



RAPPORT D'ETUDE

Prestations n°22-22-60-00039/00040/01604-01-C-YSI

Etude d'impact acoustique pour l'implantation
de Data center
DATA CENTER de Marcoussis (91)

DC 11, 12, 14 à 23

AGENCE ALSACE
5 rue René Flory
68500 BERGHOLTZ
Tél. : +33 3 89 82 53 50
Fax : +33 3 83 56 04 08
Mail : contact@venathec.com
www.venathec.com

VENATHEC SAS au capital de 750 000 €
Société enregistrée au RCS Nancy B sous le numéro 423 893 296 - APE 7112B
N° TVA intracommunautaire FR 06 423 893 296

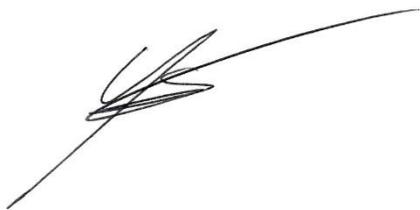


Référence du document : 22-22-60-00039/40/1604-01-C-YSI

| | |
|----------------------|--|
| Client | |
| Établissement | APL DATA4 FRANCE |
| Adresse | Route de Nozay - 91460 Marcoussis, France |
| Tél. | 06 60 42 33 81 |
| Interlocuteur | |
| Nom | M. ALLEGRE Maxime |
| Fonction | Ingénieur Travaux |
| Courriel | maxime.allegre@apl-datacenter.fr |
| Tél. | 06 60 42 33 81 |
| Diffusion | |
| Copie | x |
| Papier | |
| Informatique | 1 |
| Version | C |
| Date | 22/08/2022 |

Rédaction
Yann SIMON

Vérification
Mickael FAVRE-FELIX




SOMMAIRE

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | INTRODUCTION | 4 |
| 2. | PRESENTATION DU PROJET | 5 |
| 3. | CONTEXTE REGLEMENTAIRE, NORMATIF ET OBJECTIFS | 25 |
| 3.1 | Préambule | 25 |
| 3.2 | Réglementation | 25 |
| 3.3 | Normes | 25 |
| 3.4 | Description de la réglementation spécifique aux Installations Classées pour la Protection de L'Environnement | 26 |
| 3.5 | Niveaux de bruit dans les espaces tertiaires | 27 |
| 4. | ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT | 28 |
| 4.1 | Rappels des niveaux sonores résiduels relevés | 28 |
| 4.2 | Estimation de l'impact prévisionnel | 33 |
| 4.3 | Réduction de l'impact sonore | 50 |
| 5. | IMPACTS SONORES DANS LES ZONES TERTIAIRES | 57 |
| 5.1 | Localisation des zones concernées | 57 |
| 5.2 | Niveaux sonores dans les locaux bruyants | 59 |
| 5.3 | Estimation de l'isolement au bruit aérien entre les locaux | 60 |
| 6. | CONCLUSION | 71 |
| 7. | ANNEXE : HYPOTHESES DE NIVEAU SONORE | 72 |
| 8. | ANNEXE : NIVEAU SONORE DANS LES LOCAUX | 78 |
| 9. | GLOSSAIRE | 80 |

1. INTRODUCTION

Dans le cadre de l'implantation des Data center DC11, 12, 14 à DC23 au sein du site DATA4 à Marcoussis (91), APL a sollicité le bureau d'études acoustiques VENATHEC afin de réaliser une étude d'impact acoustique.

L'objet de cette étude est d'évaluer l'impact acoustique du site et de ses installations auprès du voisinage proche, de le comparer aux exigences réglementaires applicables et en cas de dépassements, proposer des solutions de réduction de l'impact acoustique.

De plus pour les bâtiments accueillant une zone tertiaire, il est souhaité que le bruit des installations soit maîtrisé dans ces espaces. Une analyse du bruit se propageant à l'intérieur des locaux sera menée, uniquement pour les DC 19 et 20 comme souhaité par le client.

Ce rapport comporte les éléments suivants :

- Présentation du projet et identification des zones sensibles ;
- Contexte réglementaire ;
- Caractérisation de l'état initial acoustique (rappel des mesures faites dans le cadre d'une autre prestation) ;
- Caractérisation de l'état futur acoustique (simulation) ;
- Préconisations acoustiques (le cas échéant).

L'étude s'appuie sur les différents documents fournis par les sociétés APL et IMOGIS, notamment :

- La fiche technique des sources de bruits (groupes électrogènes, groupes de production de froid, recycleurs d'air, transformateurs etc..) ;
- Les plans Permis de Construire des différents DC ;
- Les plans d'implantation des Groupes froids ;
- Les scénarios de fonctionnement des différents équipements.

La campagne de mesure acoustique des niveaux sonores résiduels a été réalisée dans le cadre de la prestation « 22-21-60-01604-01-A-JDO-Contrôle acoustique réglementaire ICPE du site Data4 à Marcoussis (91) » réalisée par VENATHEC en janvier 2022.

Les différentes terminologies employées dans ce rapport sont rassemblées dans le glossaire en annexe.

Pour les besoins du rapport, les acronymes suivants seront couramment employés dans ce document :

- GE : Groupe électrogène
- GF : Groupe Froid
- GF Data / GF IT : Groupes froids associés aux salles serveurs
- GF Tech : Groupes froids associés aux équipements et locaux techniques autres que salles serveurs
- DC : Data center

Il est à noter que ce document ne concerne que les bâtiments DC11, 12, 14 à DC23. L'impact acoustique global du site DATA4 n'est pas abordé par ce document. Afin de maîtriser l'impact acoustique, une approche globale est à mener (existant DC 1 à 10).

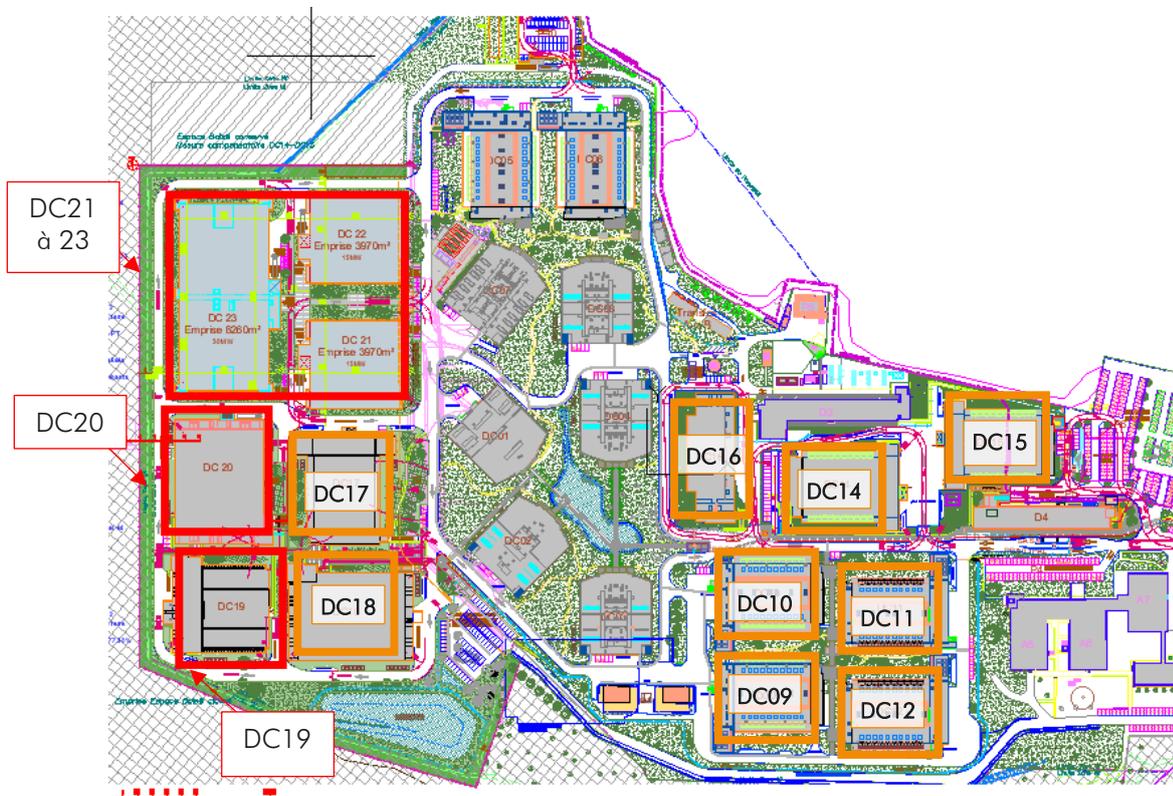
2. PRESENTATION DU PROJET

Les futurs bâtiments Data Center seront sur le site DATA4 de Marcoussis, route de NOZAY comprenant déjà 18 bâtiments en fonctionnement ou en cours de travaux



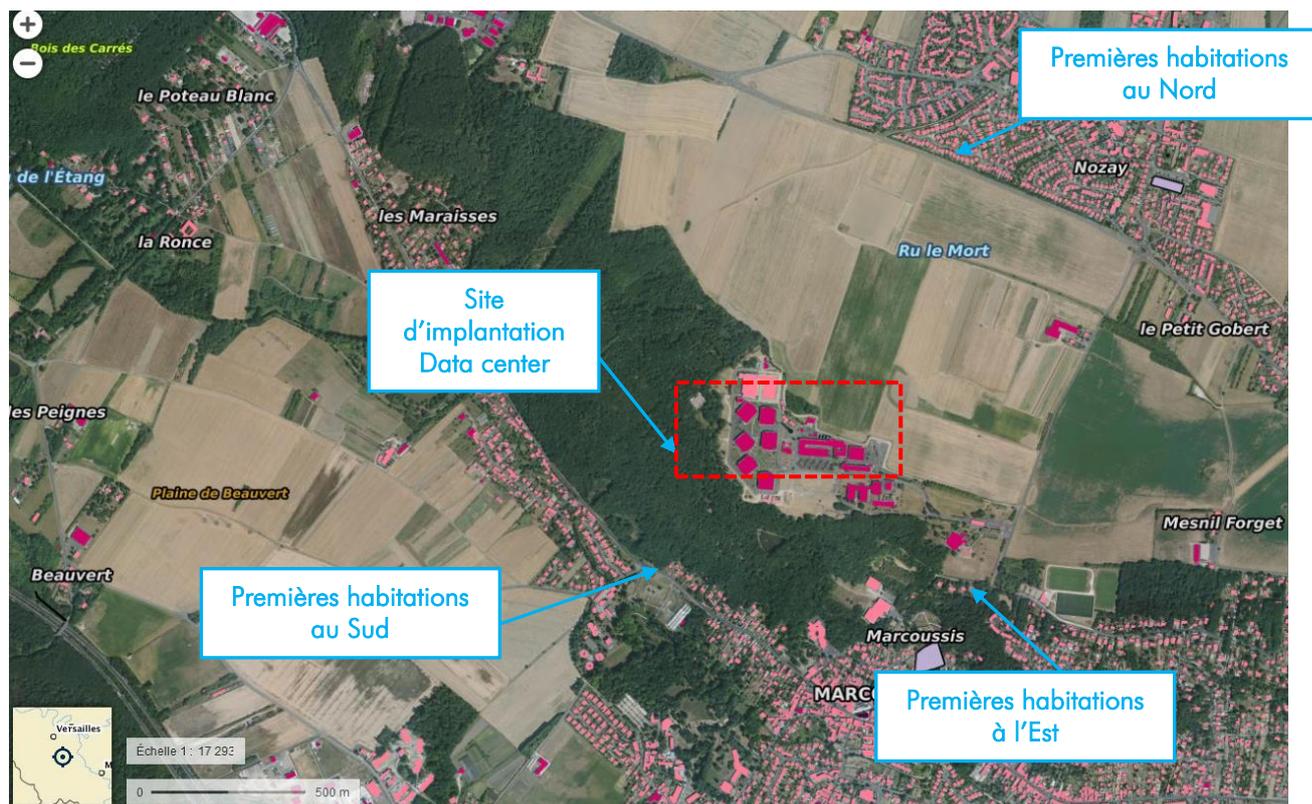
Vue 3D du site

La figure suivante localise les bâtiments DC11, 12, 14 à 23 au sein du site DATA4 :



Localisation des bâtiments

Les premières habitations sont situées à environ 400 m au sud du site, 600 m à l'est et 1 km au Nord.



Localisation du projet et des logements les plus proches

Les projets accueilleront notamment :

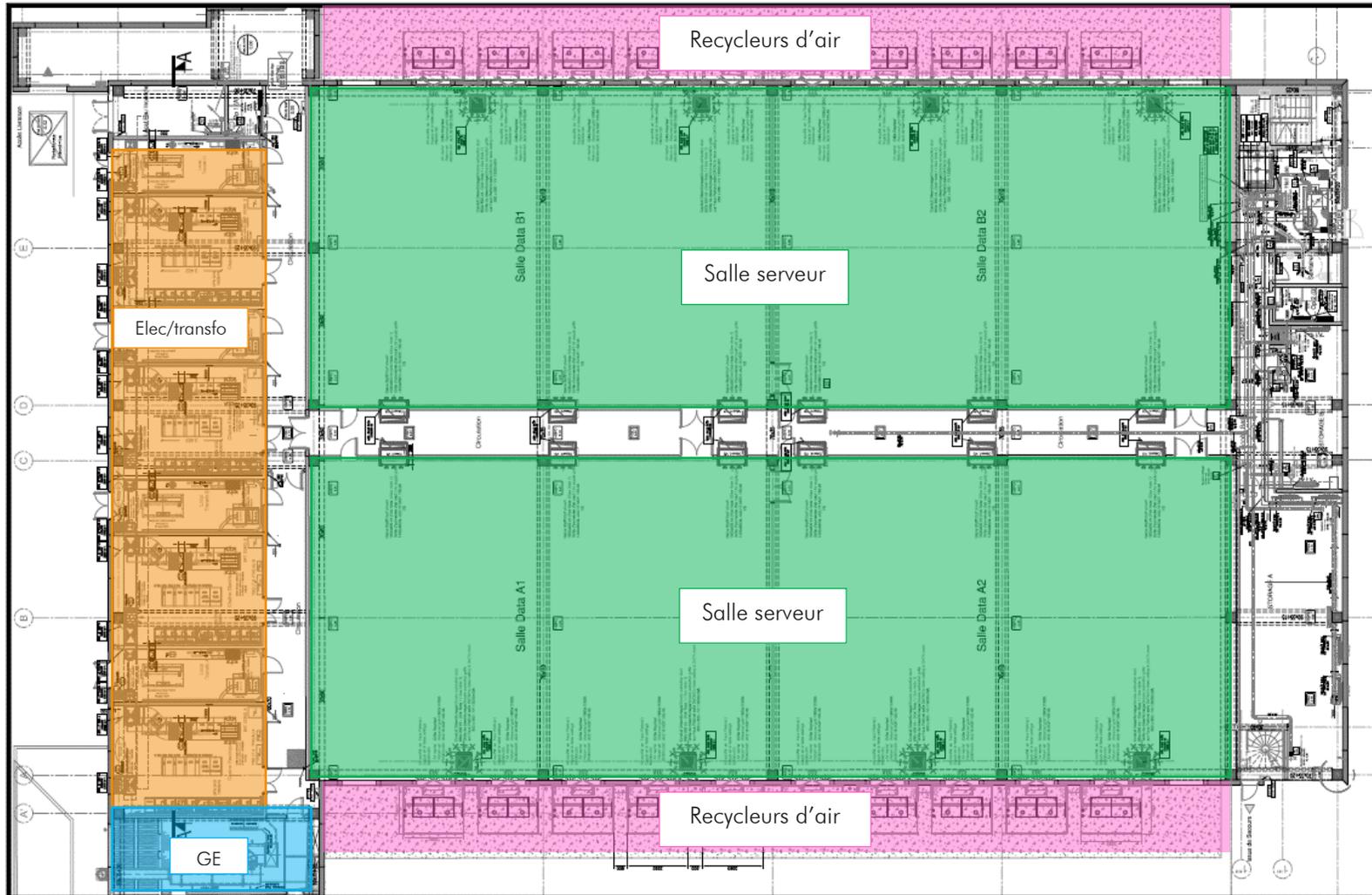
- Des salles IT avec les différents serveurs et leur armoires de rafraîchissement
- Des groupes électrogènes
- Des groupes de production de froid
- Des équipements électrique type transformateur
- Des recycleurs d'air
- Des zones tertiaires (analyse pour les DC19 et 20)

Les figures suivantes détaillent les locaux et sources de bruits potentielles associées :

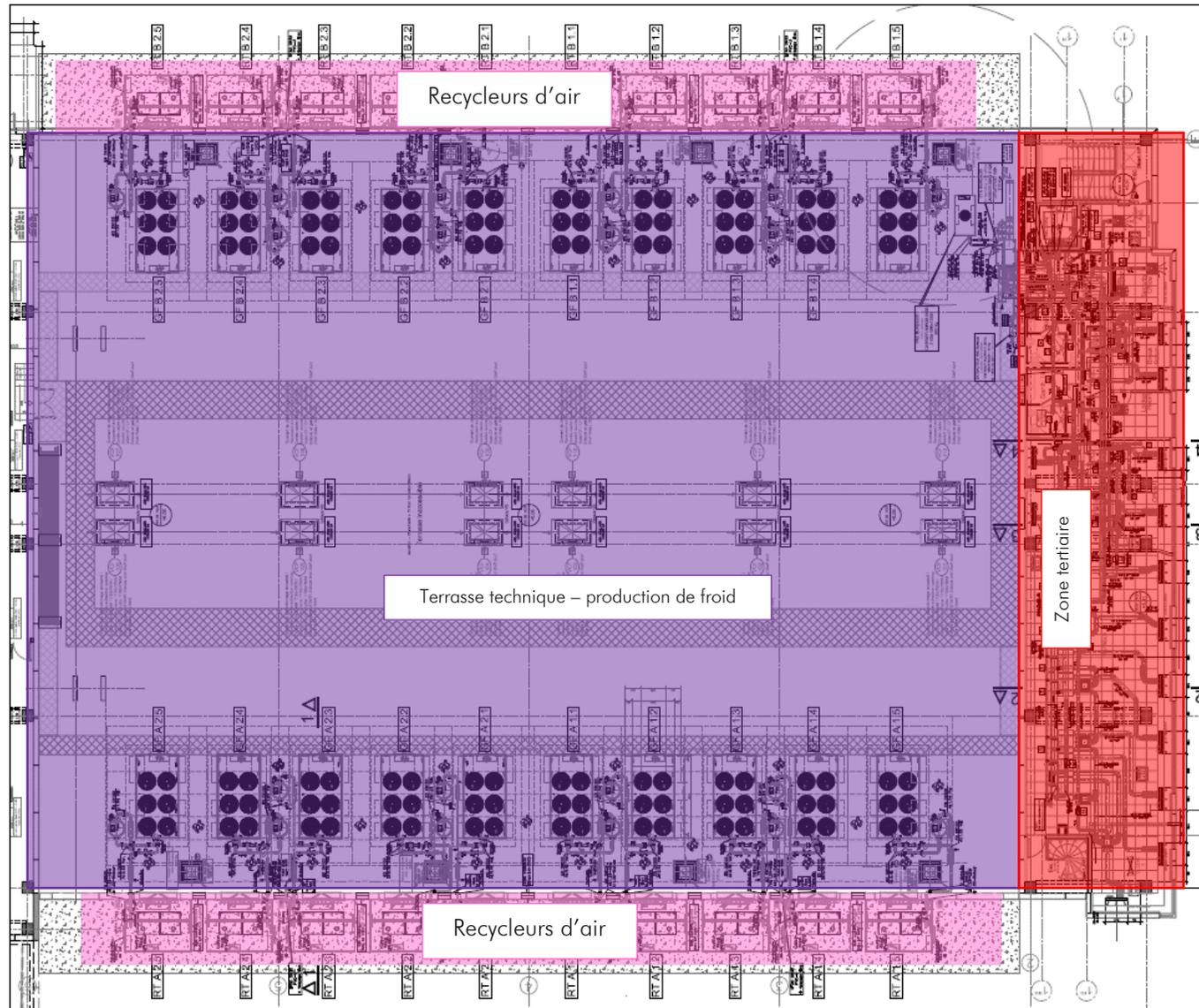
- | | |
|--------|--------|
| • DC11 | • DC19 |
| • DC14 | • DC20 |
| • DC15 | • DC21 |
| • DC16 | • DC22 |
| • DC17 | • DC23 |
| • DC18 | |

A noter que le bâtiment DC20 est de conception identique au DC18.

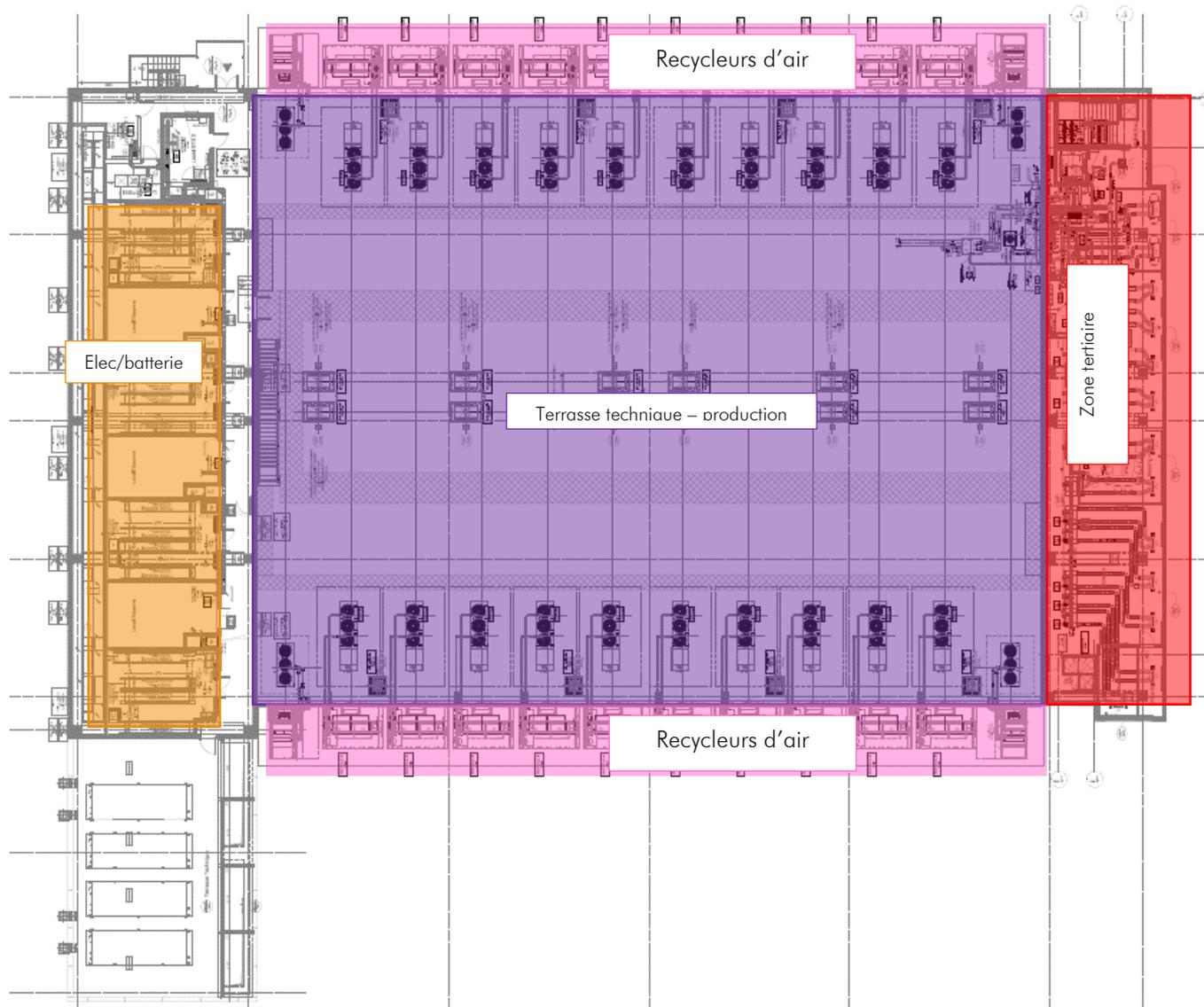
Attention les plans suivants sont en majorités issus des dossiers de permis de construire, ils ne reflètent pas l'implantation finale des équipements techniques. Ils permettent une bonne appréciation de l'organisation des locaux.



