques situées en partie supérieure du module.

La figure ci-dessous présentent les dimensions des ouvertures utilisées dans la simulation comme sources de bruit du data center.



**Figure 1 : Vue 3D du module data center**



## 5.4. SIMULATION SUR LE SITE « ALICE - POINT 2 »

### 5.4.1. Localisation des points récepteurs

La figure ci-dessous présente les positions des points récepteurs utilisés dans la simulation comme points de référence.

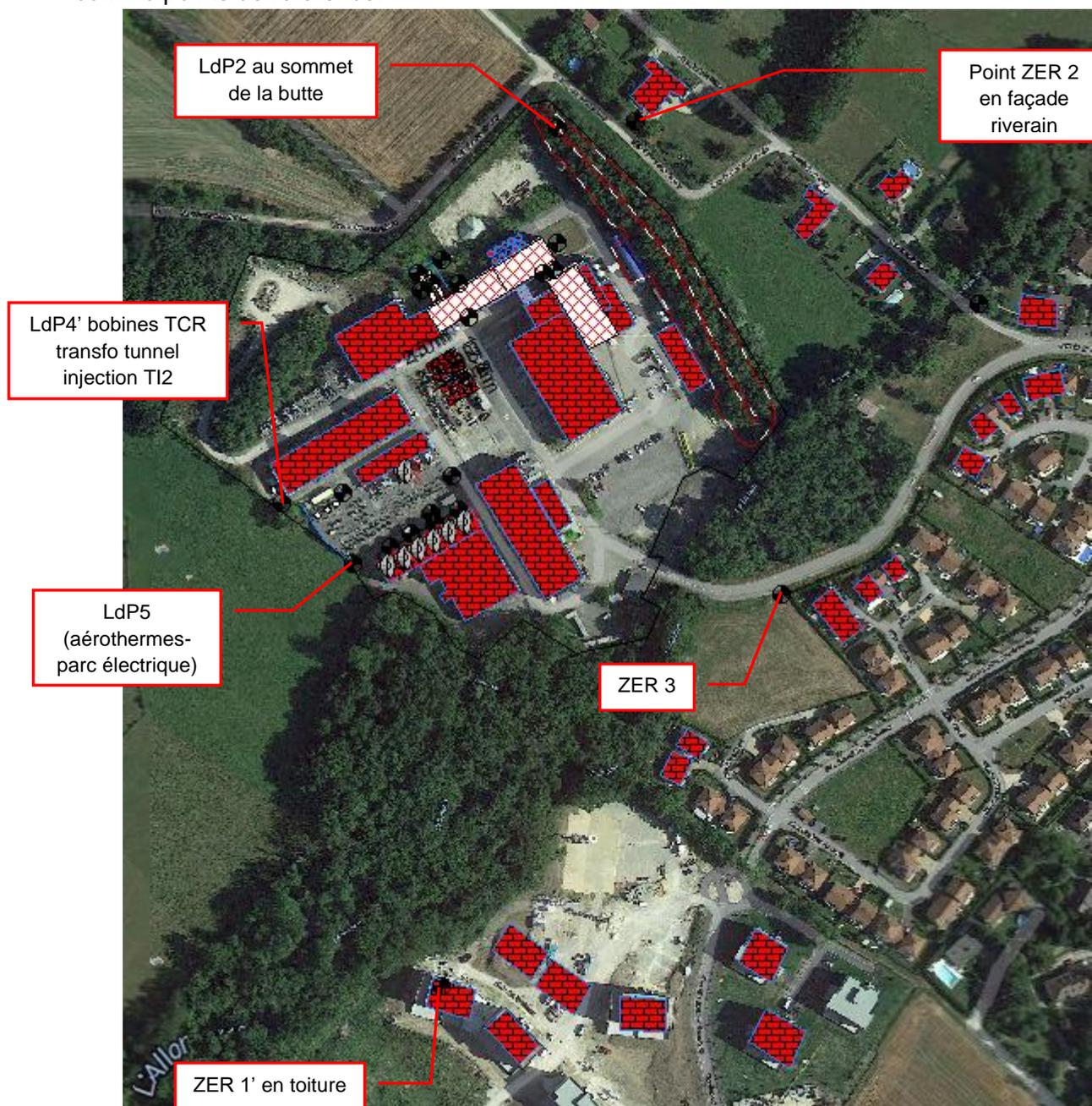


Figure 3 : Emplacement des points récepteurs

Les calculs ont été réalisés en 6 points en façade des bâtiments pour les riverains les plus proches ainsi qu'en limite de propriété du site. La hauteur des points de calcul est de 1.5m, sauf pour ZER1 pris en toiture de l'habitation, soit 18.5m de haut.