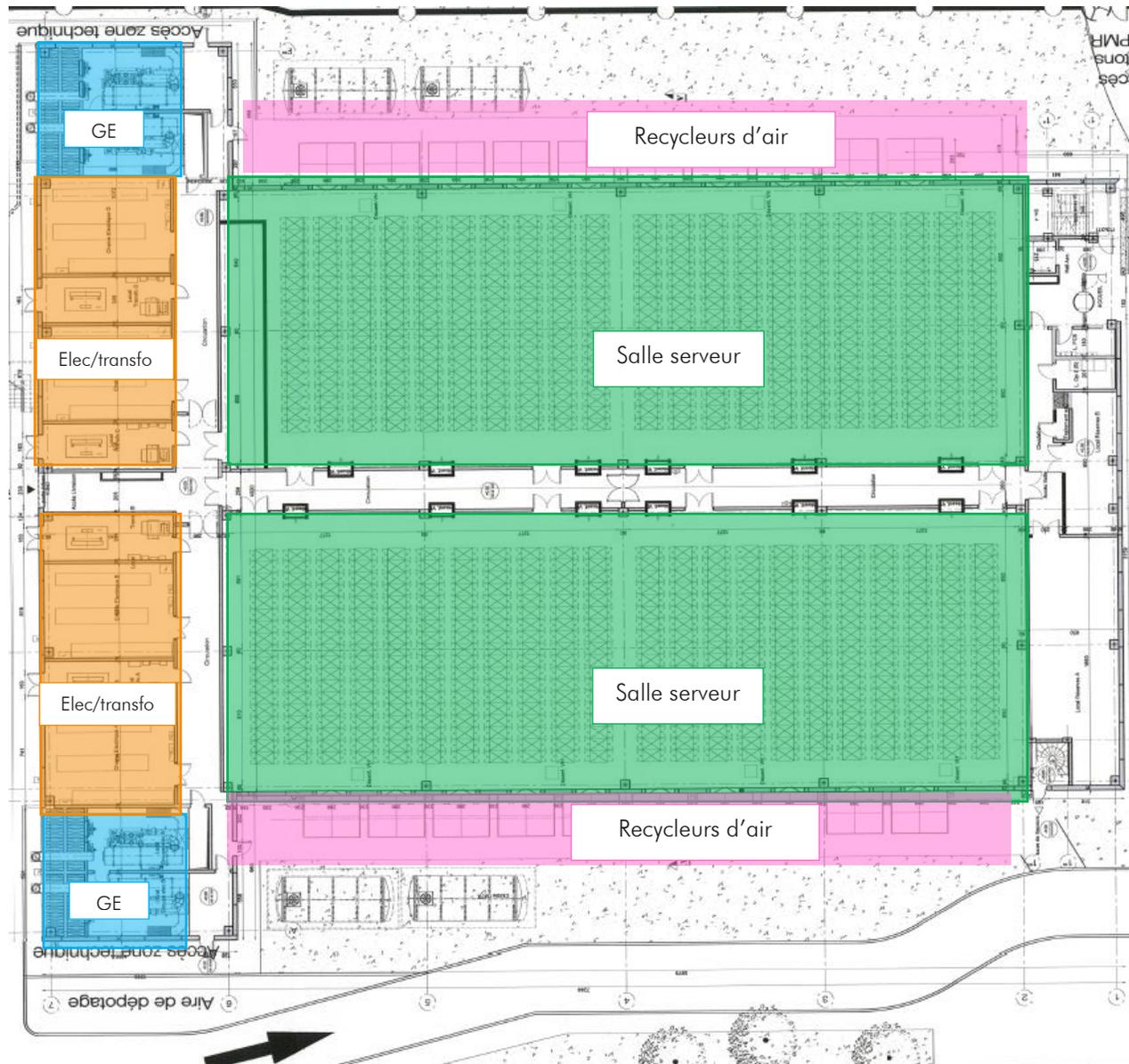
Aperçu du plan du RdC Data center (plan DOE CVC du 09/04/2021) DC11



Aperçu du plan du R+1 Data center (plan DOE CVC du 09/04/2021) DC11



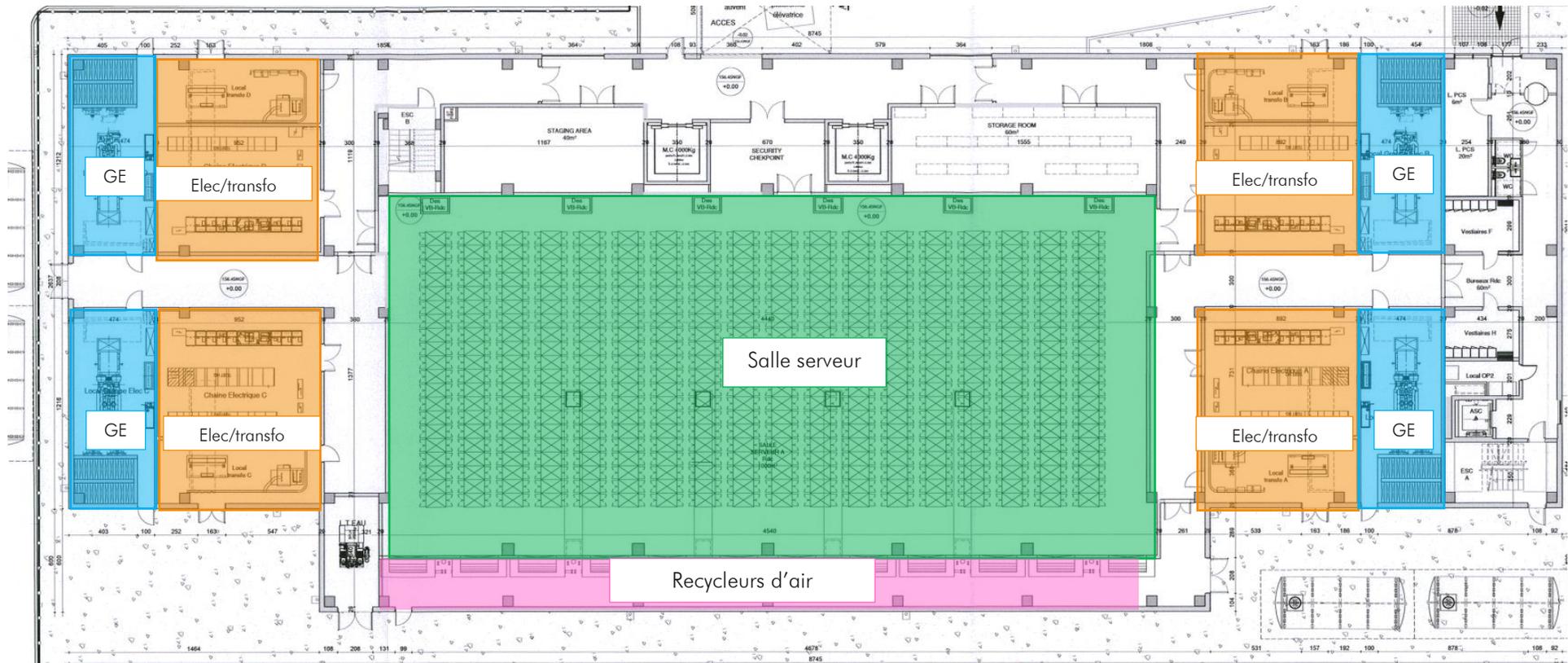
Aperçu du plan du R+1 Data center (plan DOE CVC du 01/10/2020) DC12



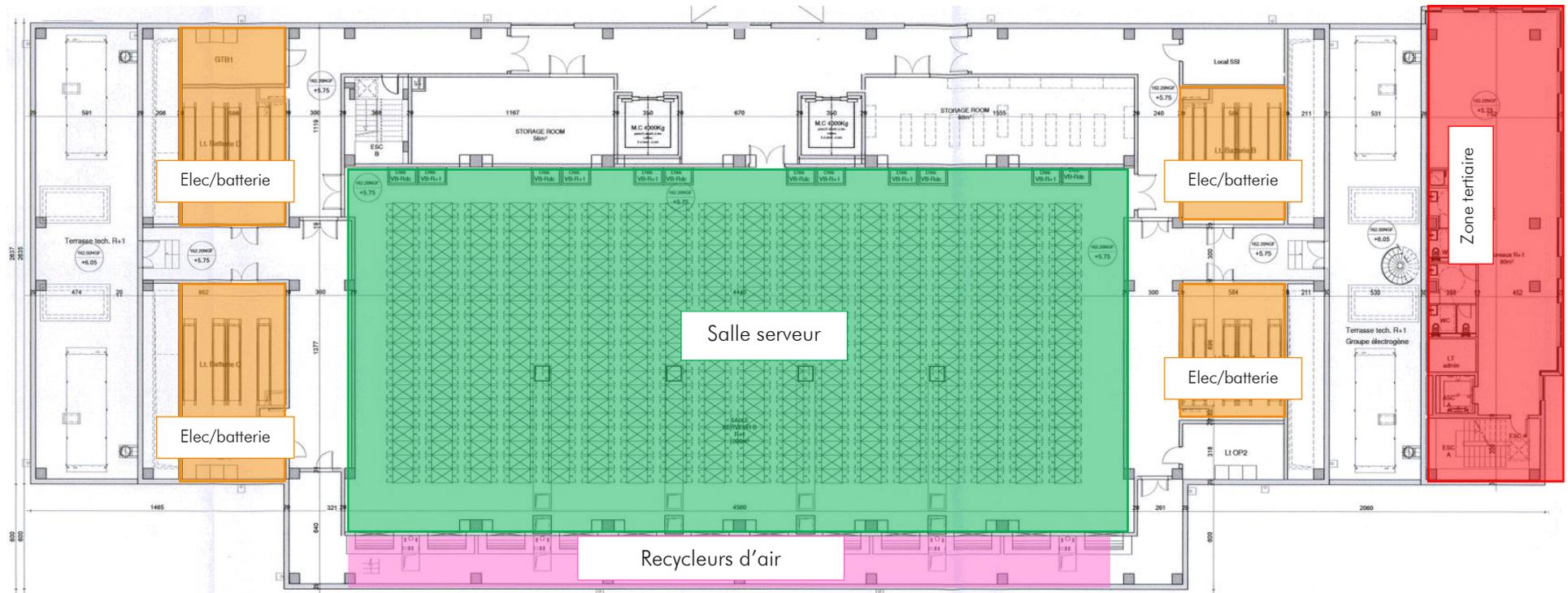
Aperçu du plan du RdC Data center (plan PC du 29/03/2021) DC14 et (plan PC du 11/12/2020) DC15



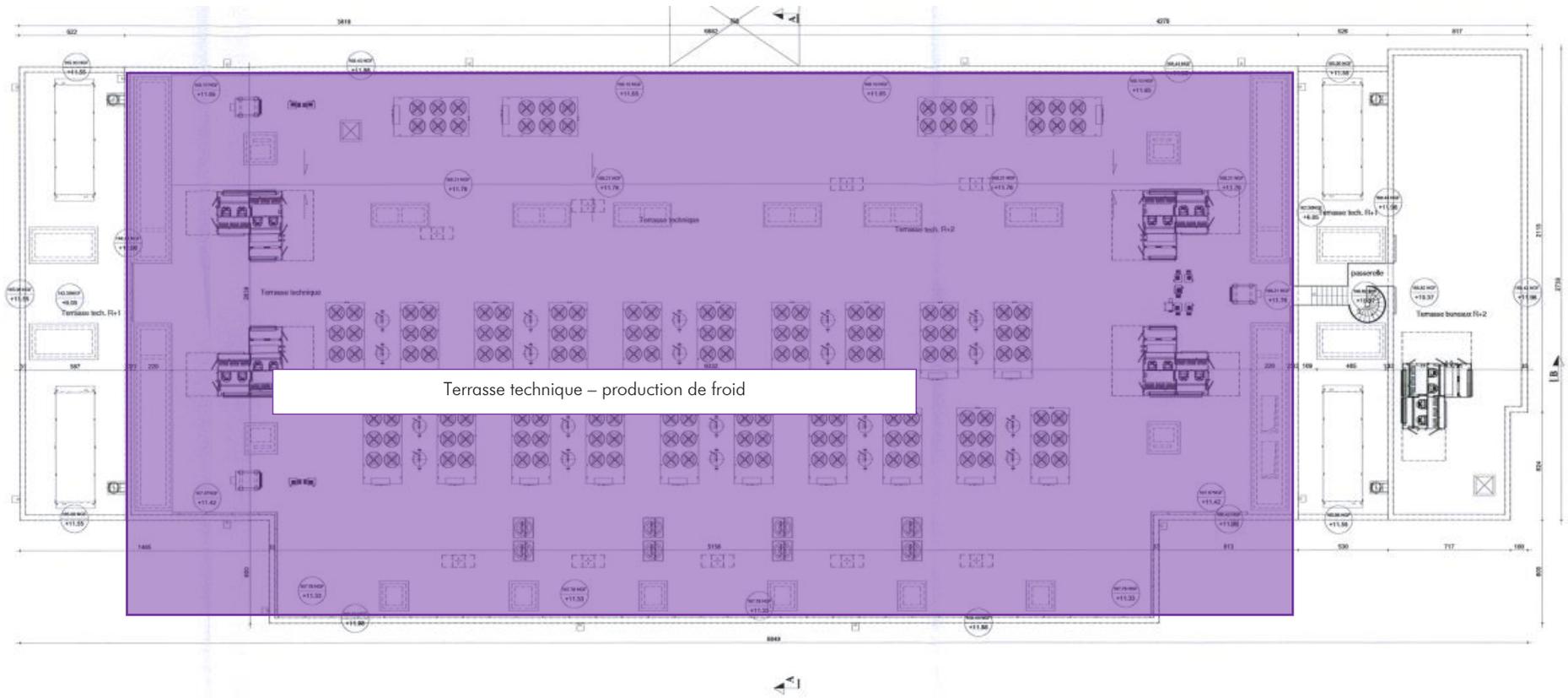
Aperçu du plan du R+1 Data center (plan PC du 29/03/2021) DC14 et (plan PC du 11/12/2020) DC15



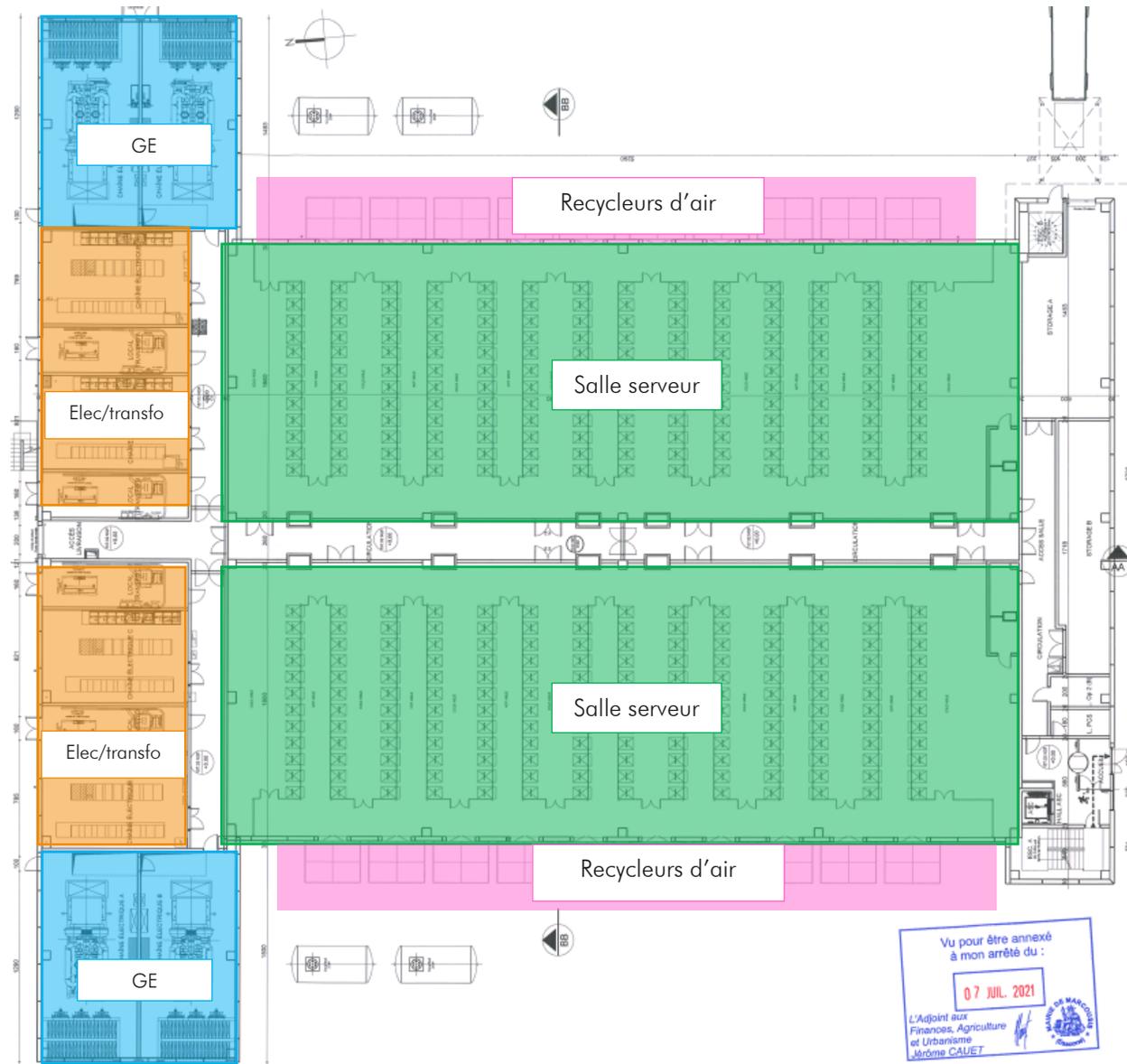
Aperçu du plan du RdC Data center (plan PC du 29/03/2021) DC16



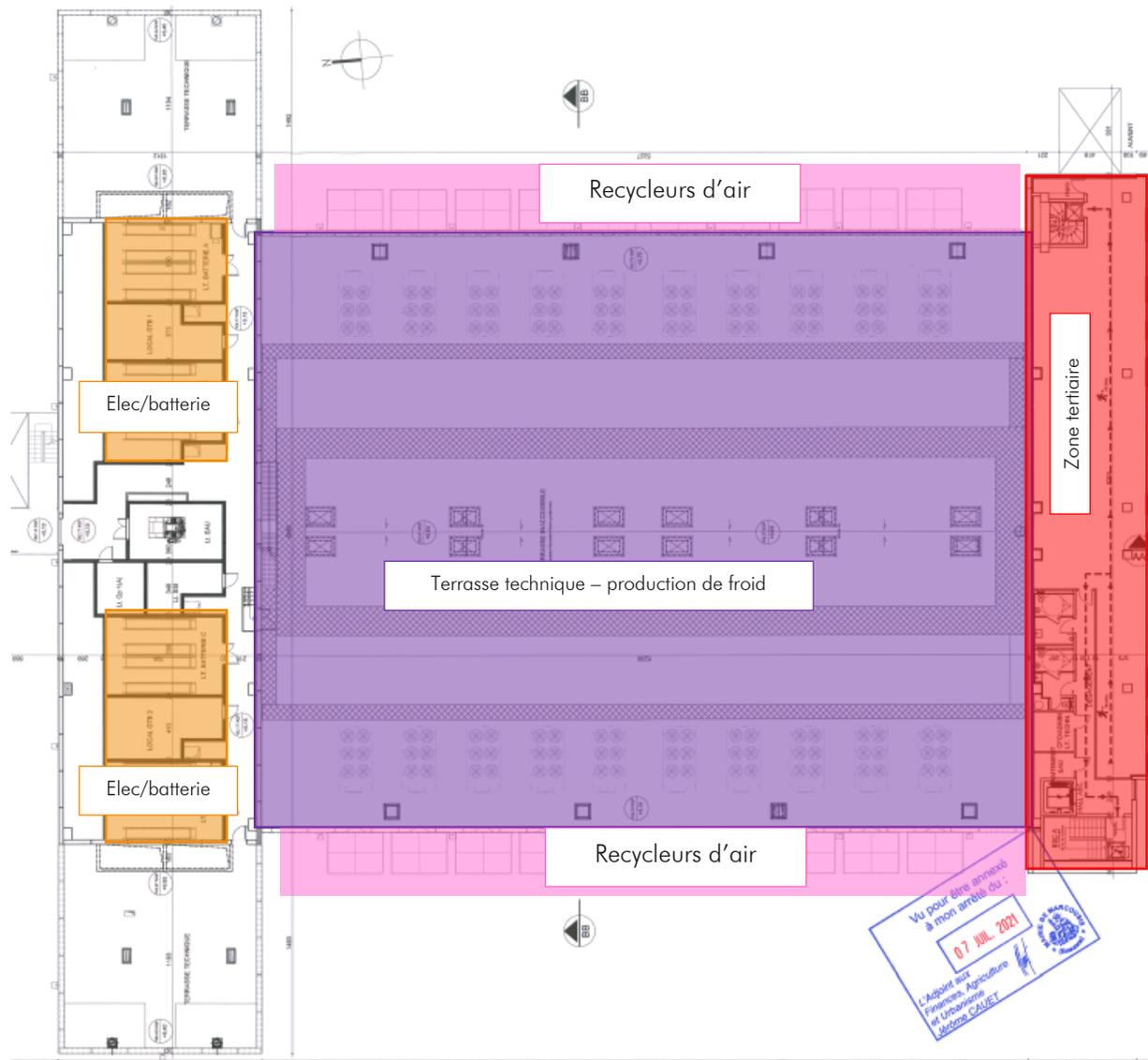
Aperçu du plan du R1 Data center (plan PC du 29/03/2021) DC16



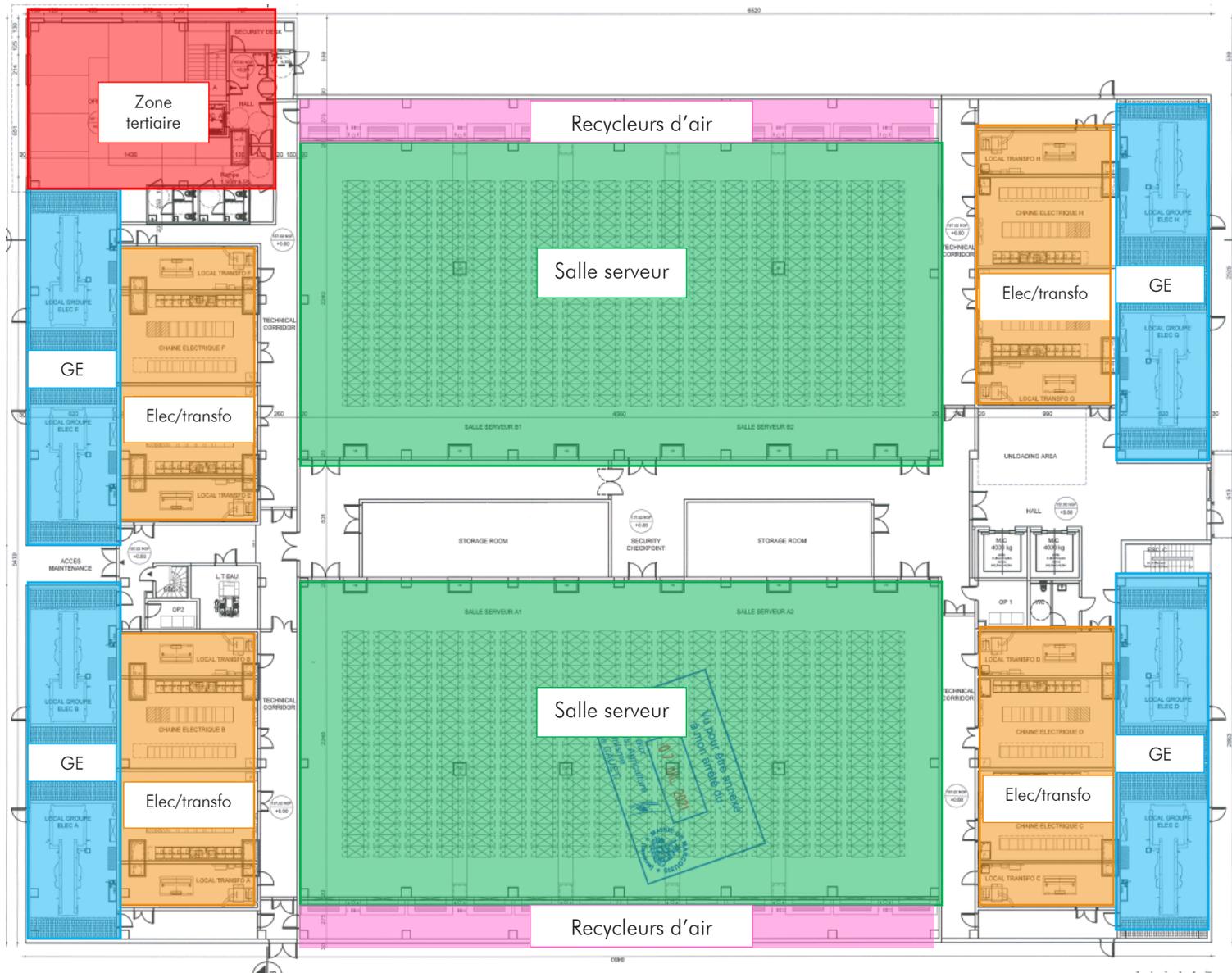
Aperçu du plan de toiture Data center (plan PC du 29/03/2021) DC16



Aperçu du plan du RdC Data center (plan PC du 09/04/2021) DC17



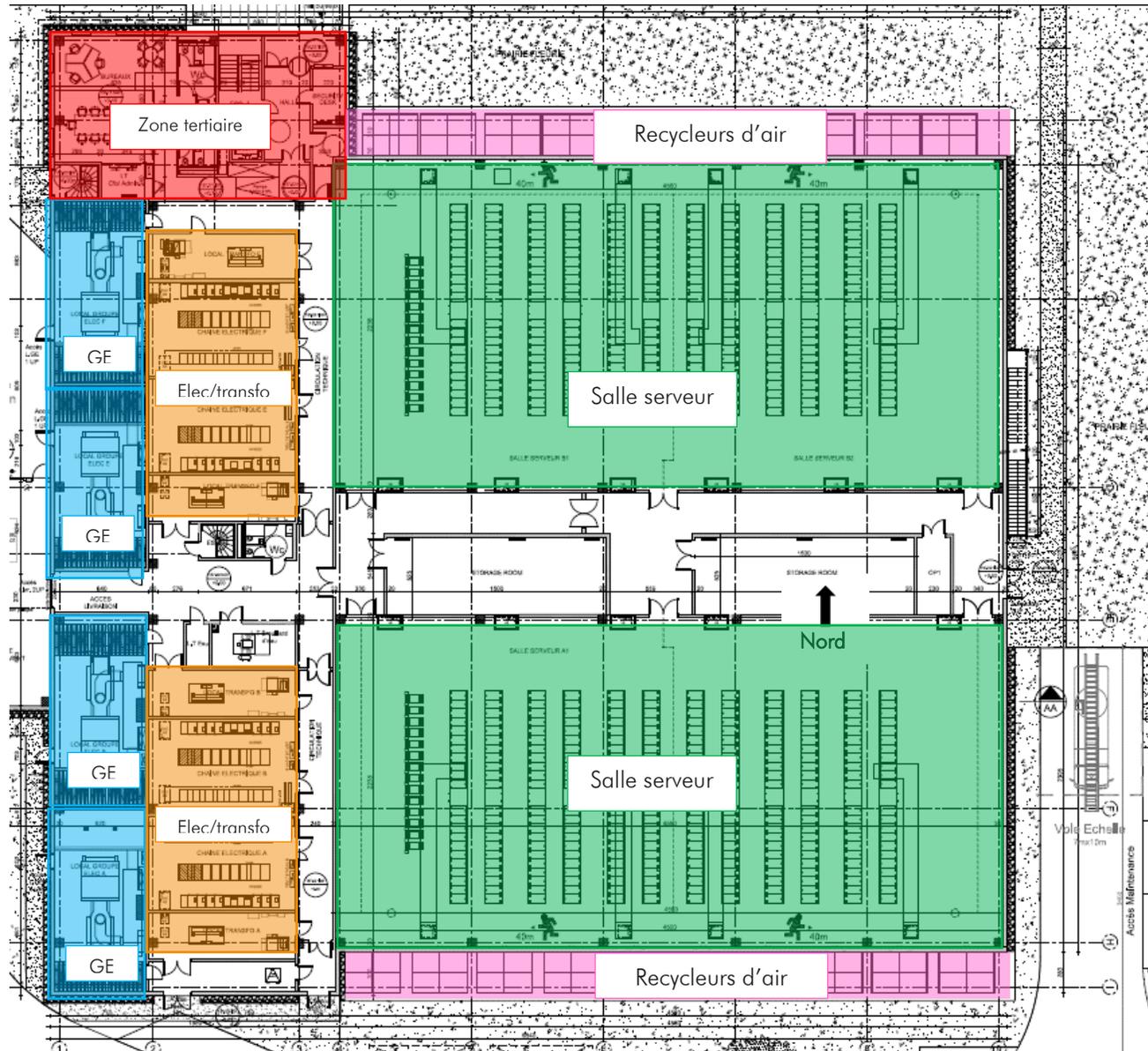
Aperçu du plan du R1 Data center (plan PC du 09/04/2021) DC17



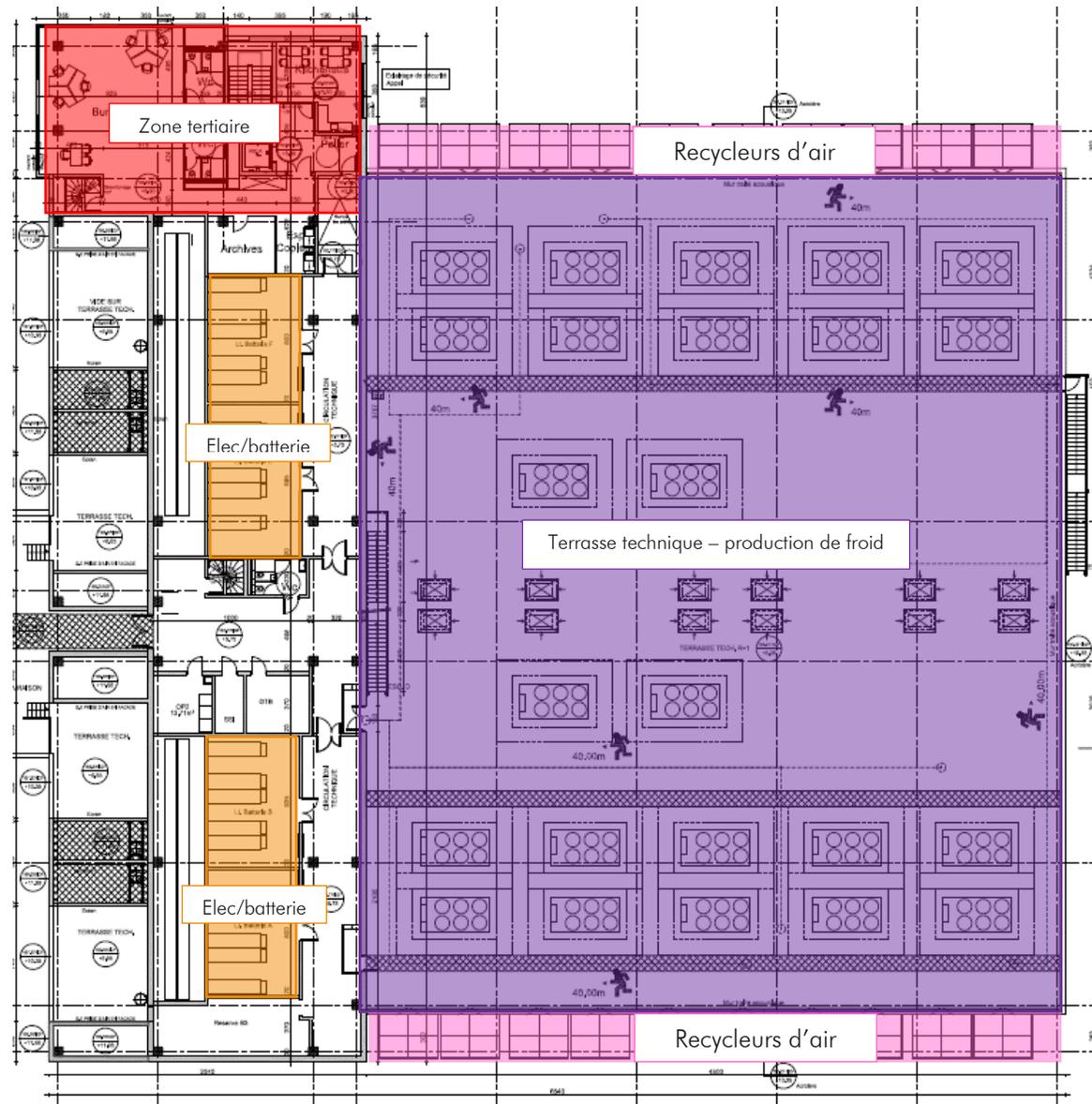
Aperçu du plan du RdC Data center (plan PC du 14/04/2021) DC18



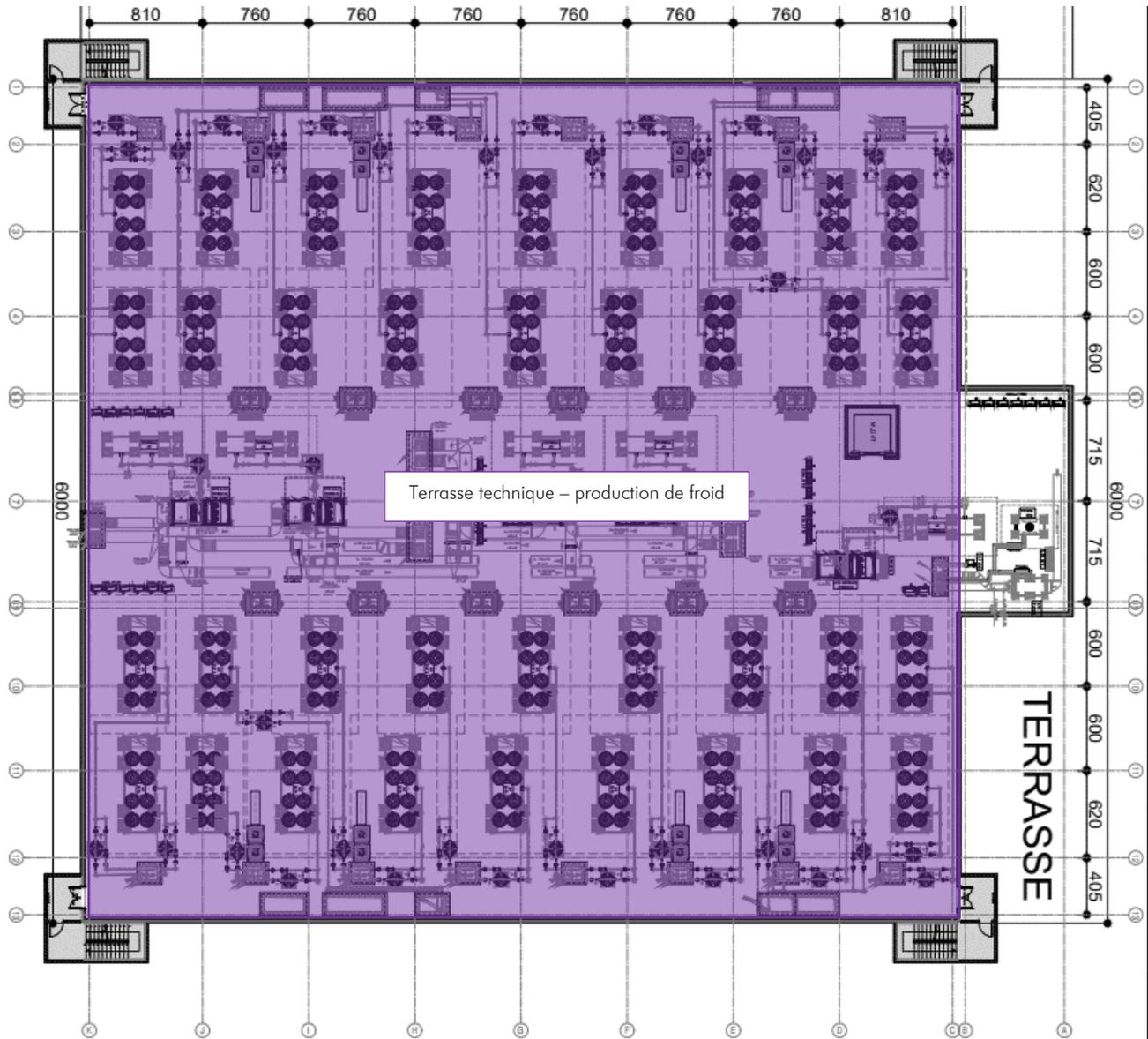
Aperçu du plan du R+1 Data center (plan PC du 14/04/2021) DC18



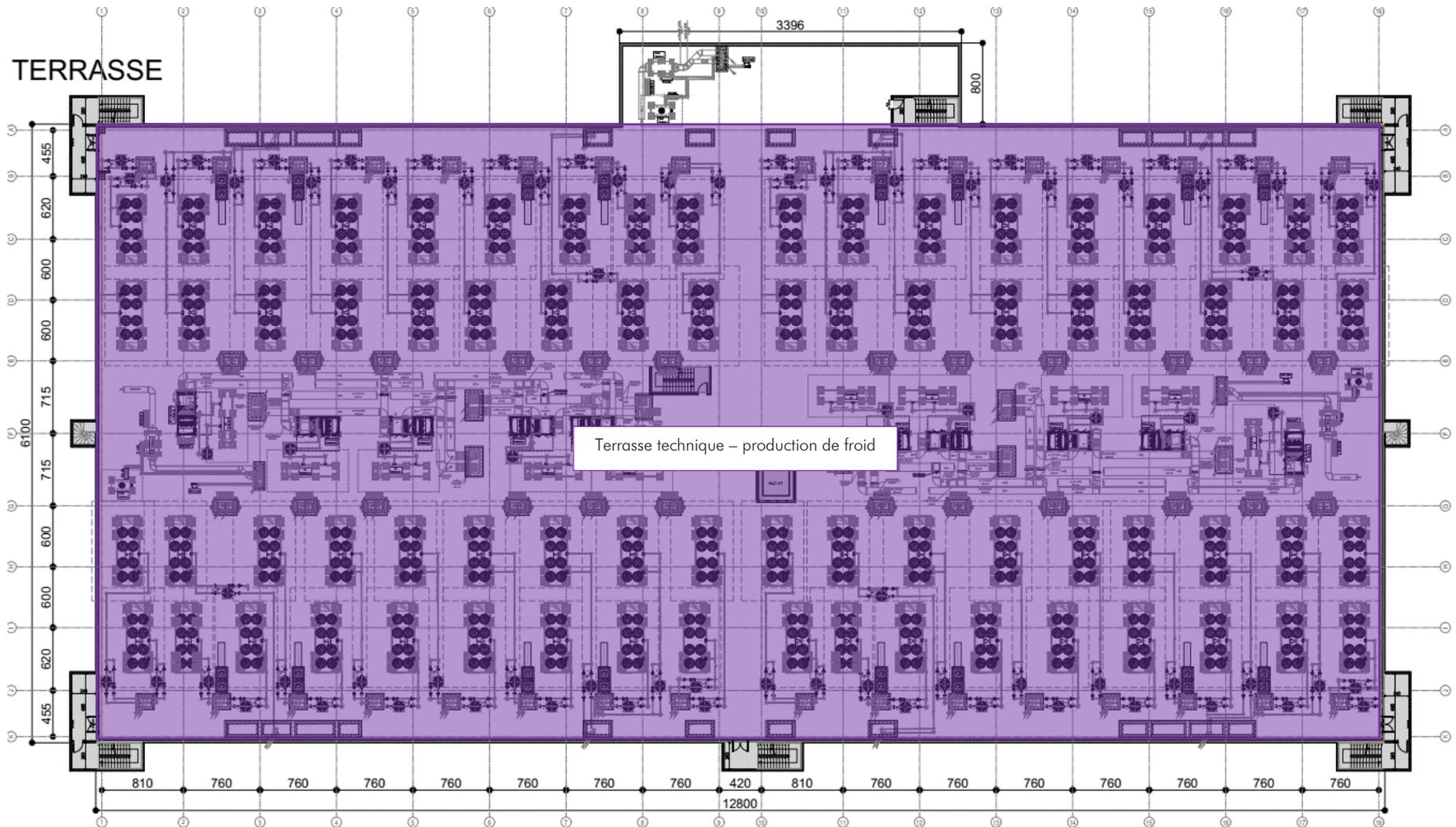
Aperçu du plan du RdC Data center (plan PC du 15/12/2021) DC19



Aperçu du plan du R+1 Data center (plan PC du 15/12/2021) DC19



Aperçu du plan de toiture DC 21 et 22



Aperçu des plans de toitures DC 23

3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE, NORMATIF ET OBJECTIFS

3.1 Préambule

L'impact acoustique du site DATA4 est couvert par la réglementation ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement) via l'arrêté du 23 janvier 1997. De plus le site dispose d'un arrêté préfectoral spécifique, n°2021/PREFDCPPAT/BUPPE/063 du 23/03/2021. Les exigences associées seront considérées dans cette étude.

Concernant les niveaux de bruit dans les locaux tertiaires (DC19 et DC20), sans exigences particulières de la part du maître d'ouvrage, il est proposé de fixer les exigences acoustiques en se référant à la **norme NF S 31-080 relative aux performances acoustiques des bureaux et espaces associés**. Cette norme fixe trois classes de performance : Courant, Performant et Très Performant. Nous proposons de viser sur cette opération le **niveau Performant** pour les locaux cités dans cette norme, à savoir les bureaux, salles de réunion, espaces de détente.

3.2 Réglementation

Dans le cadre du projet, les textes réglementaires suivants peuvent s'appliquer :

- **Loi du 31 décembre 1992** complétée par le décret d'application du 9 janvier 1995 et l'arrêté du 5 mai 1995
- **Code de l'environnement (livre V, titre VII) ordonnance n°2000-914 du 18 septembre 2000**, reprenant tous les textes relatifs au bruit
- **Articles L571-9 et R571-44 à R571-52** du Code de l'Environnement
- **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 soumises à autorisation
- **Arrêté préfectoral n°2021/PREFDCPPAT/BUPPE/063 du 23/03/2021**
- **Arrêté du 26 janvier 2007** modifiant l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique

3.3 Normes

3.3.1 Matériel

- **Norme NF EN 61672-1 (2003)** : Electroacoustique – Sonomètres – Partie 1 : spécifications
- **Norme NF EN 60942 (2003)** : Electroacoustique – Calibreurs acoustiques

3.3.2 Mesurage

- **Norme NF S 31-010** : Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement
- **Norme NF S 31-110** : Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement – Grandeurs fondamentales et méthodes générales d'évaluation

3.3.3 Calculs

- **Norme ISO 9613** : Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre
- **Norme VDI 2081 (2019)** : Air-conditioning - Noise generation and noise reduction

3.3.4 Référentiels de performance acoustique

- **Norme NF S 31-080 (2006)** : Bureaux et espaces associés – Niveaux et critères de performances acoustiques par type d'espace

3.4 Description de la réglementation spécifique aux Installations Classées pour la Protection de L'Environnement

Ces installations doivent satisfaire aux exigences réglementaires spécifiques aux ICPE, fixées dans l'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, en termes :

- Niveau sonore maximum en limite de propriété,
- Émergence en Zones à Emergence Réglementée (ZER),
- Tonalité marquée en Zones à Emergence Réglementée (ZER).

Des exigences sont fixées pour chaque période réglementaire diurne [7h-22h] et nocturne [22h-7h].

Ainsi, l'installation doit être construite, équipée et exploitée de façon à ce que son fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits transmis par voie aérienne ou solidienne susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage ou de constituer une nuisance pour celui-ci.

3.4.1 Niveaux sonores maximum en limite de propriété

L'arrêté préfectoral d'autorisation d'un établissement fixe, pour chacune des périodes de la journée (diurne et nocturne), les niveaux de bruit à ne pas dépasser en limites de propriété de l'établissement, déterminés de manière à assurer le respect des valeurs d'émergences admissibles.

Les valeurs fixées par cet arrêté d'autorisation ne peuvent excéder :

- 70 dBA pour la période de jour,
- 60 dBA pour la période de nuit,

sauf si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

3.4.2 Emergences admissibles en ZER (Zone à émergence réglementée)

En ZER, les valeurs limites d'émergence sont les suivantes, en fonction de niveau de bruit ambiant existant :

| Niveau de bruit ambiant existant dans les ZER, incluant le bruit de l'établissement | Emergence admissible en période diurne (7h à 22h) sauf dimanches et jours fériés | Emergence admissible en période nocturne (22h à 7h) ainsi que dimanches et jours fériés |
|---|--|---|
| Supérieur à 35 dBA et inférieur ou égal à 45 dBA | 6 dBA | 4 dBA |
| Supérieur à 45 dBA | 5 dBA | 3 dBA |

3.4.3 Tonalité marquée

Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement est à tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe de l'arrêté du 23 janvier 1997, 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.

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 suivants :

- 10 dB dans les tiers d'octave 50 Hz à 315 Hz,
- 5 dB dans les tiers d'octave octaves 400 Hz à 8000 Hz.

3.5 Niveaux de bruit dans les espaces tertiaires

Le tableau suivant présente les objectifs de niveaux de bruit maximum à l'intérieur des locaux dû au fonctionnement des équipements techniques, selon l'indice L_p .

| Local de réception | Objectif L_p [dBA] |
|--------------------------------|----------------------------------|
| Bureau individuel ou collectif | ≤ 38 dBA et NR33 |
| Bureau en espace ouvert | L_p compris entre NR35 et NR40 |
| Salle de réunion ou formation | ≤ 38 dBA et NR33 |
| Espace de détente | ≤ 38 dBA et NR33 |
| Circulation | ≤ 38 dBA et NR33 |

Commentaire :

Ces valeurs s'entendent toutes sources de bruits confondues. Il est donc retenu que la contribution provenant des installations bruyantes (GE, transfo etc..) soit minorée de 3 dBA pour qu'une fois additionnée avec les autres contributions (bruits des installations ventilations des locaux tertiaires par exemple), la somme reste inférieure ou égale aux éléments du tableau ci-dessus.

En d'autres termes, un niveau sonore maximum $L_p \leq 35$ dBA et NR30 est à retenir.

4. ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

4.1 Rappels des niveaux sonores résiduels relevés

4.1.1 Préambule

Un contrôle acoustique du site dans son état actuel a été réalisé par VENATHEC en janvier 2020. Lors de ce contrôle les niveaux sonores résiduels, (niveau de bruit sans activités) ont été mesurés (par méthode du point masqué).

La campagne de mesure acoustique a été réalisée dans le cadre de la prestation « 22-21-60-01604-01-A-JDO-Contrôle acoustique réglementaire ICPE du site Data4 à Marcoussis (91) ».

Les différents paragraphes suivants reprennent les principales conclusions du rapport.

4.1.2 Emplacements de mesure

La figure suivante reprend la localisation des emplacements ayant fait l'objet d'une mesure :



Localisation des emplacements de mesure

Légende :

LP : Limite de propriété

ZER : Zone à émergence réglementée, avec mesure du niveau sonore résiduel

LP/ZER : Limite de propriété confondue avec la zone à émergence réglementée

4.1.3 Conditions météorologiques

Le tableau suivant reprend les conditions météorologiques et effets selon la classification de la norme NF S 31-010 :

| Date d'intervention | Période | Pluie | Surface | Couverture nuageuse | Orientation du vent | Vitesse du vent |
|---------------------|---------|-------|---------|---|---------------------|-----------------|
| 26/01/2022 | Jour | Nulle | Sèche | Ciel dégagé, épars (10 à 50% de couverture) | Nord | Nulle |
| | Nuit | Nulle | Sèche | Ciel dégagé, épars (10 à 50% de couverture) | Nord | Nulle |
| 27/01/2022 | Jour | Nulle | Sèche | Ciel dégagé, épars (10 à 50% de couverture) | Nord | Nulle |
| | Nuit | Nulle | Sèche | Ciel dégagé, épars (10 à 50% de couverture) | Nord | Nulle |

| Point | Période | Codage | Effets météorologiques |
|----------|---------|--------|--|
| LP 1 | Jour | U3T2 | État météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore |
| | Nuit | U3T4 | État météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore |
| LP 4 | Jour | U3T2 | État météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore |
| | Nuit | U3T4 | État météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore |
| LP/ZER 1 | Jour | U3T2 | État météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore |
| | Nuit | U3T4 | État météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore |
| LP/ZER 2 | Jour | U3T2 | État météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore |
| | Nuit | U3T4 | État météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore |
| ZER A | Jour | U3T2 | État météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore |
| | Nuit | U3T4 | État météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore |
| ZER B | Jour | U3T2 | État météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore |
| | Nuit | U3T4 | État météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore |
| ZER C | Jour | U3T2 | État météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore |
| | Nuit | U3T4 | État météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore |
| ZER D | Jour | U3T2 | État météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore |
| | Nuit | U3T4 | État météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore |
| ZER E | Jour | U3T2 | État météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore |
| | Nuit | U3T4 | État météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore |

Pour les points situés à moins de 40 m des sources de bruit, l'impact des conditions météorologiques sur les mesures est négligeable. À noter qu'aucune période de pluie marquée ou de vent important n'a été relevée pendant la mesure.