#### 5.4.2. Présentation des nouveaux équipements

Les vues ci-dessous permettent de visualiser l'emplacement des quatre modules du data center sur le site « Alice – Point 2 » :

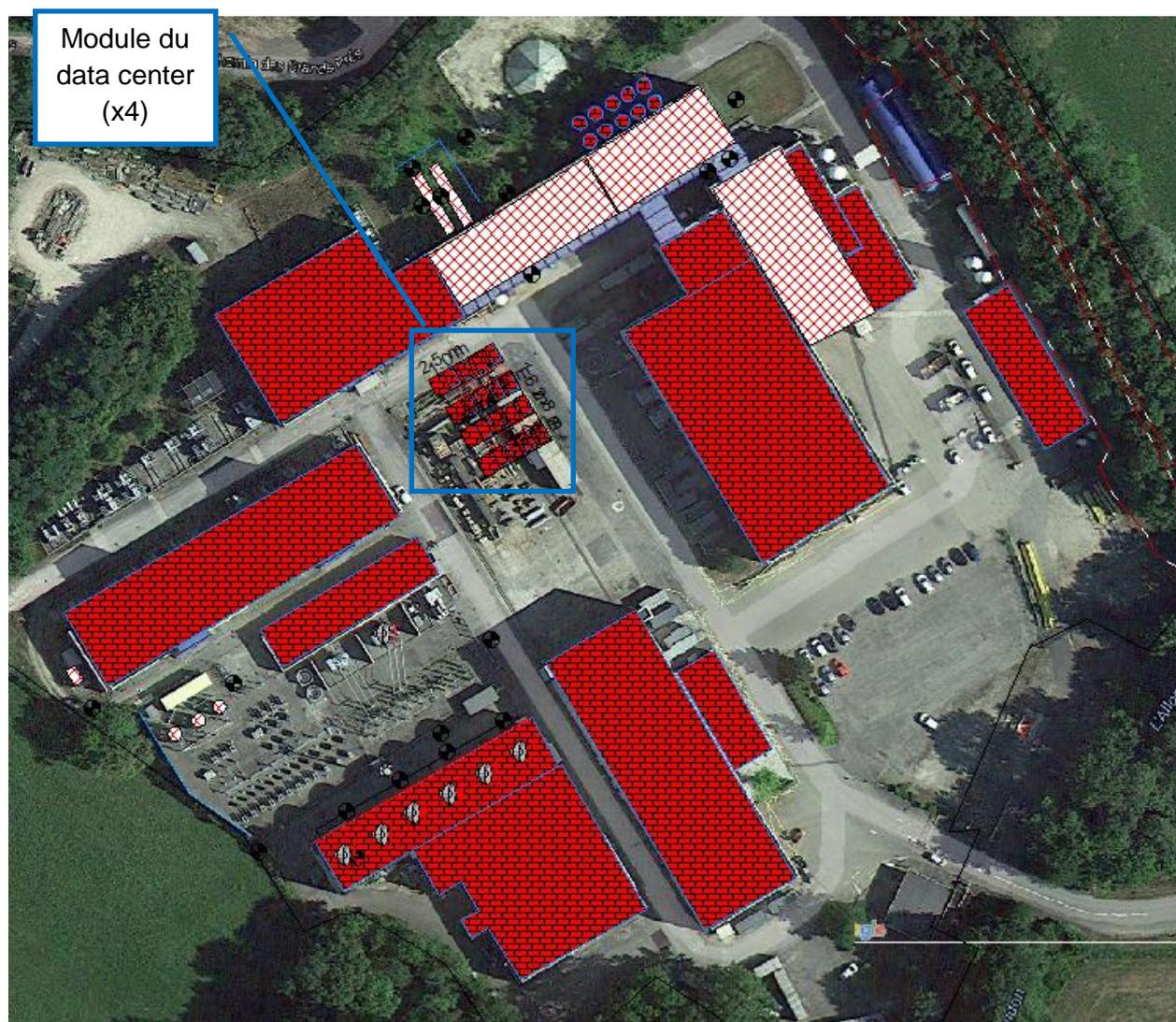


Figure 4 : Vue du Sud-est en 2D de l'emplacement des modules du data center

Ci-dessous des vues 3D de la simulation, les carrés rouge en partie supérieures des conteneurs correspondent aux grilles d'entrées et de sorties d'air :