4.1.4 Résultats de mesure

4.1.4.1 Niveaux sonores en limite de propriété

Période diurne

La figure suivante reprend les résultats de mesures du niveau sonore en limite de propriété en période diurne :

| Point de mesure | Niveau de bruit en dBA (L_{Aeq}) | Niveau de bruit maximal autorisé en dBA (L_{Aeq}) | Conformité des valeurs mesurées |
|-----------------|--------------------------------------|---|---------------------------------|
| LP 1 | 50,5 dBA | 70 dBA | OUI |
| LP 2 | 74,5 dBA | 70 dBA | NON |
| LP 3 | 59,0 dBA | 70 dBA | OUI |
| LP 4 | 50,0 dBA | 70 dBA | OUI |
| LP 5 | 66,0 dBA | 70 dBA | OUI |
| LP/ZER 1 | 67,0 dBA | 70 dBA | OUI |
| LP/ZER 2 | 51,5 dBA | 70 dBA | OUI |



L'ensemble des points de mesure peut être consulté sur le plan de situation au paragraphe "Disposition des points de mesure".

L'ensemble des évolutions temporelles est situé en annexe.

Les valeurs sont arrondies à 0,5 dBA près comme défini dans la norme NF S31-010.

Période nocturne

La figure suivante reprend les résultats de mesures du niveau sonore en limite de propriété en période diurne :

| Point de mesure | Niveau de bruit en dBA (L_{Aeq}) | Niveau de bruit maximal autorisé en dBA (L_{Aeq}) | Conformité des valeurs mesurées |
|-----------------|--------------------------------------|---|---------------------------------|
| LP 1 | 44,0 dBA | 60 dBA | OUI |
| LP 2 | 73,0 dBA | 60 dBA | NON |
| LP 3 | 56,0 dBA | 60 dBA | OUI |
| LP 4 | 46,5 dBA | 60 dBA | OUI |
| LP 5 | 66,0 dBA | 60 dBA | NON |
| LP/ZER 1 | 58,0 dBA | 60 dBA | OUI |
| LP/ZER 2 | 42,5 dBA | 60 dBA | OUI |



L'ensemble des points de mesure peut être consulté sur le plan de situation au paragraphe "Disposition des points de mesure".
L'ensemble des évolutions temporelles est situé en annexe.
Les valeurs sont arrondies à 0,5 dBA près comme défini dans la norme NF S31-010.

4.1.4.2 Niveaux sonores en zone à émergence réglementée

Période diurne

La figure suivante reprend les résultats de mesures du niveau sonore en zone à émergence réglementée en période diurne :

Détermination de l'indicateur retenu pour la détermination du niveau sonore résiduel

| Point de mesure | Niveau de bruit résiduel | | $L_{Aeq} - L_{A50}$ en dBA | Indicateur retenu pour la détermination du niveau sonore résiduel |
|-----------------|--------------------------|------------------|----------------------------|---|
| | L_{Aeq} en dBA | L_{A50} en dBA | | |
| LP/ZER 1 | 67,0 | 57,0 | 10,0 | L_{A50} |
| LP/ZER 2 | 50,0 | 48,5 | 1,5 | L_{Aeq} |
| ZER A | 51,0 | 49,5 | 1,5 | L_{Aeq} |
| ZER B | 58,5 | 51,0 | 7,5 | L_{A50} |
| ZER C | 70,0 | 67,0 | 3,0 | L_{Aeq} |
| ZER D | 48,5 | 47,5 | 1,0 | L_{Aeq} |
| ZER E | 51,5 | 42,5 | 9,0 | L_{A50} |

Conformité de l'émergence

| Point de mesure | Niveau de bruit ambiant selon indicateur en dBA | Niveau de bruit résiduel selon indicateur en dBA | Émergence en dBA (= ambiant - résiduel) | Émergence admissible en dBA | Conformité |
|-----------------|---|--|---|-----------------------------|------------|
| LP/ZER 1 | $L_{A50} = 56,0$ | $L_{A50} = 57,0$ | NS | 5,0 | OUI |
| LP/ZER 2 | $L_{Aeq} = 51,5$ | $L_{Aeq} = 50,0$ | 1,5 | 5,0 | OUI |
| ZER A | $L_{Aeq} = 52,5$ | $L_{Aeq} = 51,0$ | 1,5 | 5,0 | OUI |
| ZER B | $L_{A50} = 51,5$ | $L_{A50} = 51,0$ | 0,5 | 5,0 | OUI |
| ZER C | $L_{Aeq} = 68,0$ | $L_{Aeq} = 70,0$ | NS | 5,0 | OUI |
| ZER D | $L_{Aeq} = 49,0$ | $L_{Aeq} = 48,5$ | 0,5 | 5,0 | OUI |
| ZER E | $L_{A50} = 45,5$ | $L_{A50} = 42,5$ | 3,0 | 5,0 | OUI |

NS : valeur non significative



L'ensemble des points de mesure peut être consulté sur le plan de situation au paragraphe "Disposition des points de mesure".
L'ensemble des évolutions temporelles et des signatures spectrales est situé en annexe.
Les valeurs sont arrondies à 0,5 dBA près comme défini dans la norme NF S31-010.

Période nocturne

La figure suivante reprend les résultats de mesures du niveau sonore en zone à émergence réglementée en période nocturne :

Détermination de l'indicateur retenu pour la détermination du niveau sonore résiduel

| Point de mesure | Niveau de bruit résiduel | | Indicateur retenu pour la détermination du niveau sonore résiduel |
|-----------------|--------------------------|------------------|---|
| | L_{Aeq} en dBA | L_{A50} en dBA | |
| LP/ZER 1 | 54,0 | 39,5 | L_{A50} |
| LP/ZER 2 | 40,0 | 38,5 | L_{Aeq} |
| ZER A | 37,0 | 35,0 | L_{A50}^* |
| ZER B | 30,5 | 30,0 | L_{Aeq} |
| ZER C | 33,5 | 32,5 | L_{Aeq} |
| ZER D | 35,5 | 35,0 | L_{Aeq} |
| ZER E | 32,0 | 31,5 | L_{Aeq} |

Conformité de l'émergence

| Point de mesure | Niveau de bruit ambiant selon indicateur en dBA | Niveau de bruit résiduel selon indicateur en dBA | Émergence en dBA (= ambiant - résiduel) | Émergence admissible en dBA | Conformité |
|-----------------|---|--|---|-----------------------------|------------|
| LP/ZER 1 | $L_{A50} = 38,5$ | $L_{A50} = 39,5$ | NS | 3,0 | OUI |
| LP/ZER 2 | $L_{Aeq} = 42,5$ | $L_{Aeq} = 40,0$ | 2,5 | 4,0 | OUI |
| ZER A | $L_{A50} = 38,0$ | $L_{A50} = 35,0$ | 3,0 | 4,0 | OUI |
| ZER B | $L_{Aeq} = 35,5$ | $L_{Aeq} = 30,5$ | 5,0 | 4,0 | NON |
| ZER C | $L_{Aeq} = 39,0$ | $L_{Aeq} = 33,5$ | 5,5 | 4,0 | NON |
| ZER D | $L_{Aeq} = 35,5$ | $L_{Aeq} = 35,5$ | 0,0 | 4,0 | OUI |
| ZER E | $L_{Aeq} = 32,0$ | $L_{Aeq} = 32,0$ | 0,0 | - | OUI |

NS : valeur non significative



L'ensemble des points de mesure peut être consulté sur le plan de situation au paragraphe "Disposition des points de mesure".

L'ensemble des évolutions temporelles et des signatures spectrales est situé en annexe.

Les valeurs sont arrondies à 0,5 dBA près comme défini dans la norme NF S31-010.

Commentaire :

A noter que l'impact est actuellement non conforme et probablement sous-estimé. En effet la campagne de mesure a été réalisée en période hivernale, sans information sur le nombre de groupe froid actif, probablement inférieur à une situation estivale.

4.1.4.3 Tonalités marquées

Aucune tonalité marquée n'a été relevée sur l'ensemble des emplacements ayant fait l'objet d'une mesurée et sur les deux périodes diurnes et nocturne.

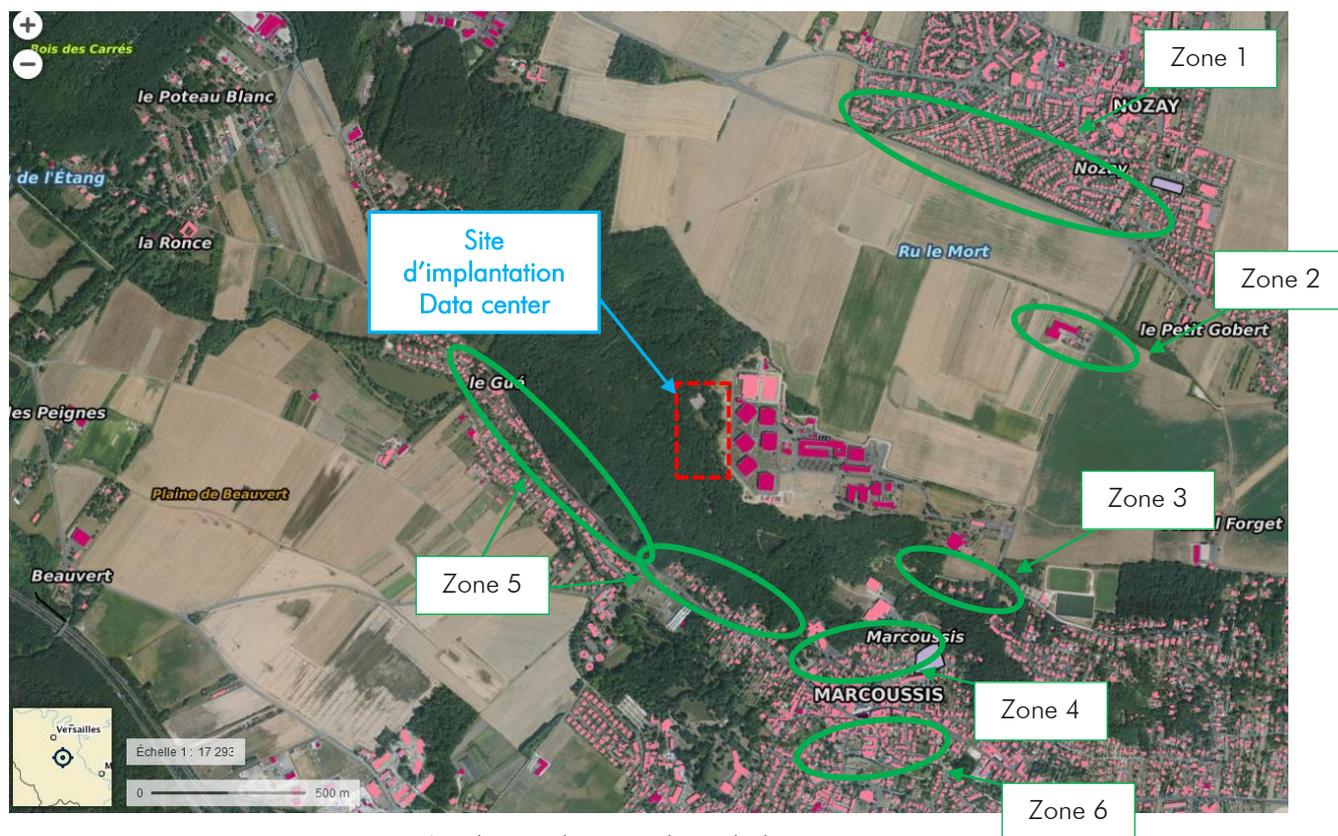
4.1.4.4 Niveaux sonores résiduels considérées

Selon les différents tableaux présentés précédemment, les niveaux sonores résiduels suivants seront employés dans la suite de l'étude. A noter que l'indicateur $L_{A,50}$ sera systématiquement retenu en vue de se placer dans un cas conservateur et dans l'optique de protéger le voisinage :

| Localisation | Emplacement mesurée associé | Niveau sonore résiduel retenue pour la période diurne [dBA] | Niveau sonore résiduel retenue pour la période nocturne [dBA] |
|-----------------------|-----------------------------|--|--|
| Zone 1 Nord | ZER C | 67,0 | 32,5 |
| Zone 2 Nord | ZER B | 51,0 | 30,0 |
| Zone 3 Entrée du site | ZER A | 51,0 | 35,0 |

| Localisation | Emplacement mesurée associé | Niveau sonore résiduel retenue pour la période diurne [dBA] | Niveau sonore résiduel retenue pour la période nocturne [dBA] |
|--------------------------|-----------------------------|--|--|
| Zone 4 Marcoussis Nord | ZER D | 48,5 | 35,0 |
| Zone 5 Marcoussis Ouest | LP/ZER2 | 48,5 | 38,5 |
| Zone 6 Marcoussis Centre | ZER E | 42,5 | 32,0 |

Ces emplacements sont repris sur la figure suivante :



Localisation des zones de résiduels associées

4.2 Estimation de l'impact prévisionnel

4.2.1 Introduction

Le projet d'implantation comprend plusieurs sources de bruit pouvant engendrer une gêne auprès du voisinage :

- Fonctionnement des groupes électrogènes intérieurs
- Fonctionnement des équipements extérieurs de production de froid et ventilations/recycleurs

Chaque source de bruit va faire l'objet d'une étude détaillée.

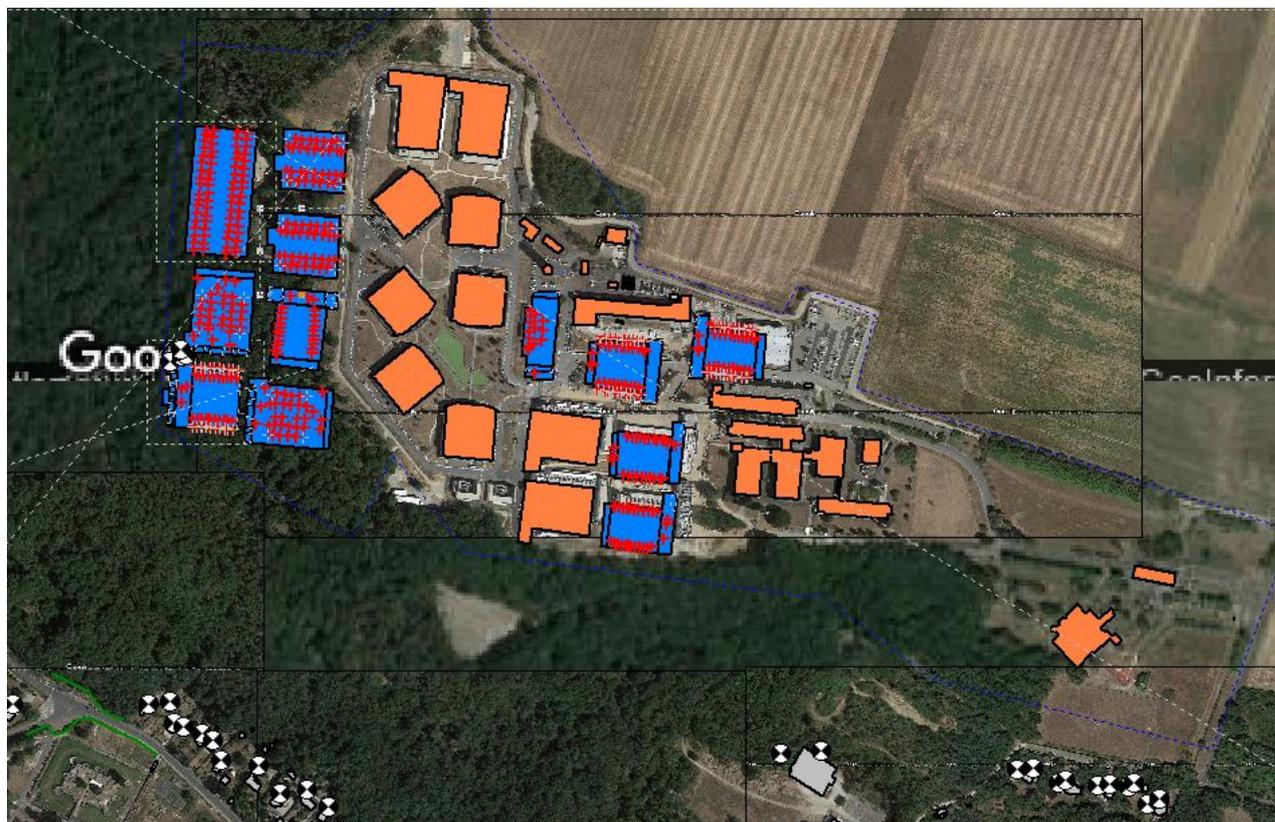
4.2.2 Logiciel de calcul

Le logiciel utilisé pour cette étude est le logiciel CADNAA de la société DATAKUSTIC.

Ce logiciel de propagation environnementale est un logiciel d'acoustique prévisionnelle basé sur des modélisations des sources et des sites de propagation et est destiné à décrire quantitativement des répartitions sonores pour des classes de situations données.

CADNAA permet de modéliser la propagation acoustique en extérieur de tout type de sources de bruit en tenant compte des paramètres les plus influents, tels que la topographie, le bâti, les écrans, la nature du sol ou encore les conditions météorologiques. Ce logiciel répond aux exigences de la norme ISO 9613-1 et 9613-2.

La figure ci-dessous présente la modélisation.



Aperçus de la modélisation du site



Aperçus de la modélisation du site

4.2.2.1 Modélisation

La modélisation sous le logiciel d'acoustique environnementale CADNAA a été réalisée en tenant compte de différents paramètres :

- implantation potentielle des bâtiments concernés par les nuisances ;
- environnement immédiat ;
- topographie ;
- conditions météorologiques en vent portant ;
- la puissance acoustique des différentes sources potentielles de bruit ;
- la méthode de calcul de propagation sonore environnementale ISO 9613-1/9613-2.

4.2.3 Hypothèses de calcul prises au sein du modèle

4.2.3.1 Paramètres généraux de calcul

Les paramètres généraux de calcul suivants ont été pris en compte dans le modèle :

- Paramètres météo correspondant aux données moyennes annuelles sur la région ;
- Température de 10°C (cas conservateur) ;
- Absorption au sol : 0,65 (terrain de type agricole/forêt) ;
- Nombre de réflexions successives : 3 pour les calculs de niveaux sonores et 1 pour les cartographies ;
- Réflexion sur bâtiment : -1 dB par réflexion (bâtiment réfléchissant) ;
- Hygrométrie de 70 % ;
- Cartographie acoustique : maillage de 5 m x 5 m, à une hauteur de 2 m du sol

4.2.3.2 Topographie de la zone

Les données topographiques de la zone ont été intégrées à partir des courbes IGN standard.

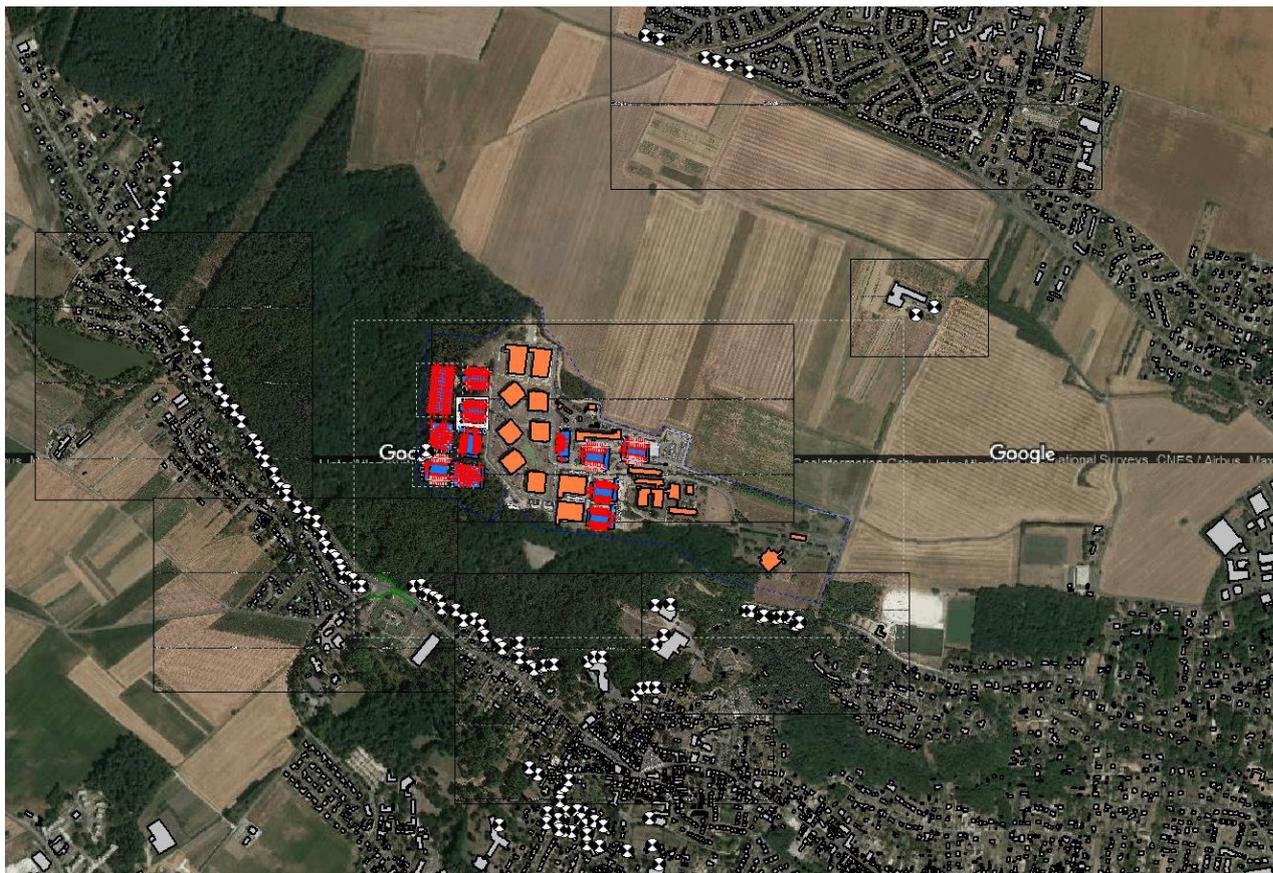
4.2.3.3 Position et hauteur des bâtiments

Concernant les bâtiments/habitations alentours, leur position a été repérée à partir d'une vue Google Earth intégrée au modèle CadnaA et leur hauteur a été définie en fonction du nombre d'étages de chaque bâtiment (hauteur forfaitaire de 3m par étage).

4.2.3.4 Emplacements de calculs

Plusieurs récepteurs virtuels ont été placés au sein du modèle afin d'estimer le niveau sonore prévisionnel au droit des logements les plus proches.

Les récepteurs, identifiés par un pictogramme 📍, sont visibles sur la carte suivante extraite du logiciel de calcul acoustique :



Localisation des récepteurs dans le modèle informatique du site

4.2.3.5 Sources de bruit considérées

Note liminaire

Au sein de l'étude acoustique, ne sera pas considéré les sources de bruit dites « secondaires » tels que :

- Les CTA dont le bruit rayonné par la carcasse est bien inférieur au bruit des groupes froids et le bruit des réseaux débouchant vers l'espace extérieur (air neuf et air vicié) est considéré ici comme traité via des silencieux
- Les extracteurs d'air qui comme les CTA sont moins bruyants que les groupes froids et considérés comme traités sur le plan acoustique
- Les « petites » installations de climatisation tels que les splits, moins bruyants que les groupes froids Data/IT etc..

En complément le rayonnement des parois des locaux bruyants (locaux GE, salles serveurs et transfos) est également considéré comme négligeable devant les autres sources de bruit extérieures (Groupes froids, Réseau de ventilation des locaux GE etc..). De plus les bâtiments sont réalisés via des constructions béton d'au moins 20 cm d'épaisseur ce qui constitue un élément limitant la transmission du bruit. Cette transmission acoustique (rayonnement des parois) n'est donc pas considérée ici.

Concernant l'impact des groupes électrogènes, il est rappelé que ceux-ci sont amenés à fonctionner uniquement en cas d'avarie sur le réseau électrique et lors de maintenances régulières. Le GE ont fait l'objet d'étude acoustique spécifique par les sociétés 2AS et DECICAL acoustique (voir tableaux pages suivantes). Il est considéré que l'impact acoustique extérieur de ces sources est maîtrisé et donc non pris en compte ici dans les simulations.

Pour les GF DATA, les points de fonctionnement diurne (à 32 °C) et nocturne (à 22 °C) sont renseignés avec les niveaux de puissances acoustiques associés.

Le tableau suivant identifie les équipements, leur localisation et niveau sonore associé pour tous les éléments engendrant une contribution acoustique dans l'environnement (le détail spectral est repris en annexe) :

| Data Center DC | Source de bruit | Localisation | Niveau sonore en valeur globale [dBA]* |
|----------------|--|--------------------------------------|--|
| DC11 | Aerorefrigerateurs 1 unité CIAT OPERA DMX 9085-2 DHF 680A9C 12A1 | Terrasse technique | Niveau de puissance acoustique $L_{w,A}$ = 82 dBA |
| DC11 | Groupes froids DATA 20 unités 200 kW CARRIER 30KAVZE-0300ES0568 | Terrasse technique | Niveau de puissance $L_{w,A}$ = 82 dBA de l'équipement à 32°C et $L_{w,A}$ = 80 dBA à 22 °C |
| DC11 | Groupes froids technique 3 unités 211 kW CARRIER 30 RBP 210 R | Terrasse technique | Niveau de puissance $L_{w,A}$ = 92 dBA de l'équipement |
| DC11 | GE Cat 3516B 4 unités | Local GE RdC | Niveau de puissance $L_{w,A}$ = 106 dBLin de l'équipement d'après note de calcul 2AS |
| | | | Niveau de pression acoustique dans le local L_i = non renseigné |
| | | | Niveau de puissance $L_{w,A}$ = 104 dBLin des réseaux aspiration et rejet après traitement Selon note de calcul acoustique 2AS acoustique |
| DC11 | Recycleurs 20 unités ROBATHERM RL 24/36 55 000m ³ /h Considéré comme identique au DC12 (sans information spécifique) | Extérieur façades salles serveurs | Niveau de puissance rayonné $L_{w,A}$ = 66 dBA Niveau de puissance soufflage $L_{w,A}$ = 89 dBA Niveau de puissance aspiration $L_{w,A}$ = 80 dBA |
| DC12 | Aerorefrigerateurs CIAT OPERA DMX 9085-2 DHF 680A9C 12A1 | Terrasse technique | Niveau de puissance acoustique $L_{w,A}$ = 82 dBA |
| DC12 | Recycleurs 20 unités ROBATHERM RL 24/36 55 000m ³ /h | Extérieur façades salles serveurs | Niveau de puissance rayonné $L_{w,A}$ = 66 dBA Niveau de puissance soufflage $L_{w,A}$ = 89 dBA Niveau de puissance aspiration $L_{w,A}$ = 80 dBA |

| Data Center DC | Source de bruit | Localisation | Niveau sonore en valeur globale [dBA]* |
|----------------|--|-----------------------------------|---|
| DC12 | Groupes froids DATA 20 unités 200 kW SCHNEIDER ELECTRIC Uniflair TRAF2042A1 | Toiture | Niveau de puissance $L_{w,A} = 85$ dBA de l'équipement à 32°C et $L_{w,A} = 82$ dBA à 22 °C |
| DC12 | Groupes froids technique 3 unités 175 kW SCHNEIDER ELECTRIC Uniflair TRAC 2042A1 | Toiture | Niveau de pression acoustique à 10 m en champ libre $L_{p,10m} = 57,1$ dBA |
| DC12 | GE Cat 3516B 4 unités | Local GE RdC | Niveau de puissance $L_w = 106$ dBLin de l'équipement Selon note de calcul acoustique 2AS acoustique |
| | | | Niveau de pression acoustique dans le local $L_i =$ non renseigné |
| | | | Niveau de puissance $L_w = 102$ dBLin des réseaux aspiration et rejet après traitement Selon note de calcul acoustique 2AS acoustique |
| DC14 | Recycleurs 20 unités FLAKTGROUP 65 000m ³ /h | Extérieur façades salles serveurs | Niveau de puissance rayonné $L_{w,A} = 70$ dBA Niveau de puissance soufflage $L_{w,A} = 93$ dBA Niveau de puissance aspiration $L_{w,A} = 87$ dBA |
| DC14 | GE A/B/C/D Cat 3516B | Local GE A/B/C/D | Niveau de puissance $L_w = 106$ dBLin de l'équipement Selon note de calcul acoustique 2AS acoustique |
| | | | Niveau de pression acoustique dans le local $L_i =$ non renseigné |
| | | | Niveau de puissance $L_w = 97$ dBLin des réseaux aspiration et rejet après traitement Selon note de calcul acoustique 2AS acoustique |
| DC14 | Groupes froids DATA 20 unités 200 kW CARRIER 30KAVZE-0300ES0568 | Terrasse technique | Niveau de puissance $L_{w,A} = 82$ dBA de l'équipement à 32°C et $L_{w,A} = 80$ dBA à 22 °C |

| Data Center DC | Source de bruit | Localisation | Niveau sonore en valeur globale [dBA]* |
|----------------|--|-----------------------------------|---|
| DC14 | Groupes froids technique 3 unités 207 kW CARRIER 30 RBP 210 R | Terrasse technique | Niveau de puissance $L_{w,A} = 92$ dBA de l'équipement |
| DC 15 | Recycleurs 20 unités FLAKTGROUP CAIRplus SX 344.220/312/1880AVBV 68 000m ³ /h | Extérieur façades salles serveurs | Niveau de puissance rayonné $L_{w,A} = 70$ dBA Niveau de puissance soufflage $L_{w,A} = 93$ dBA Niveau de puissance aspiration $L_{w,A} = 87$ dBA |
| DC 15 | Groupes froids DATA 20 unités 200 kW VERTIV LIEBERT HPC-M - FB4031 | Terrasse technique | Niveau de puissance $L_{w,A} = 95$ dBA de l'équipement à 32°C et $L_{w,A} = 91$ dBA à 22 °C |
| DC 15 | GE A/B/C/D Cat 3516B | Local GE A/B/C/D | Niveau de puissance $L_w = 106$ dBLin de l'équipement Selon note de calcul acoustique 2AS acoustique |
| | | | Niveau de pression acoustique dans le local $L_i =$ non renseigné |
| | | | Niveau de puissance $L_w = 97$ dBLin des réseaux aspiration et rejet après traitement Selon note de calcul acoustique 2AS acoustique |
| DC 16 | Recycleurs 20 unités FLAKTGROUP CAIRplus SX 67 697m ³ /h | Extérieur façades salles serveurs | Niveau de puissance rayonné $L_{w,A} = 65$ dBA Niveau de puissance soufflage $L_{w,A} = 91$ dBA Niveau de puissance aspiration $L_{w,A} = 85$ dBA |
| DC16 | Groupes froids technique 4 unités 270 kW CARRIER 30 RBP 210 R | Terrasse technique | Niveau de puissance $L_{w,A} = 92$ dBA de l'équipement |
| DC16 | Groupes froids DATA 10 unités 400 kW CARRIER 30KAVZE-0540 | Terrasse technique | Niveau de puissance $L_{w,A} = 90$ dBA de l'équipement à 32°C et $L_{w,A} = 87$ dBA à 22 °C |
| DC16 | GE A/B/C/D Cat 3516B | Local GE A/B/C/D | Sans informations |
| | | | Sans informations |

| Data Center DC | Source de bruit | Localisation | Niveau sonore en valeur globale [dBA]* |
|----------------|---|-----------------------------------|---|
| DC17 | PAC bureau Carrier Aqausnap 30-RQ-045R | Toiture technique | Niveau de puissance $L_{w,A} = 80$ dBA de l'équipement |
| DC17 | Recycleurs 10 unités FLAKTGROUP CAIRplus SX 344.220/312/188AVBV 69332 m ³ /h | Extérieur façades salles serveurs | Niveau de puissance rayonné $L_{w,A} = 80$ dBA Niveau de puissance soufflage $L_{w,A} = 97$ dBA Niveau de puissance aspiration $L_{w,A} = 91$ dBA |
| DC17 | Groupes froids UPS/transfo 3 unités 255 kW CARRIER AQUASNAP 30RBP 270 R | Toiture | Niveau de puissance $L_{w,A} = 92$ dBA de l'équipement |
| DC17 | Groupes froids DATA 20 unités 250 kW CARRIER 30KAVZE-0300 PHOENIX | Toiture | Niveau de puissance $L_{w,A} = 87$ dBA de l'équipement à 32°C et $L_{w,A} = 85$ dBA à 22 °C |
| DC17 | GE A/B/C/D Cat 3516B | Local GE A/B/C/D | Niveau de puissance $L_{w,A} = 113$ dBLin de l'équipement Selon note de calcul 2AS |
| | | | Niveau de pression acoustique dans le local $L_i =$ non renseigné |
| | | | Niveau de puissance $L_w = 93$ dBLin des réseaux aspiration et rejet après traitement Selon note de calcul acoustique 2AS acoustique |
| DC17 | Recycleurs 10 unités FLAKTGROUP CAIRplus SX 344.220/312/188AVBV 69332 m ³ /h | Extérieur façades salles serveurs | Niveau de puissance $L_{w,A} = 71$ dBA Niveau de puissance soufflage $L_{w,A} = 97$ dBA Niveau de puissance aspiration $L_{w,A} = 91$ dBA |
| DC18 | Fanwall 12 unités 250 kW FLAKTGROUP CAIRplus SX 280.252/280.160AVBV -67 697 m ³ /h | Extérieur façades salles serveurs | Niveau de puissance $L_w = 65$ dBA Niveau de puissance soufflage $L_{w,A} = 91$ dBA Niveau de puissance aspiration $L_{w,A} = 85$ dBA |
| DC18 | Groupes froids IT 24 unités 417 kW SCHNEIDER ELECTRIC XRAF2512A | Toiture | Niveau de puissance $L_{w,A} = 95$ dBA de l'équipement à 32°C et $L_{w,A} = 91$ dBA à 22 °C |

| Data Center DC | Source de bruit | Localisation | Niveau sonore en valeur globale [dBA]* |
|----------------|---|-----------------------------------|---|
| DC18 | Groupes froids process 5 unités 170 kW SCHNEIDER ELECTRIC Uniflair TRAC 2342-A1 | Toiture | Niveau de pression acoustique à 10 m en champ libre $L_{p,10m} = 57,9$ dBA |
| DC18 | Groupes froids techniques 6 unités 250 kW SCHNEIDER ELECTRIC Uniflair TRAC 3642A1 | Toiture | Niveau de pression acoustique à 10 m en champ libre $L_{p,10m} = 59,7$ dBA |
| DC18 | GE A/B/C/D Cat 3516E | Local GE A/B/C/D | Niveau de puissance $L_w = 116$ dBA de l'équipement |
| | | | Niveau de pression acoustique dans le local $L_i = 105$ dBA Selon note de calcul acoustique DECICAL acoustique |
| | | | Niveau de puissance $L_{w,A} = 85$ dBA des réseaux aspiration et rejet après traitement Selon note de calcul acoustique DECICAL acoustique |
| DC19 | Groupes froids DATA 20 unités 250 kW CARRIER 30KAVZE-0300 PHOENIX | Toiture | Niveau de puissance $L_{w,A} = 87$ dBA de l'équipement à 32°C et $L_{w,A} = 85$ dBA à 22 °C |
| DC19 | Groupes froids UPS/transfo 3 unités 255 kW CARRIER AQUASNAP 30RBP 270 R | Toiture | Niveau de puissance $L_{w,A} = 92$ dBA de l'équipement |
| DC19 | Recycleurs 10 unités FLAKTGROUP CAIRplus SX 344.220/312/188AVBV 69332 m ³ /h | Extérieur façades salles serveurs | Niveau de puissance rayonné $L_{w,A} = 65$ dBA Niveau de puissance soufflage $L_{w,A} = 91$ dBA Niveau de puissance aspiration $L_{w,A} = 85$ dBA |
| DC20 | Groupes froids DATA 24 unités 417 kW CARRIER 30KAV0540 | Toiture | Niveau de puissance $L_{w,A} = 90$ dBA de l'équipement à 32°C et $L_{w,A} = 87$ dBA à 22 °C |
| DC21, 22 | Groupes froids DATA 36 unités 417 kW CARRIER 30KAV0540 | Toiture | Niveau de puissance $L_{w,A} = 90$ dBA de l'équipement à 32°C et $L_{w,A} = 87$ dBA à 22 °C |

| Data Center DC | Source de bruit | Localisation | Niveau sonore en valeur globale [dBA]* |
|----------------|--|--------------|---|
| DC23 | Groupes froids DATA 72 unités 417 kW CARRIER 30KAV0540 | Toiture | Niveau de puissance $L_{w,A} = 90$ dBA de l'équipement à 32°C et $L_{w,A} = 87$ dBA à 22 °C |

* Selon la nature de la source de bruit, la donnée est exprimée en niveau de puissance acoustique $L_{w,A}$ ou en niveau de pression acoustique intérieur au local L_i

4.2.3.6 Protection acoustiques prévues

Des dispositions visant à limiter l'impact acoustique des installations sont prévues à ce stade.

Ecran/habillage acoustique en toiture

Sur certaines terrasses techniques il est prévu un écran acoustique autour des groupes froids.

- **DC11 et 12**

Pas d'éléments particuliers prévus.

- **DC14 et 15**

Pas d'éléments particuliers prévus.

- **DC16**

Pas d'éléments particuliers prévus.

- **DC17**

Pas d'éléments particuliers prévus.

- **DC18**

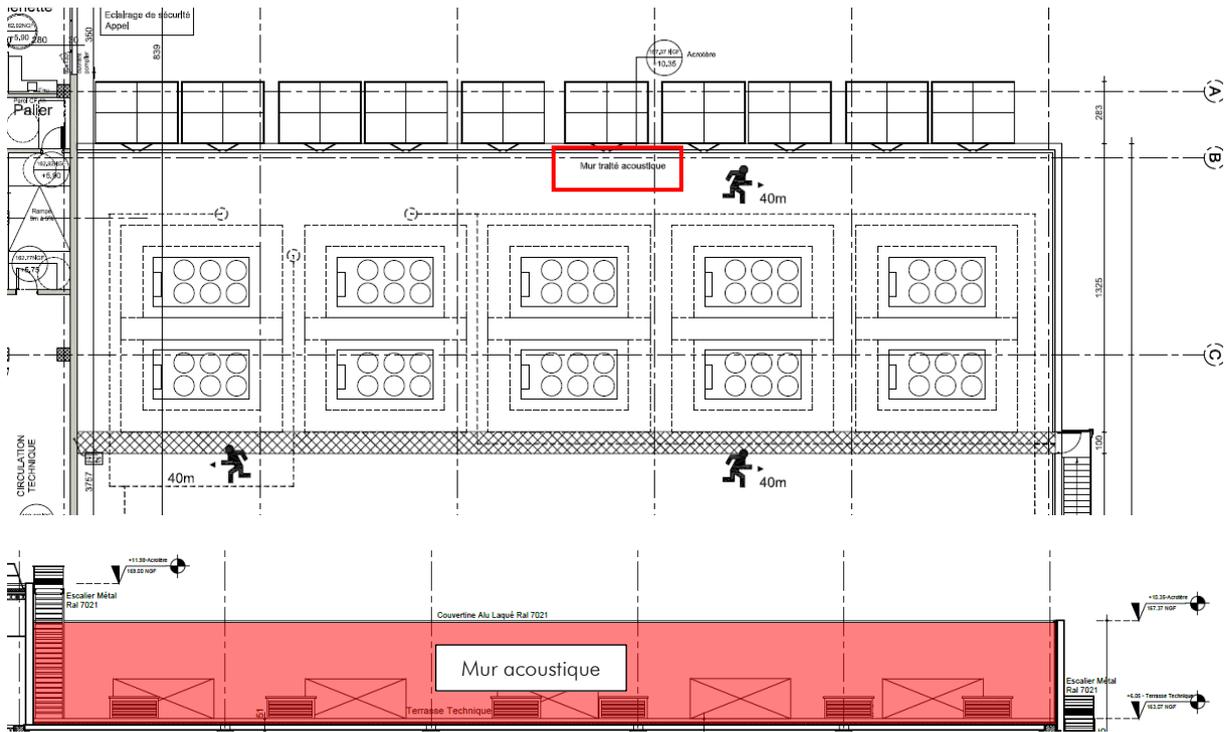
Pas d'éléments particuliers prévus.

- **DC19**

Selon les plans PC, un traitement acoustique est prévu autour de la terrasse technique accueillant les groupes froids. Il est considéré que les trois parois sont traitées sur une hauteur de 4 m. La description technique du traitement est présentée plus loin dans ce rapport.

- **DC20 à 23**

Pas d'éléments particuliers prévus.



Aperçu de l'écran acoustique du DC19

Description de l'écran acoustique

Au sein des différentes simulations, il est considéré que les écrans acoustiques présenteront a minima les caractéristiques suivantes.

L'écran devra être muni d'un matériau absorbant sur sa face intérieure.

L'écran pourrait être constitué :

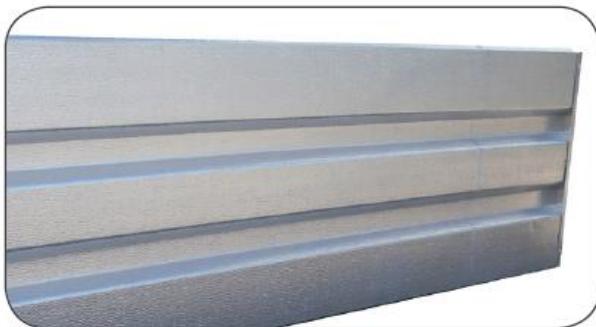
- d'une face extérieure en tôle d'aluminium, épaisseur 1,2 mm ;
- d'un matelas de laine de roche d'épaisseur 60mm et de densité 50 kg/m³ surfacée d'un voile de verre ;
- d'une face intérieure en tôle d'aluminium déployée et ondulée d'épaisseur 0,8 mm.

A titre d'exemple les panneaux DP Alu de chez SPECTRA pourraient convenir pour constituer cet écran (ou tout autre produit présentant des caractéristiques acoustiques équivalentes).

Dans tous les cas, le matériau retenu devra présenter des indices d'absorption acoustiques α_p au moins égaux à ceux donnés dans le tableau ci-après.

| Bande d'octave [Hz] | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| α_p | 0,10 | 0,22 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,78 | 0,76 | 0,76 |

Les ouvertures, trous, détalonnages dans l'écran sont proscrits.





Exemple d'écran acoustique

4.2.3.7 Scénarios de fonctionnement

Selon les informations transmises par IMOGIS, le scénario de fonctionnement suivant est à considérer pour les calculs acoustiques :

- Installations électriques : Toutes les chaînes électriques sont dimensionnées en N+1, c'est-à-dire que le fonctionnement nominal correspond à 4 chaînes à 75% de capacité (ensembles techniques constitués des GE + TR + TGBT + onduleurs),
- Installations thermiques : Les installations thermiques sont dimensionnées en N+2 par salle de 1.000 m²,

4.2.4 Résultats de calcul

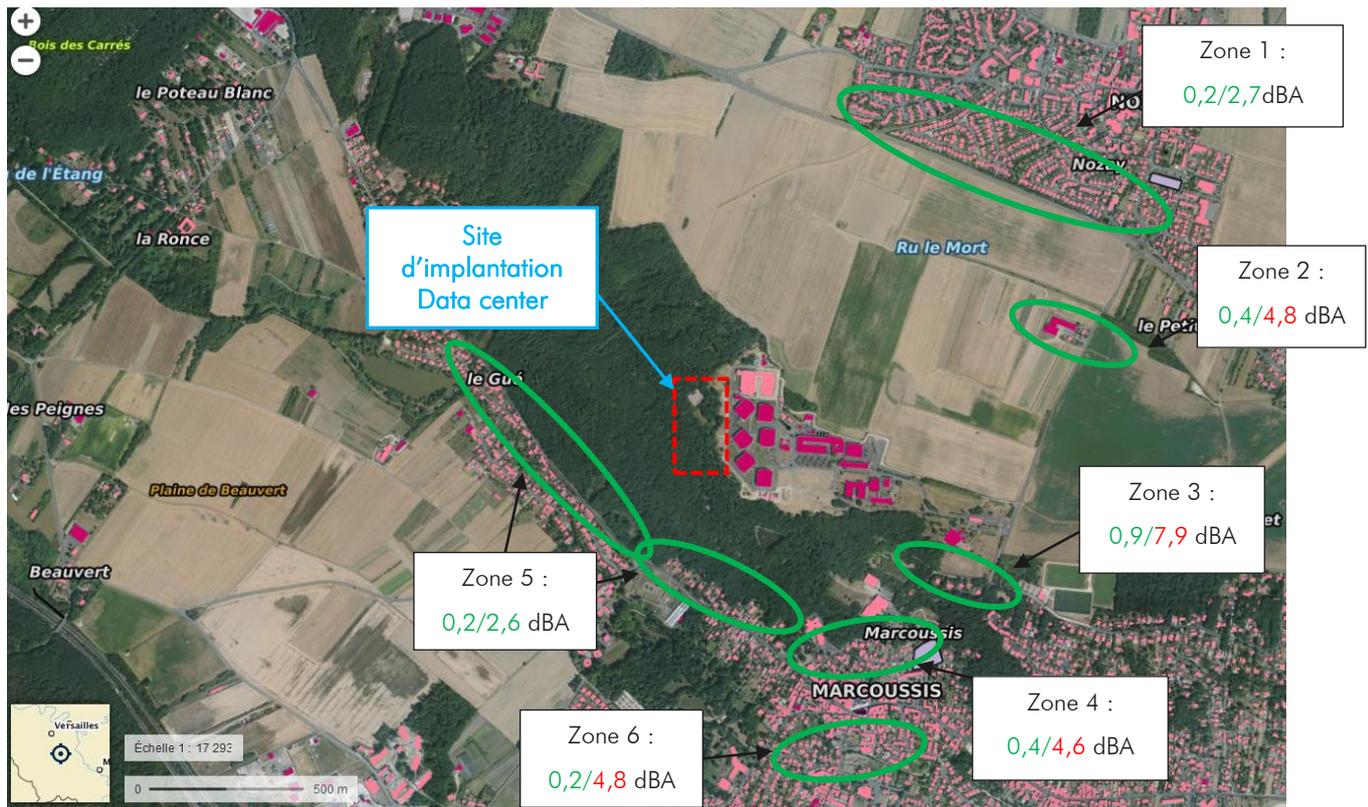
4.2.4.1 Emergence sonore prévisionnelle

Le tableau ci-dessous présente les émergences sonores estimées, selon la configuration testée. Ces émergences ont été évaluées en façade des riverains les plus proches.

Afin de faciliter la lecture des résultats, seule l'émergence maximale observée par zone de résiduel (voir §4.1.4.4) est présentée. Les résultats présentés sont arrondis à 0,5 dBA près.

| Emplacement | Période diurne | | | Période nocturne | | |
|-------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| | Niveau sonore résiduel mesuré [dBA] | Emergence calculée [dBA] | Valeur limite réglementaire [dBA] | Niveau sonore résiduel mesuré [dBA] | Emergence calculée [dBA] | Valeur limite réglementaire [dBA] |
| Zone 1 | 67,0 | 0,2 | ≤ 5,0 | 32,5 | 2,7 | ≤ 4,0 |
| Zone 2 | 51,0 | 0,4 | ≤ 5,0 | 30,0 | 4,8 | ≤ 4,0 |
| Zone 3 | 51,0 | 0,9 | ≤ 5,0 | 35,0 | 7,9 | ≤ 4,0 |
| Zone 4 | 48,5 | 0,4 | ≤ 5,0 | 35,0 | 4,6 | ≤ 4,0 |
| Zone 5 | 48,5 | 0,2 | ≤ 5,0 | 38,5 | 2,6 | ≤ 4,0 |
| Zone 6 | 42,0 | 0,2 | ≤ 6,0 | 32,0 | 4,8 | ≤ 4,0 |

Les figures suivantes traduisent ces résultats de manière cartographique :



Localisation des émergences prévisionnelles par zones

Les valeurs d'émergences à gauche dans chaque étiquette correspondent à la situation diurne, les valeurs à droite à la situation nocturne.

Commentaires

Globalement en période diurne, l'impact acoustique prévisionnel est conforme aux exigences applicables pour l'ensemble des zones testées.

En période nocturne, des dépassements sont observés, plus particulièrement sur la zone Est. Les dépassements observés sont en partie conditionnés par les groupes froids des DC le plus proches (11 et 15).