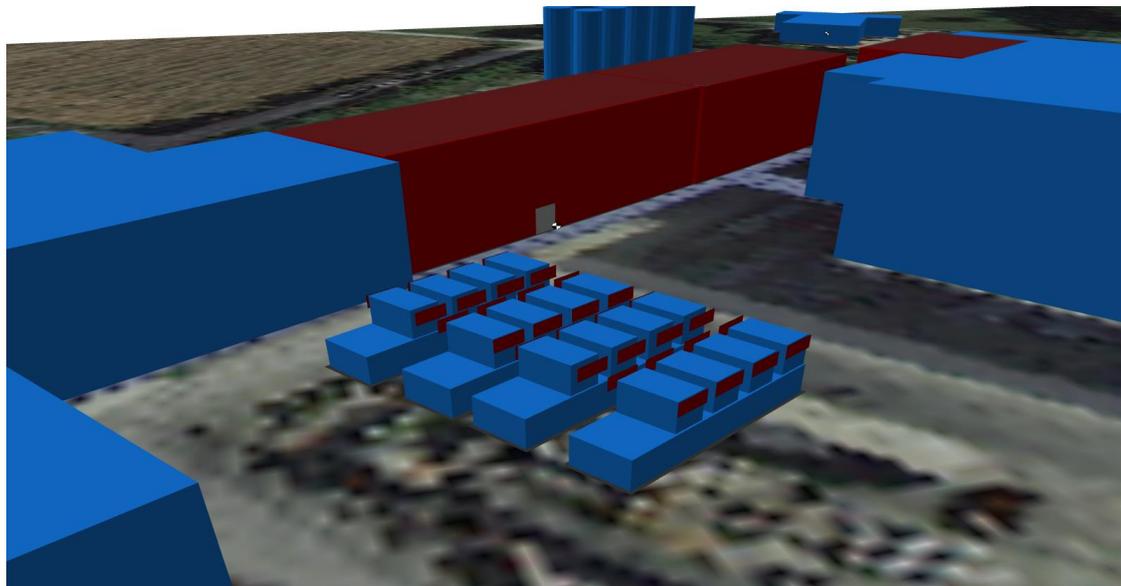


Figure 5 : Vue du Sud en 3D de l'emplacement du data center

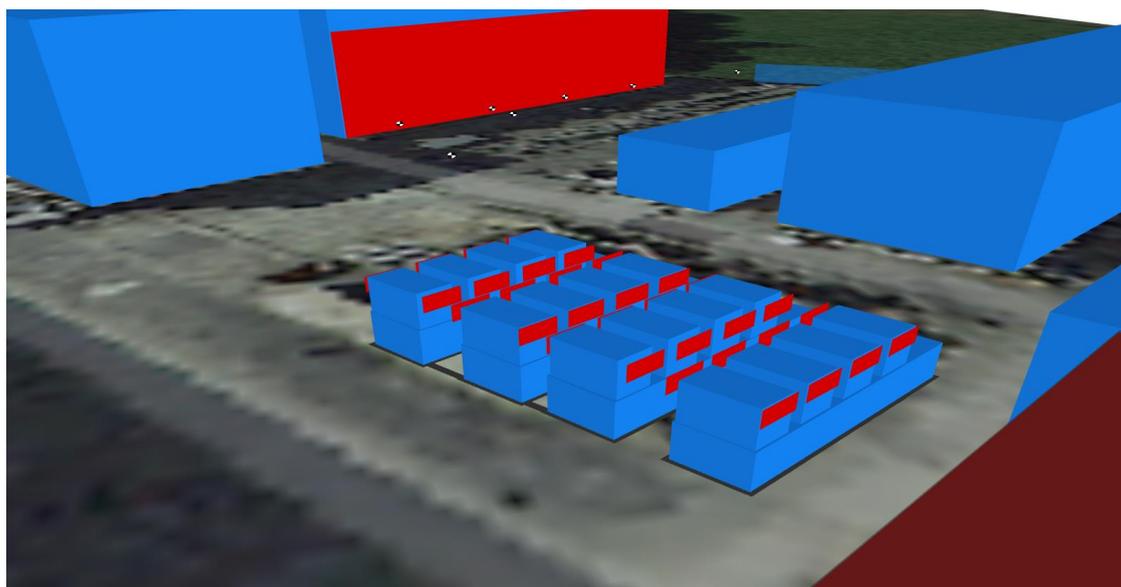


Figure 6 : Vue du Nord en 3D de l'emplacement du data center

### 5.4.3. Résultats

Le tableau ci-dessous présente la contribution (en dB(A)) de l'ensemble des 4 modules data center aux points récepteurs :

Point de calcul	ZER 1	ZER 2	ZER 3	LdP 2	LdP 4'	LdP 5
Data center datasheet : Exhaust 100% Outdoor 100%	13.1	19.8	26.2	15.5	30.1	32.4
Data center Mesure : Exhaust 72% Outdoor 72%	12.1	19.4	24.5	15.6	30.1	27.8
Data center Mesure : Exhaust 100% Outdoor 72%	14.1	22.0	26.4	17.6	31.8	29.1
Objectifs -10 dB(A) (sources CERN futures)	27.8	25.8	27.8	50.0	47.8	49.9

#### Simulation CVI06386\_AINDU\_CMI\_SI801

La première ligne correspond à la simulation avec le mode FULL Speed (données constructeur).

La deuxième ligne correspond à la simulation avec le mode PRACTICAL Speed (Valeurs mesurés)

La troisième ligne correspond à la simulation avec le mode FULL Speed uniquement coté exhaust (Valeurs mesurés) le 100% coté Outdoor n'a pas pu être recréé sur le site fournisseur.

**La contribution acoustique du module data center respecte les objectifs (objectif sources CERN – 10dB(A)).**

## 6. CONCLUSION

Malgré l'augmentation des niveaux de puissance par rapport aux données fournisseurs en global dBA comprises entre 6 et 8 dB pour l'exhaust (sans tenir compte de l'incertitude liée à la réverbération sur le site fournisseur de l'ordre de -3 dBA) et 1,5 dB pour l'outdoor **les niveaux en limite de propriété du site et chez les riverains sont inférieurs aux objectifs (-10 dB) pour un fonctionnement en « PRACTICAL mode » et en « FULL mode » pour l'exhaust.**