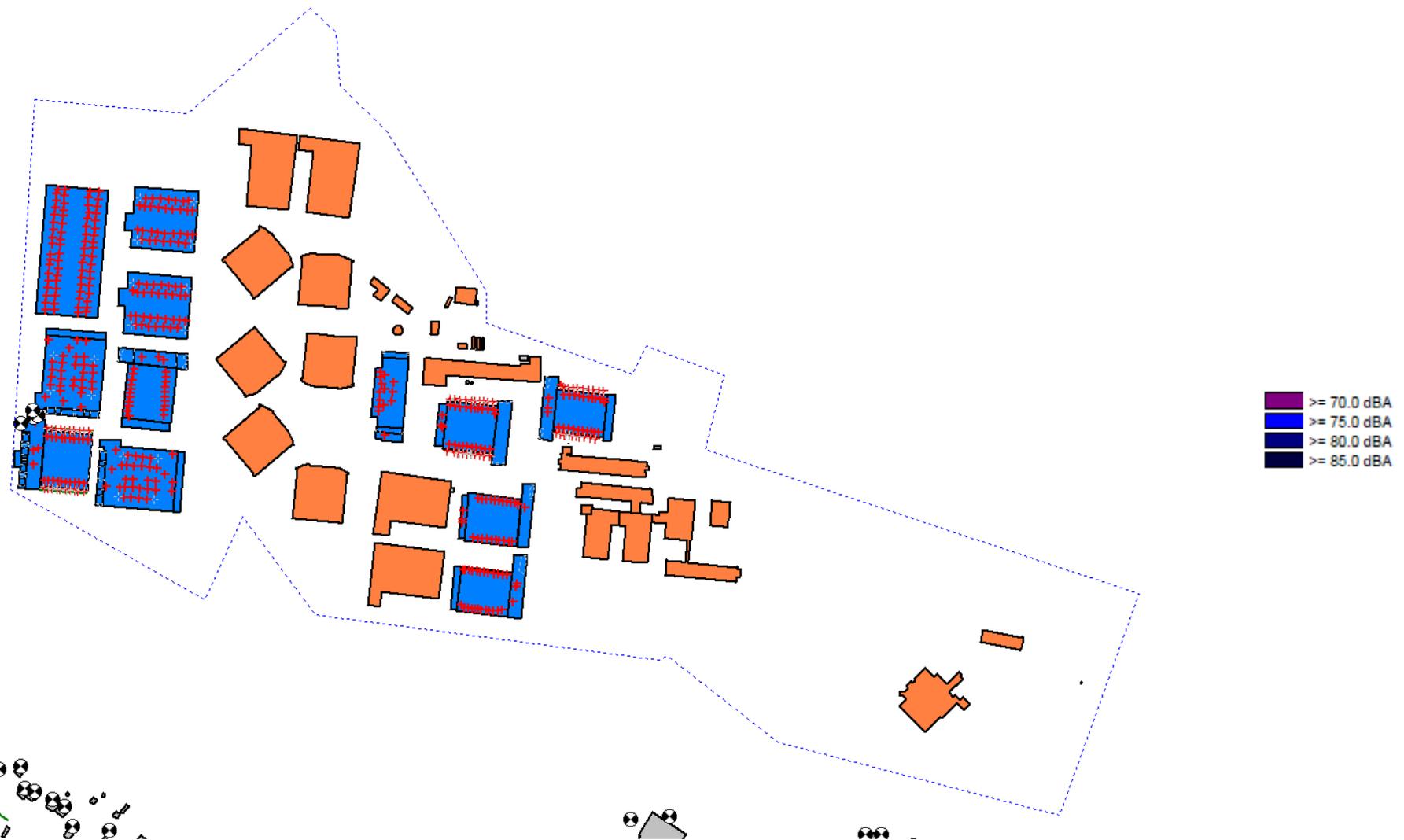
4.2.4.2 Niveau sonore en limite propriété (ICPE)

Les cartographies sonores présentées ci-dessous sont centrées sur le projet. De plus, seuls les niveaux supérieurs à 70 dBA (et respectivement 60 dBA pour la période nocturne) sont affichés. Cette méthode permet d'évaluer rapidement si les seuils réglementaires imposés en limite de propriété sont respectés.

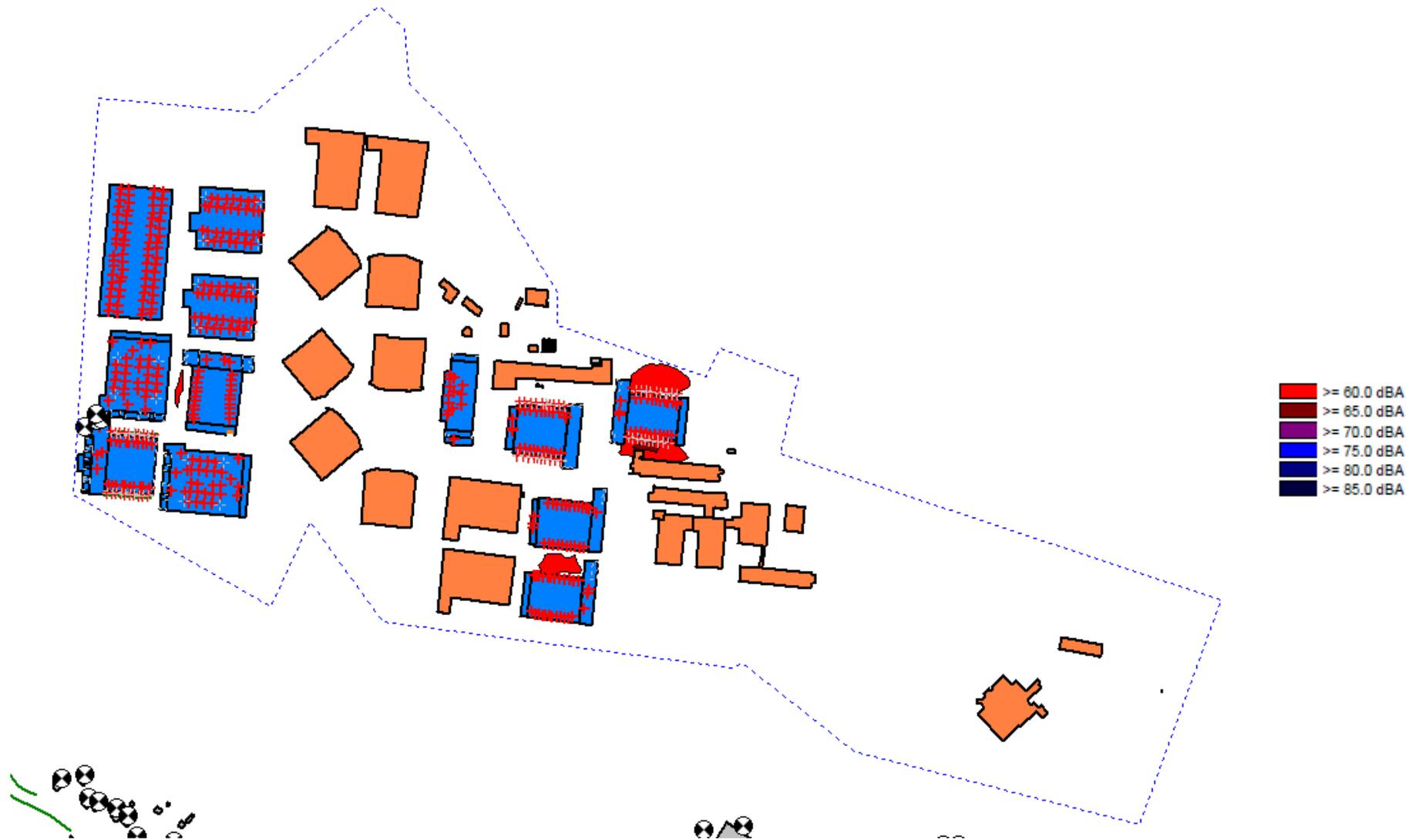
Ces cartographies sonores sont obtenues en considérant l'ensemble des sources modélisées en fonctionnement simultané. Elles sont calculées à une hauteur de 2 m par rapport au sol. La limite de propriété du site est matérialisée en pointillée bleu sur les figures ci-après.

Commentaires

En périodes diurne et nocturne, l'impact prévisionnel en limite de propriété est conforme aux exigences applicables.



Impact en limite de propriété – Etat futur – Période diurne (> 70 dBA)



Impact en limite de propriété – Etat futur – Période nocturne (> 60 dBA)

4.2.4.3 Critère de tonalité marquée (ICPE)

Les données disponibles quant aux équipements techniques ne permettent pas d'évaluer le critère de tonalité marquée auprès des différentes ZER.

Cet aspect devra être évalué par la mesure une fois les installations réalisées.

4.2.4.4 Cartes de bruit

Les cartes de bruit suivantes représentent le niveau sonore prévisionnel dans l'environnement du projet calculé suivant les différentes hypothèses détaillées dans ce document. Seule la contribution du site est représentée



Cartographie acoustique à 2,0 m de hauteur – maillage 5 x 5 m – Impact diurne



Cartographie acoustique à 2,0 m de hauteur – maillage 5 x 5 m – Impact nocturne

4.3 Réduction de l'impact sonore

4.3.1 Principe de traitement

Faisant suite aux échanges avec APL et le bureau d'études IMOGIS, il est étudié dans un premier scénario :

- Insonorisation des groupes froids des DC11/14/15/16 via des coiffes acoustiques spécifiquement créées par le fabricant Carrier
- Insonorisation des groupes froids du DC12 via des coiffes acoustiques spécifiques.

4.3.2 Description des solutions

4.3.2.1 DC11/14/15/16

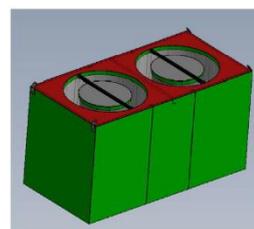
Pour les DC11/14/15/16, il est proposé l'étude de la mise en place de coiffes acoustiques définis par le fabricant Carrier :



Panneaux CLOISONNEMENT Ep 50 mm

Panneaux modulaires à paroi absorbante constituée de :

- Bac en acier galvanisé 10/10 tôle pleine.
- Parement laine minérale densité 55 Kg/m³ protégée par voile de verre et tôle perforée galvanisée DX51D+Z.
- Système d'emboîtement des panneaux entre eux permettant de garantir une bonne étanchéité de l'ensemble une fois monté.
- Anneaux de levage pour grutage monobloc par section de 2 ou 4 ventilateurs



Bulbe absorbant tronconique

- Fond et supports en acier galvanisé
- Enveloppe extérieure sur base de tôle perforée galvanisée DX51D+Z roulée ép 75/100° / 35 % de taux de perforation mini.
- Parement laine minérale 55 Kg/m³ maxi protégée par voile de verre.

Principe des coiffes acoustiques Carrier

Selon le fabricant, ce type d'élément permet une réduction du bruit de 3 dBA. Cette donnée étant peu précise, il a été demandé le détail par bande de l'atténuation apportée. Sans réponse à cette demande à la date de rédaction de cette étude, il est considéré le spectre d'atténuation suivant :

| Elément | Atténuation par bande d'octave [dB] | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz | 4000 Hz | 8000 Hz |
| Coiffe acoustique Carrier | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

Note :

Ce spectre d'atténuation est arbitraire et est défini pour obtenir une atténuation d'environ 3 dBA en valeur globale. Il est probablement sous-évalué en moyennes et hautes fréquences où les atténuations généralement constatées sont plus élevées. En basses fréquences la valeur de 3 dB est cohérente avec les performances habituelles de ce type d'élément.

4.3.2.2 DC11

Pour le DC12, il n'est pas possible d'implanter une solution spécifique au fabricant. Un élément sur mesure sera à mettre en œuvre. Un système de coiffe acoustique avec baffles sera à mettre en œuvre sur une structure support métallique :



Principe d'insonorisation des groupes froids

La solution devra apporter une atténuation minimale de :

| Elément | Atténuation par bande d'octave [dB] | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz | 4000 Hz | 8000 Hz |
| Coiffe acoustique spécifique | 3 | 5 | 10 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |

Toute autre contrainte (structurale, tenue au vent, aérodynamique etc..) devra être évalué par un bureau d'étude compétent sur le sujet.

4.3.3 Résultats de calcul

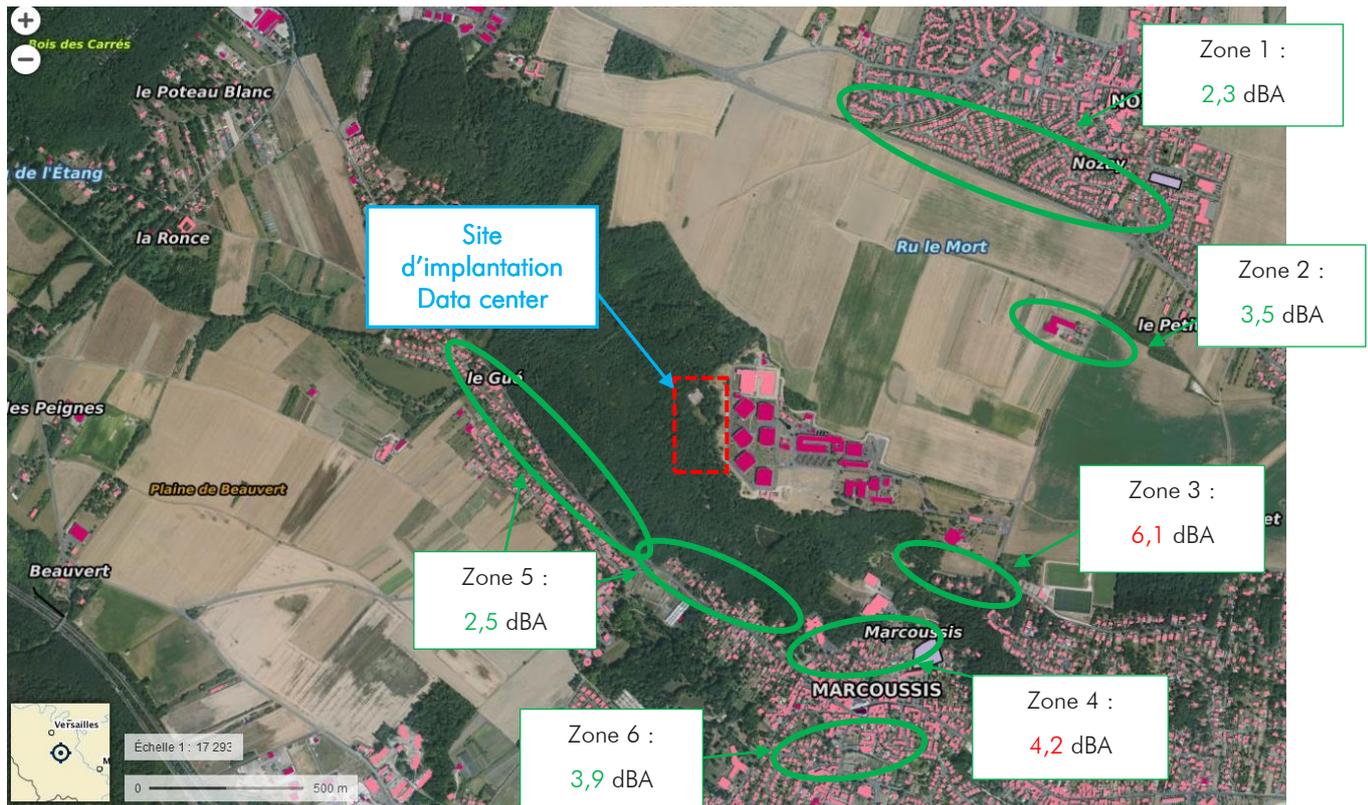
4.3.3.1 Emergence sonore prévisionnelle

Le tableau ci-dessous présente les émergences sonores estimées, selon la configuration testée. Ces émergences ont été évaluées en façade des riverains les plus proches sur la période nocturne, période non conforme.

Afin de faciliter la lecture des résultats, seule l'émergence maximale observée par zone de résiduel (voir §4.1.4.4) est présentée. Les résultats présentés sont arrondis à 0,5 dBA près.

| Emplacement | Période nocturne | | |
|-------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| | Niveau sonore résiduel mesuré [dBA] | Emergence calculée [dBA] | Valeur limite réglementaire [dBA] |
| Zone 1 | 32,5 | 2,3 | ≤ 4,0 |
| Zone 2 | 30,0 | 3,5 | ≤ 4,0 |
| Zone 3 | 35,0 | 6,1 | ≤ 4,0 |
| Zone 4 | 35,0 | 4,2 | ≤ 4,0 |
| Zone 5 | 38,5 | 2,5 | ≤ 4,0 |
| Zone 6 | 32,0 | 3,9 | ≤ 4,0 |

Les figures suivantes traduisent ces résultats de manière cartographique :



Localisation des émergences prévisionnelles par zones

Commentaires

Malgré les traitements apportés et décrits précédemment, des dépassements subsistent toujours en partie Est.

Après analyse, ces dépassements ont pour origine :

- Une atténuation insuffisante pour les coiffes acoustiques Carrier des DC11/14/15/16
- L'impact des groupes froids du DC 18 qui après réduction de l'impact des DC de la zone Est sont la source de bruit principale.

Des traitements complémentaires sont décrits plus loin dans ce rapport afin de rendre l'impact acoustique conforme aux exigences réglementaires applicable.

4.3.3.2 Niveau sonore en limite propriété (ICPE)

Non présenté, ce critère était déjà précédemment conforme avant optimisation.

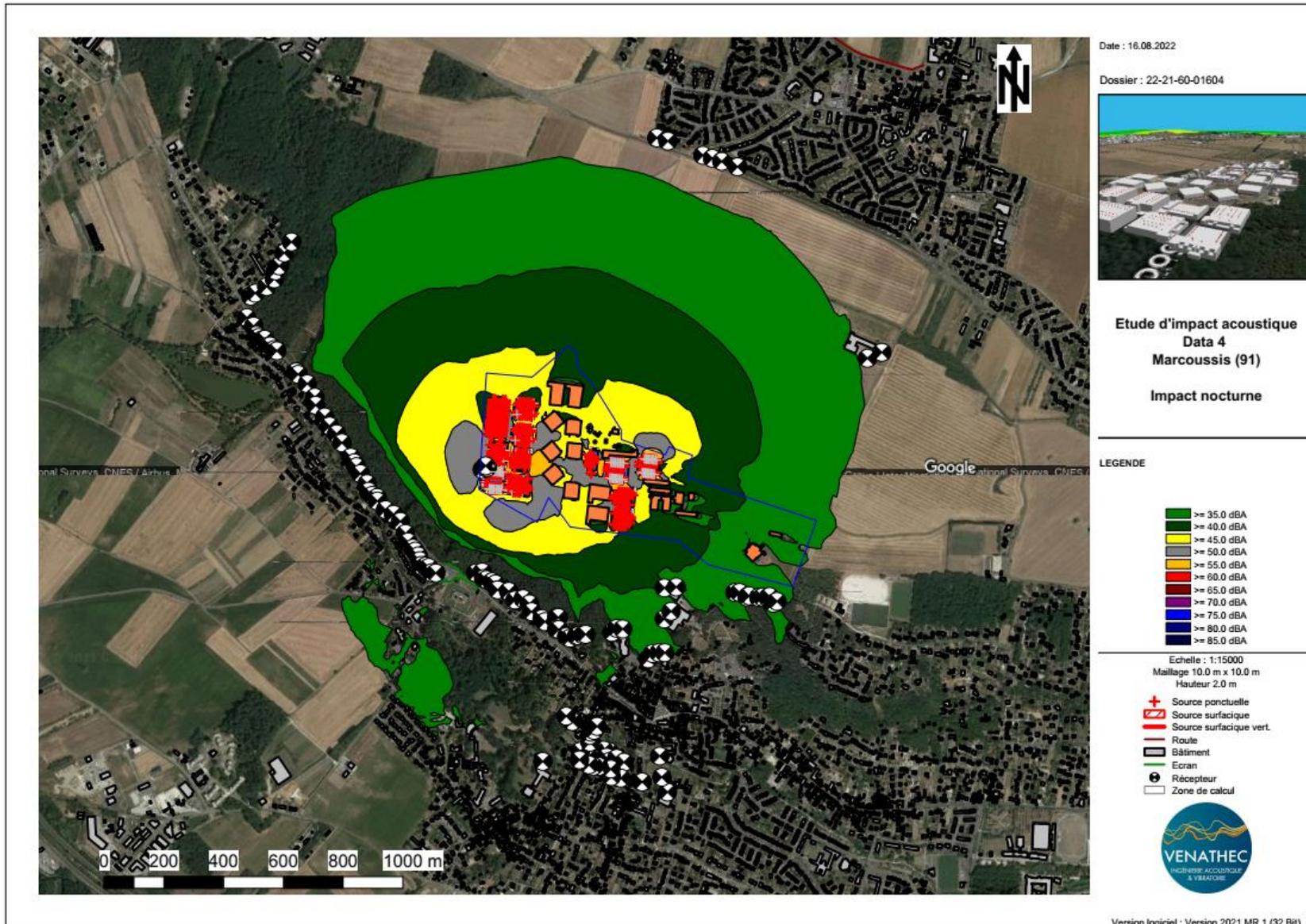
4.3.3.3 Critère de tonalité marquée (ICPE)

Les données disponibles quant aux équipements techniques ne permettent pas d'évaluer le critère de tonalité marquée auprès des différentes ZER.

Cet aspect devra être évalué par la mesure une fois les installations réalisées.

4.3.3.4 Cartes de bruit

Les cartes de bruit suivantes représentent le niveau sonore prévisionnel dans l'environnement du projet calculé suivant les différentes hypothèses détaillées dans ce document. Seule la contribution du site est représentée



Cartographie acoustique à 2,0 m de hauteur – maillage 10 x 10 m – Impact nocturne

4.3.4 Traitements complémentaires

Comme identifié précédemment, des éléments restent à traiter :

- Augmentation de l'atténuation pour les coiffes acoustiques Carrier des DC11/14/15/16
- Traitement des groupes froids du DC18

4.3.4.1 DC11/14/15/16

Les coiffes acoustiques des DC11/14/15/16 devront justifier d'une atténuation minimale :

| Elément | Atténuation par bande d'octave [dB] | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz | 4000 Hz | 8000 Hz |
| Coiffe acoustique spécifique | 3 | 5 | 10 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |

Pour cela, renseignement sera pris auprès de la société Carrier, si des solutions spécifiques sont envisageables.

Dans le cas contraire, des éléments sur mesure (voir §4.3.2.2) seront à mettre en œuvre.

4.3.4.2 DC18

Des coiffes acoustiques telles que décrites pour les DC11/14/15/16 dans le paragraphe précédent seront à mettre en œuvre.

4.3.5 Résultats de calcul après traitements complémentaires

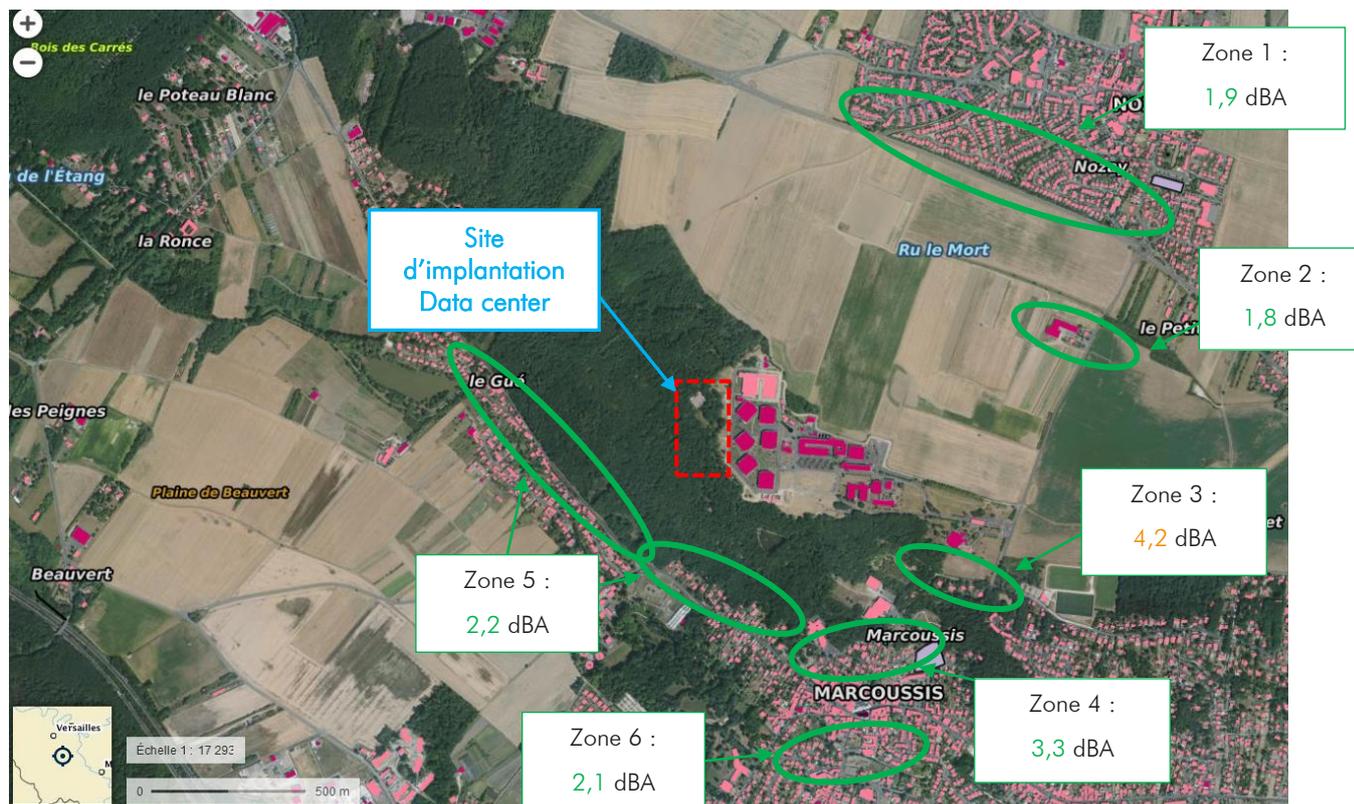
4.3.5.1 Emergence sonore prévisionnelle

Le tableau ci-dessous présente les émergences sonores estimées, selon la configuration testée. Ces émergences ont été évaluées en façade des riverains les plus proches sur la période nocturne, période non conforme.

Afin de faciliter la lecture des résultats, seule l'émergence maximale observée par zone de résiduel (voir §4.1.4.4) est présentée. Les résultats présentés sont arrondis à 0,5 dBA près.

| Emplacement | Période nocturne | | |
|-------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| | Niveau sonore résiduel mesuré [dBA] | Emergence calculée [dBA] | Valeur limite réglementaire [dBA] |
| Zone 1 | 32,5 | 1,9 | ≤ 4,0 |
| Zone 2 | 30,0 | 1,8 | ≤ 4,0 |
| Zone 3 | 35,0 | 4,2* | ≤ 4,0 |
| Zone 4 | 35,0 | 3,3 | ≤ 4,0 |
| Zone 5 | 38,5 | 2,2 | ≤ 4,0 |
| Zone 6 | 32,0 | 2,1 | ≤ 4,0 |

Les figures suivantes traduisent ces résultats de manière cartographique :



Localisation des émergences prévisionnelles par zones

Commentaires

D'une manière générale, l'impact est à présent conforme aux exigences réglementaires applicables.

Au niveau de la zone 3, l'émergence prévisionnelle est ici de 4,2 dBA pour une valeur limite de 4,0 dBA maximum.

Il est rappelé que conformément à la norme NF S 31-010, les valeurs sont à arrondir à 0,5 dBA près, ce qui implique que l'impact y est ici conforme. Les valeurs ne sont pas arrondies pour illustrer tout de même que l'impact est à la limite de l'exigence et qu'en cas de modification d'une des hypothèses (niveau sonore résiduel, puissance acoustique des équipements etc..) une non-conformité peut facilement apparaître de par l'absence de marge de sécurité.

Pour aller plus loin, il serait nécessaire de traiter en complément :

- Les GF techniques du DC14
- Les GF IT du DC20

4.3.5.2 Niveau sonore en limite propriété (ICPE)

Non présenté, ce critère était déjà précédemment conforme avant optimisation.

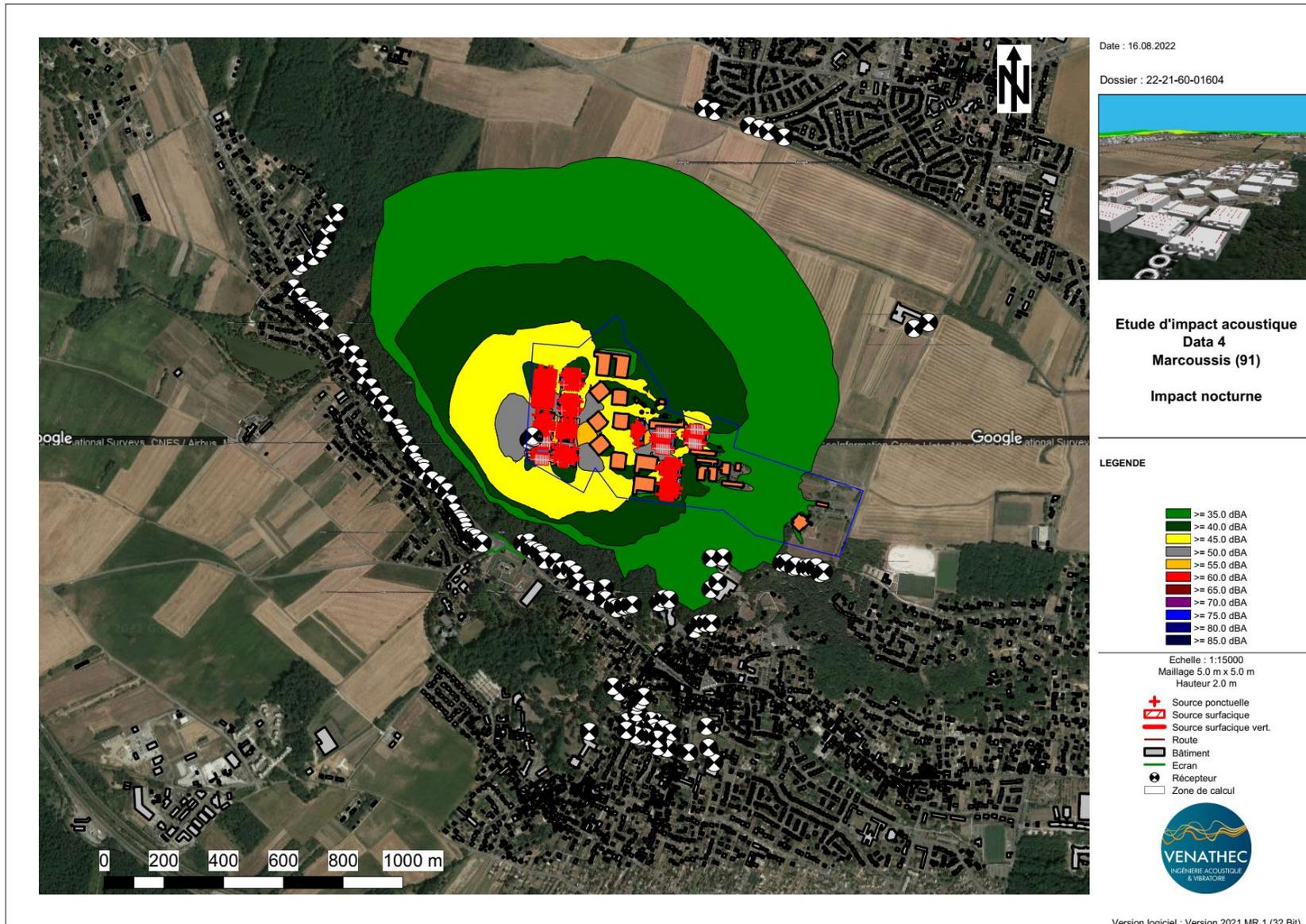
4.3.5.3 Critère de tonalité marquée (ICPE)

Les données disponibles quant aux équipements techniques ne permettent pas d'évaluer le critère de tonalité marquée auprès des différentes ZER.

Cet aspect devra être évalué par la mesure une fois les installations réalisées.

4.3.5.4 Cartes de bruit

Les cartes de bruit suivantes représentent le niveau sonore prévisionnel dans l'environnement du projet calculé suivant les différentes hypothèses détaillées dans ce document. Seule la contribution du site est représentée



Cartographie acoustique à 2,0 m de hauteur – maillage 10 x 10 m – Impact nocturne

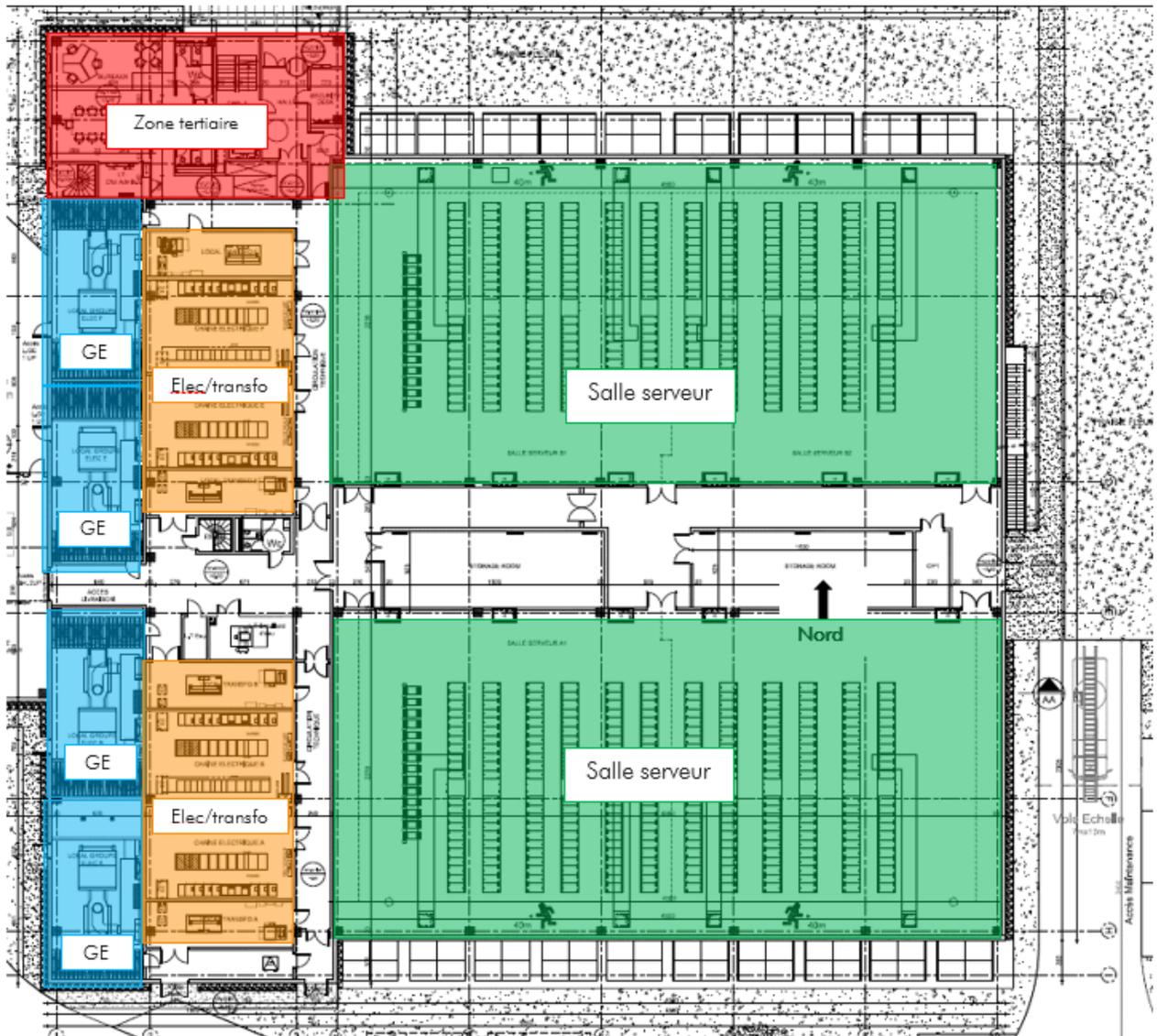
5. IMPACTS SONORES DANS LES ZONES TERTIAIRES

Comme évoqué en introduction, il est souhaité que le bruit provenant des équipements techniques soit maîtrisé dans les locaux tertiaires des bâtiments DC19 et 20.

5.1 Localisation des zones concernées

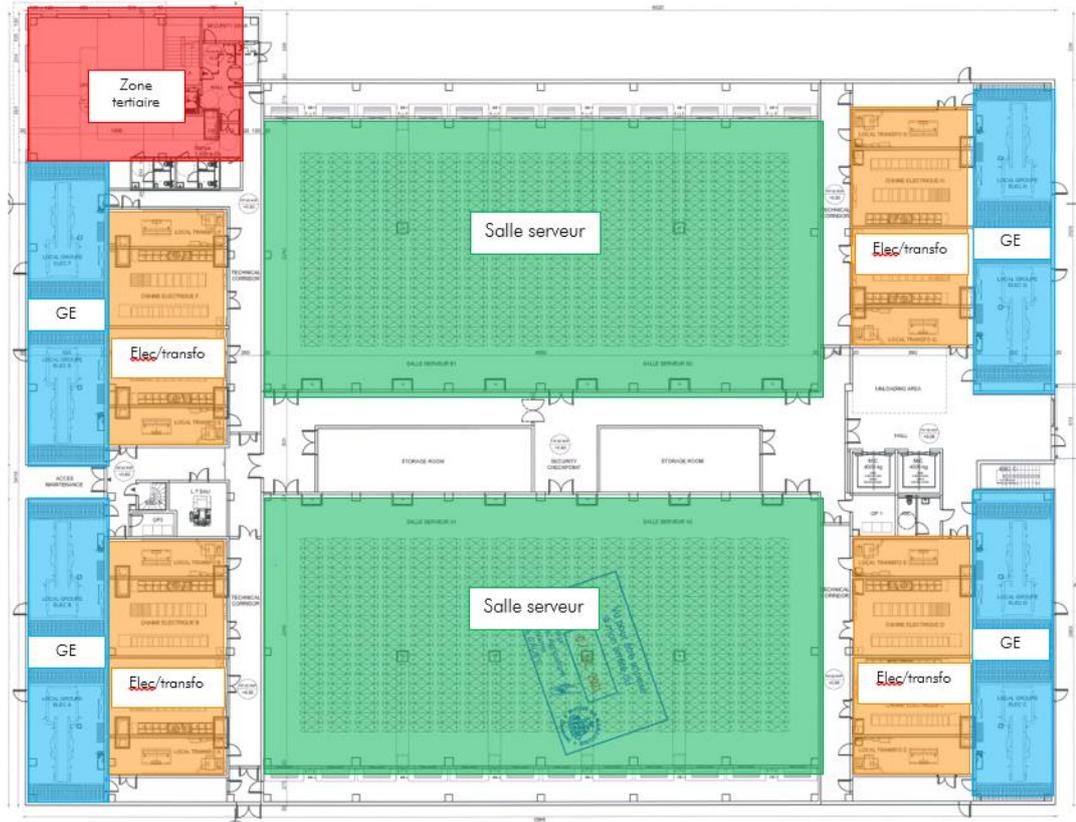
Les extraits de plans suivants localisent les locaux tertiaires et équipements bruyants :

- DC19



Aperçu du plan du RdC Data center (plan PC du 15/12/2021) DC19

- DC20 (sur la base du DC18 selon informations APL/IMOGIS)



Aperçu du plan du RdC Data center (plan PC du 14/04/2021) DC18



Aperçu du plan du R+1 Data center (plan PC du 14/04/2021) DC18

5.2 Niveaux sonores dans les locaux bruyants

5.2.1 Sources de bruit considérées

Le tableau suivant reprend la liste des sources de bruits intérieurs bruyantes, leurs localisations et niveaux sonores associés :

| Data center DC | Source de bruit | Localisation | Niveau sonore en valeur globale [dB]* |
|----------------|---|---------------------------|--|
| DC19 | Groupes électrogènes Cat 3516E | Locaux GE A/B/E/F | Niveau de puissance de l'équipement $L_w = 113$ dBLin selon note de calcul 2AS |
| | | | Niveau de pression acoustique dans le local $L_p = 95$ dBA D'après calcul VENATHEC |
| DC19 | Transfo Schneider electric 2900 kVA | Locaux Transfo A/B/E/F | Niveau de puissance de l'équipement $L_{w,A} = 73$ dBA selon fiche technique |
| | | | Niveau de pression acoustique dans le local $L_p = 67$ dBA D'après calcul VENATHEC |
| DC19 | Salles serveurs | Salles serveurs | Non étudié à ce stade en l'absence d'hypothèse de niveau sonore |
| DC20 | Groupes électrogènes Cat 3516B | Locaux GE A/B/E/F | Niveau de puissance de l'équipement $L_{w,A} = 116$ dBA selon note de calcul DECICAL |
| | | | Niveau de pression acoustique dans le local $L_p = 105$ dBA selon note de calcul DECICAL |
| DC20 | Transfo Schneider electric 2900 kVA | Locaux GE A/B/E/F | Niveau de puissance de l'équipement $L_{w,A} = 73$ dBA selon fiche technique |
| | | | Niveau de pression acoustique dans le local $L_p = 67$ dBA D'après calcul VENATHEC |
| DC20 | Salles serveurs | Salles serveurs | Non étudié à ce stade en l'absence d'hypothèse de niveau sonore |

* Selon la provenance de la donnée, le niveau sonore est exprimée en niveau de puissance acoustique $L_{w,A}$ ou en niveau de pression acoustique L_p à une distance donnée

5.2.2 Aménagement des locaux

Il est considéré que les locaux bruyants sont aménagés de la manière suivante :

- DC19
 - Groupes électrogènes

Le plafond est intégralement traité par un élément absorbant présentant un coefficient d'absorption $\alpha_w \geq 0,90$ de type MURBLOC 50 mm de Décical acoustique ou équivalent. Deux parois verticales sont également intégralement traitées.



Aperçu des panneaux acoustiques

- Local Transfo

Le plafond est intégralement traité par un élément absorbant présentant un coefficient d'absorption $\alpha_w \geq 0,90$ de type MURBLOC 50 mm de Décical acoustique ou équivalent. Les parois verticales sont considérées comme non traitées (mur béton lisse).

- Locaux serveurs

Non étudié à ce stade en l'absence d'hypothèse de niveau sonore

- **DC20**

Idem DC19

5.3 Estimation de l'isolement au bruit aérien entre les locaux

5.3.1 Aspect méthodologique

Le calcul d'isolation acoustique entre les différents locaux a été réalisé à l'aide du logiciel ACUBAT V8, développé par le CSTB. Ce logiciel permet de prédire les performances acoustiques d'un ouvrage à partir des performances de produits/composants et en modélisant une géométrie. Les calculs sont basés sur la série de normes européennes EN 12354 (parties 1 à 6).

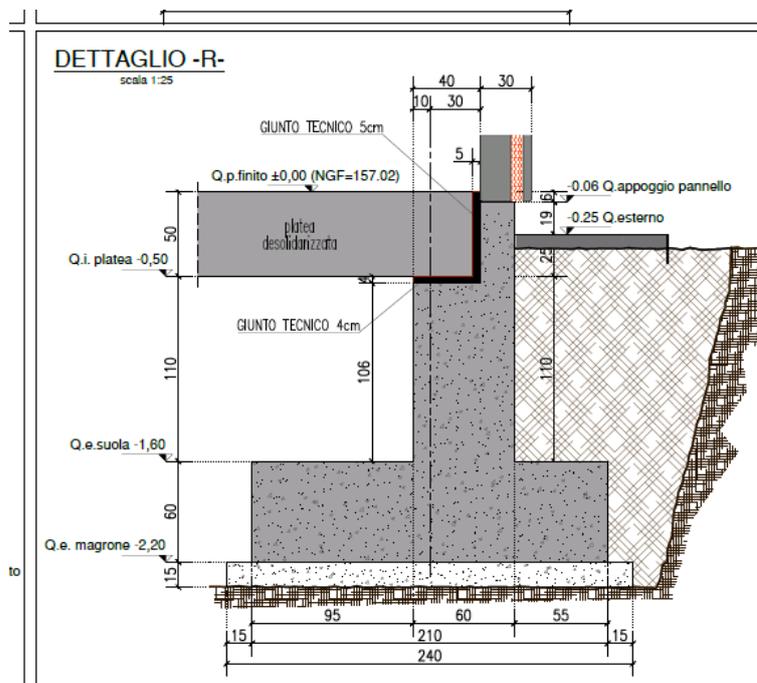
5.3.2 Hypothèses constructives

Au sein de cette étude, il est considéré que les bâtiments seront réalisés de la manière suivante :

- **DC19**

- **Façades** : Façade en béton caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w + C_{tr} \geq 57$ dB, de type béton armé d'épaisseur minimale 20 cm et de masse surfacique 460 kg/m².
- **Planchers** : Plancher alvéolé type 36+14 caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w + C \geq 64$ dB et un niveau de bruit de choc $L_{n,w} \leq 77$ dB, de type dalle alvéolée d'épaisseur 36 cm avec chape de compression d'épaisseur 14 cm minimum en tout point par analogie avec des produits similaires

A noter que les planchers (d'épaisseurs 50 cm) de la zone GE sont désolidarisés en périphérie via un matériau de nature et performance inconnue :



Extrait de plan de l'entreprise Generale Prefabbricati

Il est recommandé l'emploi d'un matériau résilient type Sylomer ou Sylodyn de Getzner ou équivalent de fréquence propre sous charge de l'ordre de 10 à 12 Hz maximum.

- **Séparatifs intérieurs** : Mur maçonné caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w + C \geq 60$ dB, de type parpaing plein ou plein perforé d'épaisseur 20 cm et de masse surfacique 420 kg/m², enduit au plâtre ou au ciment sur une face au moins.

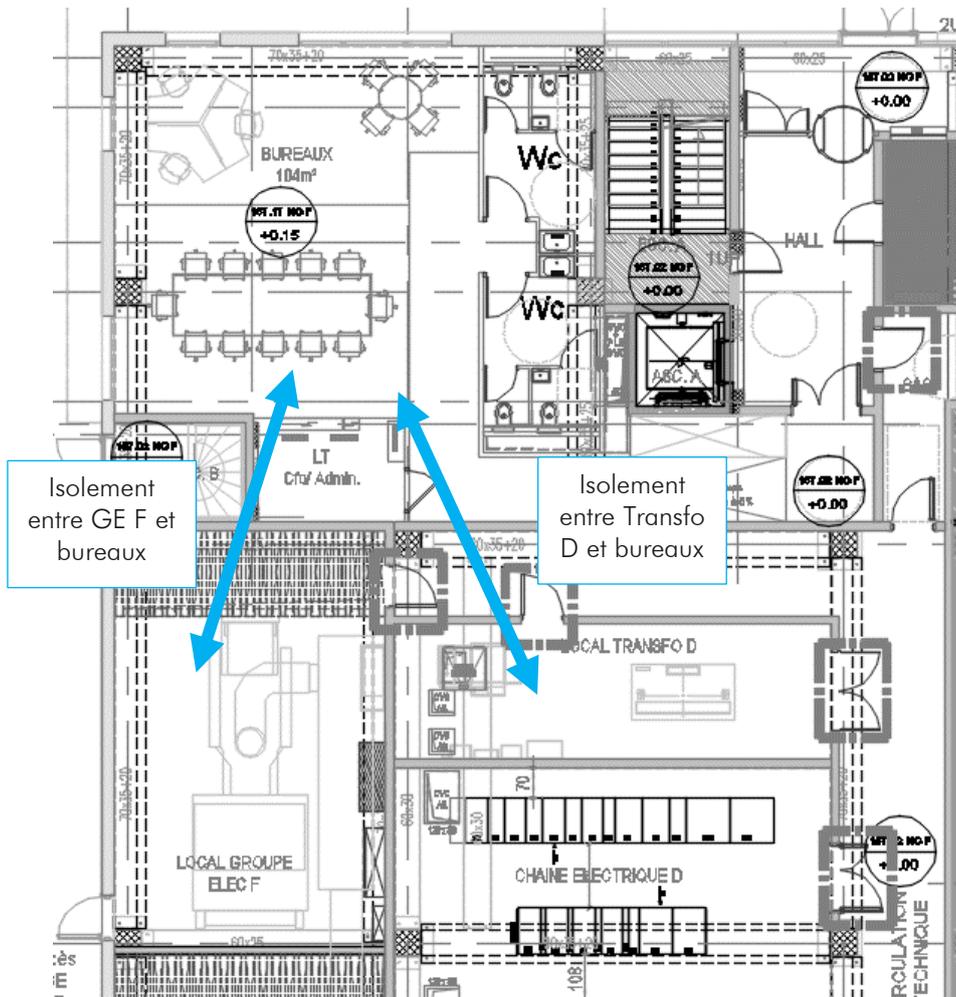
- **DC20**

Hypothèses similaires au DC19.

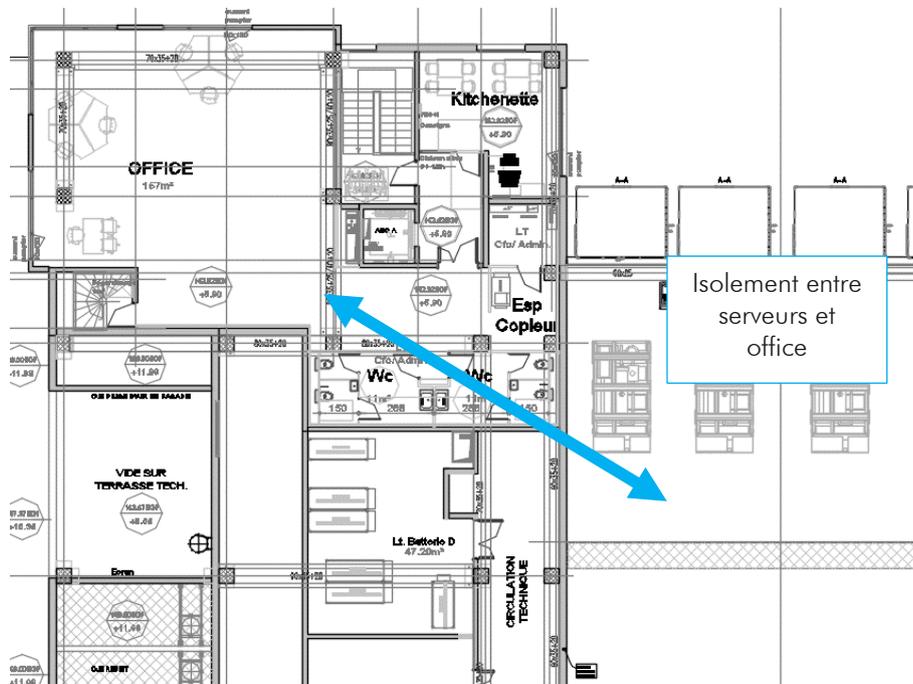
5.3.3 Situations étudiées

- **DC19**

Il est étudié l'isolement aux bruits aériens entre le local GE F et les bureaux du RdC ainsi qu'entre le local transfo D et les bureaux du RdC, au R+1 entre la salle serveur et l'office :



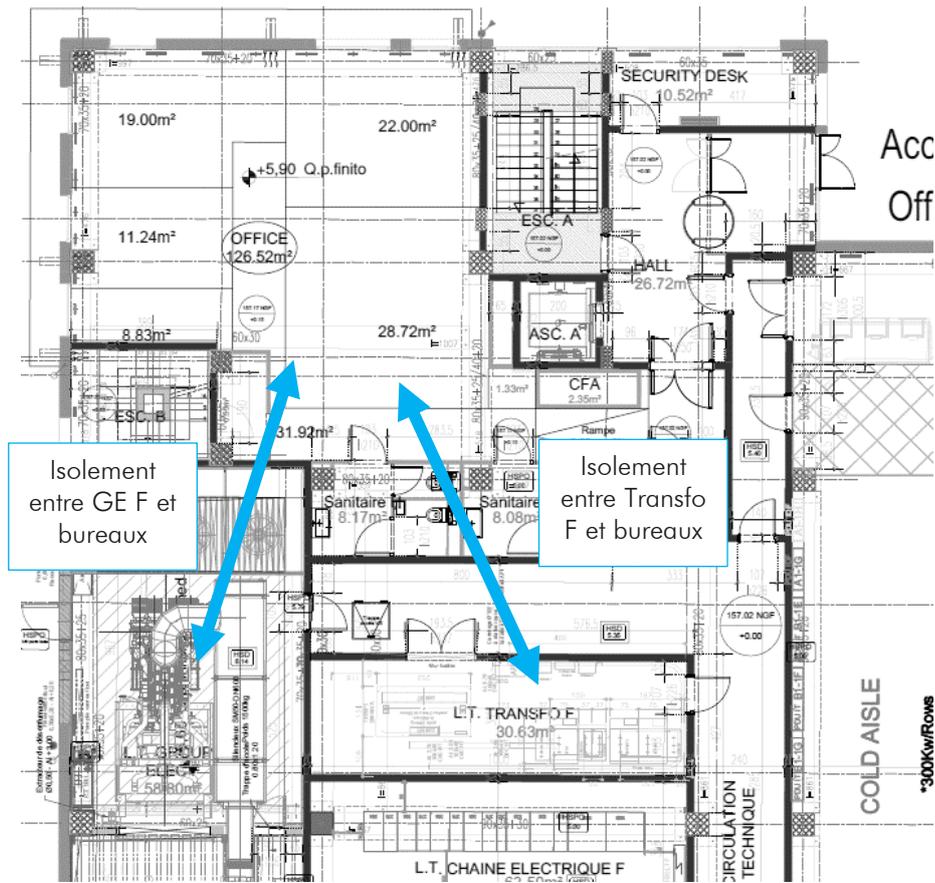
Localisation de simulations réalisées au RdC



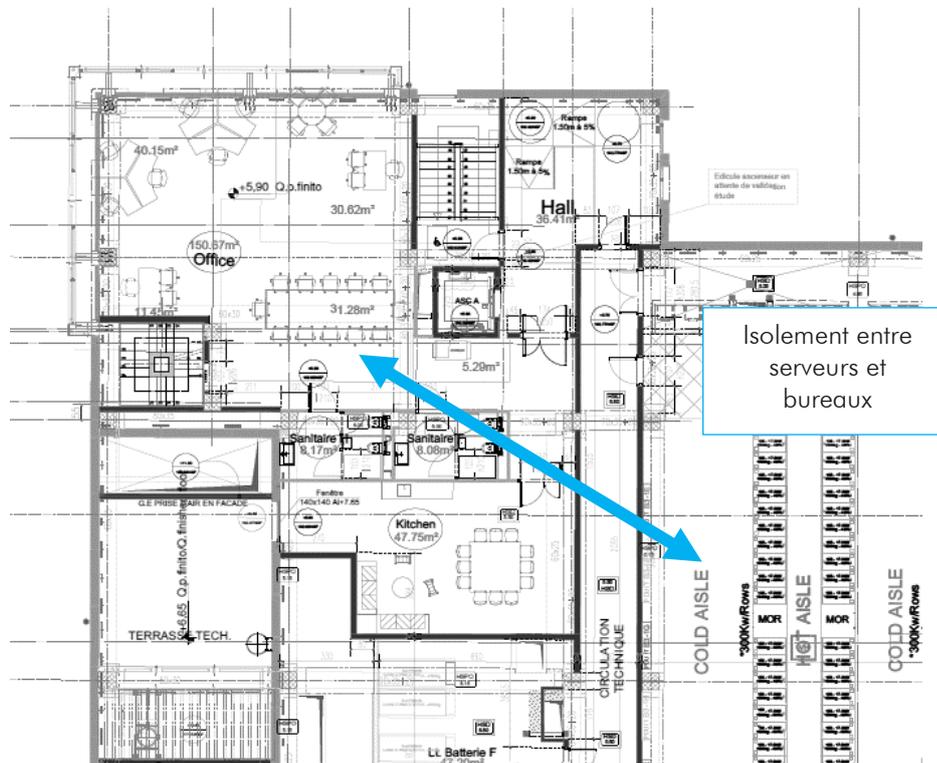
Localisation de simulations réalisées au R+1

• **DC20**

Il est étudié l'isolement aux bruits aériens entre le local GE F et l'office du RdC ainsi qu'entre le local transfo F et l'office du RdC, au R+1 entre la salle serveur et les bureaux :



Localisation de simulations réalisées au RdC



5.3.4 Isolement au bruit entre locaux

Les paragraphes ci-dessous présentent les résultats obtenus par simulation. Les fiches de calcul détaillées sont consultables sur demande.

Le tableau suivant présente les résultats de calcul d'isolement aux bruits aériens entre locaux, selon l'indice $D_{nT,A}$.

| Data center DC | Local d'émission | Local de réception | $D_{nT,A}$ estimé [dB] |
|----------------|------------------|--------------------|------------------------|
| DC19 | Local GE | Bureaux | 60 |
| DC19 | Local transfo | Bureaux | 59 |
| DC19 | Local serveur | Bureaux | 57 |
| DC20 | Local GE | Bureaux | 62 |
| DC20 | Local transfo | Bureaux | 63 |
| DC20 | Local serveur | Bureaux | 57 |

5.3.5 Estimation du niveau de bruit dans les zones tertiaires

Suivant les différentes hypothèses décrites dans les paragraphes précédents, il est alors possible d'estimer le niveau de bruit prévisionnel dans les différentes zones tertiaires. Le tableau suivant reprend les principaux résultats. Celui-ci est synthétique pour des raisons de présentation mais le calcul détaillé, par bande d'octave, est disponible sur demande) :

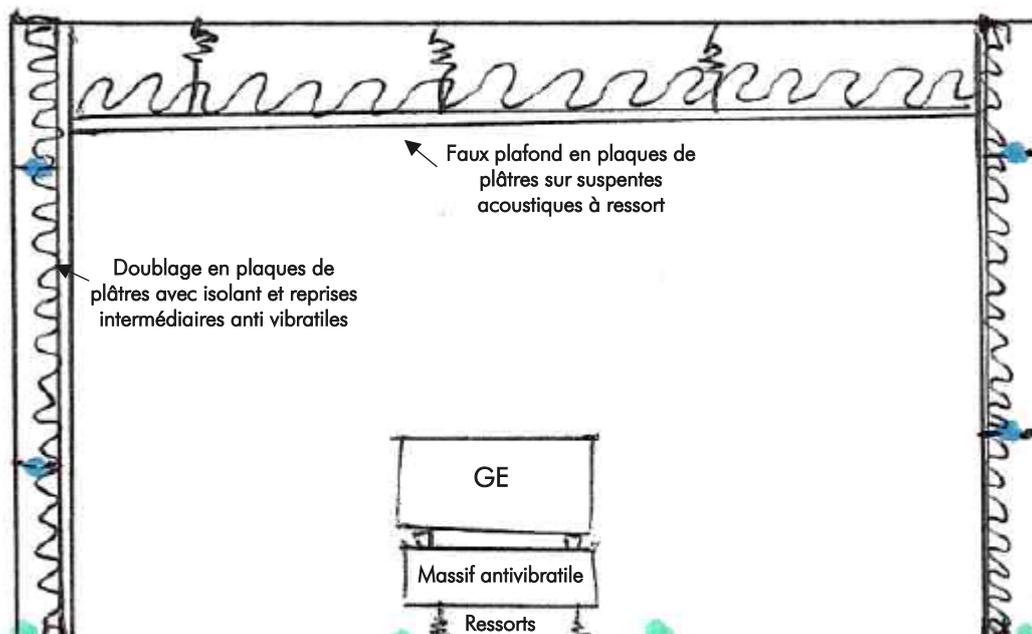
| Data Center DC | Source de bruit | Niveau sonore en valeur globale L_{nAT} [dBA] et indice NR dans le local tertiaire | Objectif L_{nAT} [dBA] et NR |
|----------------|-----------------|--|--------------------------------|
| DC19 | Local GE | 41 dBA et NR37 | ≤ 35 dBA et NR30 |
| DC19 | Local transfo | 17 dBA et NR12 | ≤ 35 dBA et NR30 |
| DC19 | Local serveur | Non étudié | ≤ 35 dBA et NR30 |
| DC20 | Local GE | 50 dBA et NR47 | ≤ 35 dBA et NR30 |
| DC20 | Local transfo | 13 dBA et NR7 | ≤ 35 dBA et NR30 |
| DC20 | Local serveur | Non étudié | ≤ 35 dBA et NR30 |

Commentaires :

Le bruit généré par les groupes électrogènes sera perceptible dans les locaux tertiaires lors du fonctionnement ou la maintenance de ceux-ci.

Le bruit généré par les transformateurs est quant à lui faible et ne sera pas perçu par les utilisateurs des locaux tertiaires.

Le schéma de principe suivant résume cette proposition :



Proposition d'aménagement du local GE

- **Doublage acoustique sur ossature métallique**

Doublage thermique et acoustique sur ossature métallique de type M48, comprenant deux plaques de plâtre BA13 et un isolant en laine minérale d'épaisseur 45 mm, de type M48 Placostil de Placoplâtre, ou équivalent.

Mise en œuvre : Le doublage sera indépendant des parois verticales. S'il y a nécessité de réaliser des reprises intermédiaires il sera employé des éléments de reprise acoustique type dBBreak de Plaka ou équivalent.



Aperçu d'un élément de reprise intermédiaire acoustique

- **Faux-plafond isolant sur suspentes antivibratiles à ressort**

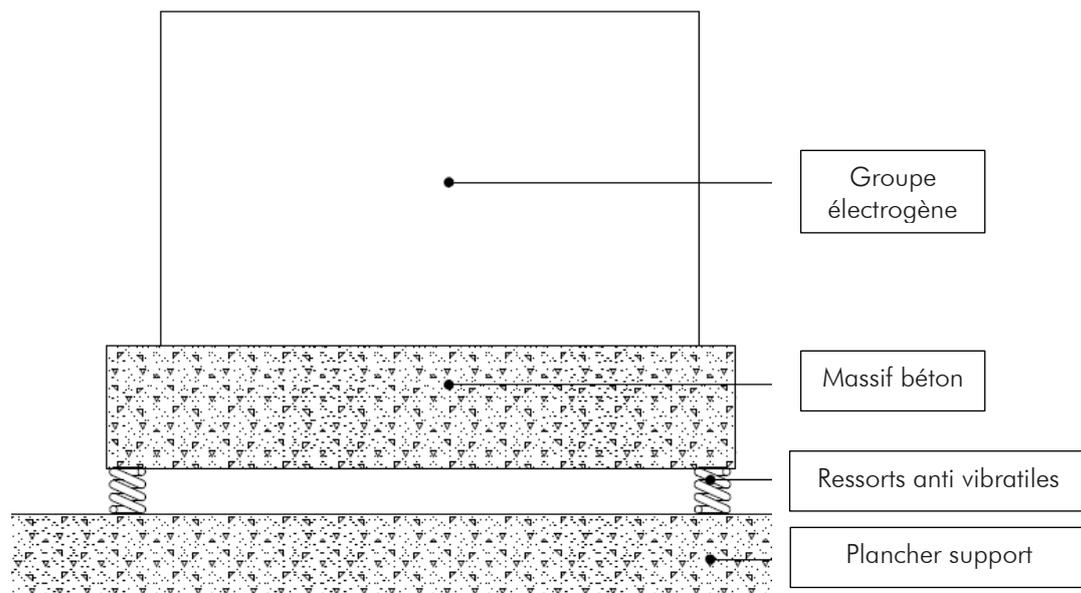
Plafond isolant, constitué de deux plaques de plâtre BA13 et 100 mm de laine minérale, sur ossature métallique comprenant ossature primaire et secondaire, suspendu au plancher haut par des suspentes antivibratiles à ressort de fréquence propre sous charge 6 Hz maximum, dans un plénum de 300 mm minimum.

Produit type : Stil Prim avec suspentes à ressort Winfix dB de Placoplâtre ou VT de AMC-Mecanocaucho, I-Tec de Knauf avec suspente GA3R, ou équivalent.

- **Découplage du groupe électrogène**

Un massif d'inertie en béton sera mis en œuvre sous le groupe électrogène. Il aura une masse correspondant à au moins deux fois la masse de l'équipement supporté. Les plots antivibratiles seront intercalés entre ce massif béton et le plancher support.

Les plots antivibratiles placés sous le groupe devront permettre une efficacité de filtrage des vibrations d'au moins 95 % à la fréquence la plus basse d'excitation. Des plots antivibratiles en matériau élastique (caoutchouc, élastomère, PUR) ou ressort seront à employer, selon le cas.



Principe de désolidarisation du groupe électrogène

5.3.6.4 Renforcement de l'isolation des bureaux

L'option présentée ici consiste à renforcer l'isolement acoustique entre les locaux GE et locaux tertiaires non pas au niveau du local GE mais au niveau des locaux tertiaires.

Les descriptions suivantes seront à respecter :

- **Doublage acoustique sur ossature métallique**

Doublage thermique et acoustique sur ossature métallique de type M48, comprenant une plaque de plâtre BA13 et un isolant en laine minérale d'épaisseur 100 mm, de type M48 Placostil de Placoplâtre, ou équivalent.

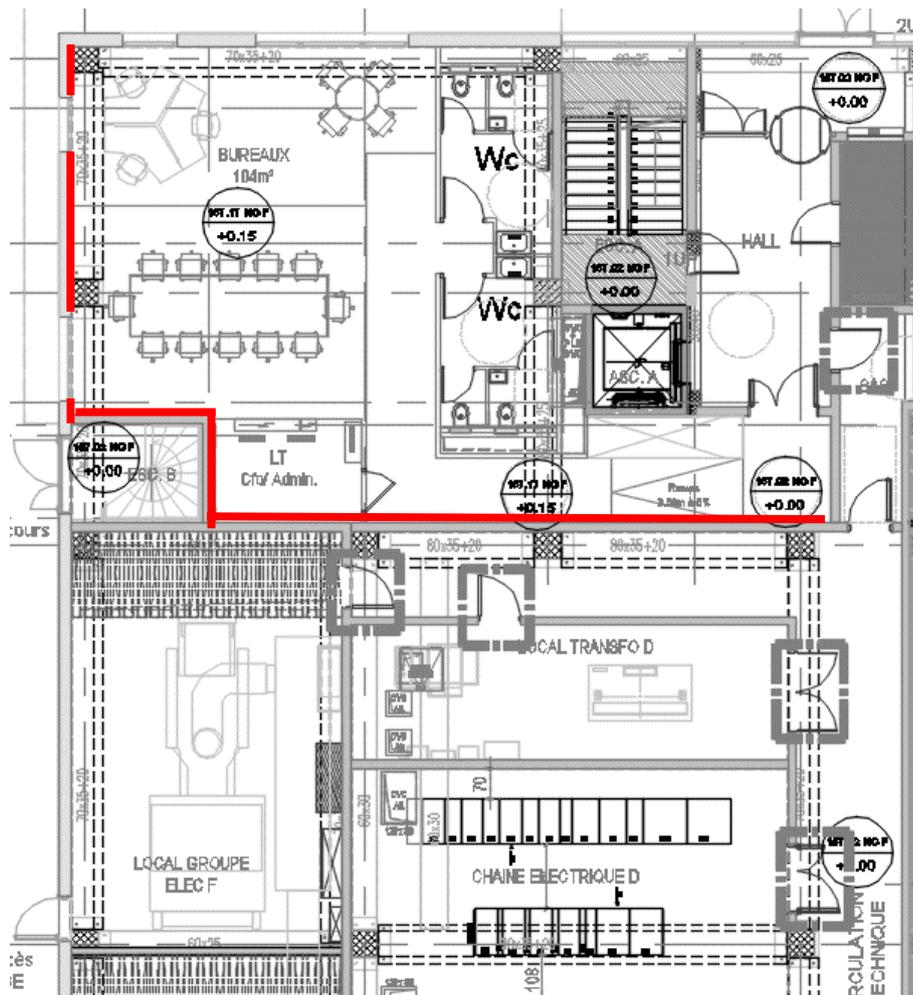
Mise en œuvre : Le doublage sera indépendant des parois verticales. S'il y a nécessité de réaliser des reprises intermédiaires il sera employé des éléments de reprise acoustique type dBBreak de Plaka ou équivalent.



Aperçu d'un élément de reprise intermédiaire acoustique

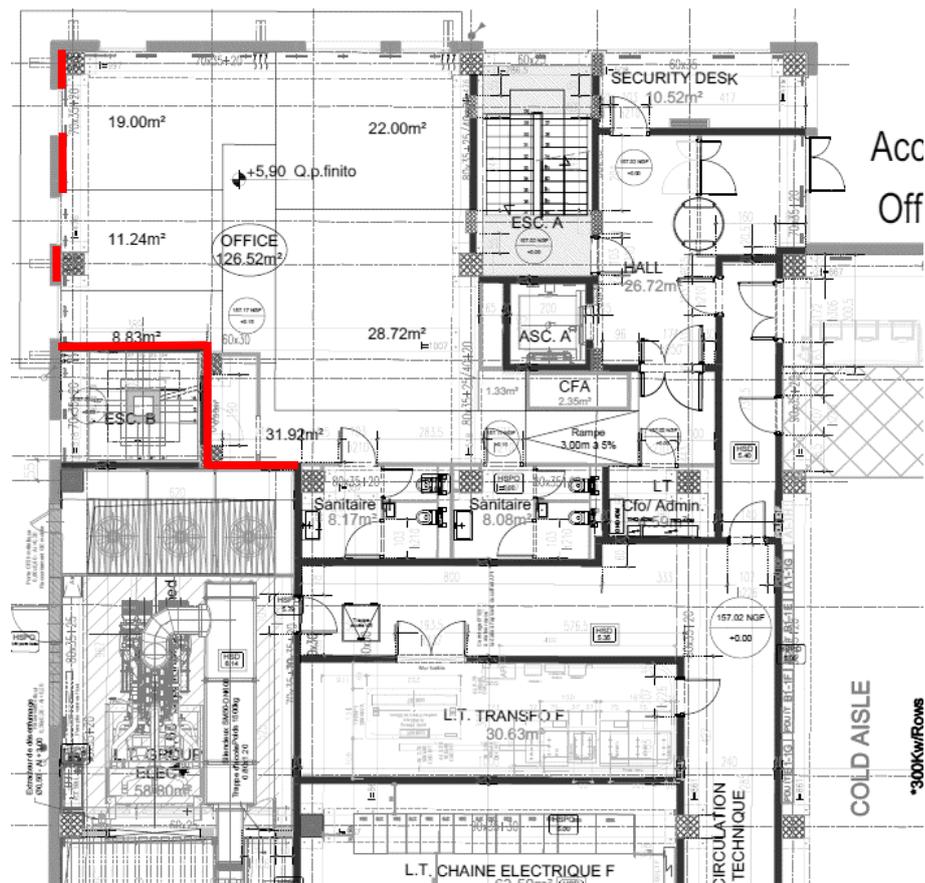
Localisation :

o DC 19 :



Localisation des doublages du DC19 (en rouge)

○ DC 20 :



Localisation des doublages du DC20 (en rouge)

● **Dalle flottante sur plots antivibratiles ponctuels en élastomère**

Dalle flottante en béton armé d'épaisseur minimum 12 cm mise en œuvre sur des plots antivibratiles ponctuels en polyuréthane élastique (PUR), de fréquence propre sous charge de l'ordre de 10 à 12 Hz maximum, caractérisée par un indice d'amélioration de l'isolation au bruit de choc $\Delta L_w \geq 30$ dB et une amélioration de l'indice d'affaiblissement acoustique $\Delta(R_w+C) \geq 13$ dB (mesurée sur plancher béton de 14 cm), de type Sylomer de Getzner, Purasys de Kraiburg, FZH de AMC Mecanocaucho, ou équivalent.

Localisation : Zones tertiaires DC20

Mise en œuvre :

- Des relevés périphériques en élastomère d'épaisseur 8 à 10 mm seront placés en rives contre les parois verticales (mur, cloison, poteau etc.) et également au droit des seuils de porte et autour des pieds d'huisserie, pour une désolidarisation totale par rapport au reste du bâti.

● **Plafond isolant standard**

Plafond isolant constitué d'une plaque de plâtre BA13 et 45 mm de laine minérale, sur ossature métallique, dans un plenum total de 200 mm minimum permettant une amélioration de l'indice d'affaiblissement acoustique $\Delta(R_w+C) \geq 10$ dB.

Localisation : Zones tertiaires DC20

Mise en œuvre : Ce faux-plafond ne sera pas percé pour incorporation de luminaires, gaines de ventilation et tuyauteries.

5.3.7 Transmission par les façades

Un calcul complémentaire est réalisé au niveau des façades des zones tertiaires en fonction du niveau sonore généré par les équipements extérieurs. En effet comme vu au chapitre 4, le bruit dans l'environnement est important et donc une composante extérieure se propageant par les façades peut engendrer une gêne dans les bureaux.

Pour cela un récepteur virtuel est placé au niveau des façades dans la simulation acoustique.

Les niveaux sonores prévisionnels suivants sont alors observés :

| Data center DC | Configuration | Niveau sonore en valeur globale [dBA] |
|----------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| DC19 | Situation initiale (§4.2.4) | 69 dBA |
| DC20 | Situation initiale (§4.2.4) | 69 dBA |

En fonction des objectifs précédemment présentés, il est alors possible de définir l'objectif d'isolement minimal à respecter (de la même manière que précédemment, le tableau suivant est synthétique pour des raisons de présentation mais le calcul détaillé, par bande d'octave, est disponible sur demande) :

| Dat center DC | Configuration | Isolement de façade minimale $D_{nT,A,tr}$ [dB] |
|---------------|-----------------------------|---|
| DC19 | Situation initiale (§4.2.4) | ≥ 32 dB |
| DC20 | Situation initiale (§4.2.4) | ≥ 33 dB |

L'isolement au bruit extérieur est principalement conditionné par la performance acoustique des menuiseries extérieures. En considérant l'absence d'entrée d'air en façade (ventilation double flux) et de coffre de volet roulant et des parois opaques en béton plein 20 cm, les performances acoustiques minimales à respecter pour les châssis vitrés sont reprises dans le tableau suivant :

| Dat center DC | Configuration | Indice d'affaiblissement acoustique R_{w+Ctr} [dB] | Composition indicative |
|---------------|-----------------------------|--|-----------------------------|
| DC19 | Situation initiale (§4.2.4) | ≥ 32 dB | Double vitrage type 8(16)4 |
| DC20 | Situation initiale (§4.2.4) | ≥ 33 dB | Double vitrage type 10(16)4 |

6. CONCLUSION

Dans le cadre de l'implantation des Data center DC11, 12, 14 à DC23 au sein du site DATA4 à Marcoussis (91), APL a sollicité le bureau d'études acoustiques VENATHEC afin de réaliser une étude d'impact acoustique.

L'objet de cette étude est d'évaluer l'impact acoustique du site et de ses installations auprès du voisinage proche, de le comparer aux exigences réglementaires applicables et en cas de dépassements, proposer des solutions de réduction de l'impact acoustique.

De plus pour les bâtiments accueillant une zone tertiaire, il est souhaité que le bruit des installations soit maîtrisé dans ces espaces. Une analyse du bruit se propageant à l'intérieur des locaux a été menée, uniquement pour les DC 19 et 20 comme souhaité par le client.

L'étude s'appuie sur les différents documents fournis par les sociétés APL et IMOGIS, notamment :

- La fiche technique des sources de bruits (groupes électrogènes, groupes de production de froid, recycleurs d'air, transformateurs etc..) ;
- Les plans Permis de Construire des différents DC ;
- Les plans d'implantation des Groupes froids ;
- Les scénarios de fonctionnement des différents équipements.

La campagne de mesure acoustique des niveaux sonores résiduel a été réalisée dans le cadre de la prestation « 22-21-60-1604-01-A-JDO-Contrôle acoustique réglementaire ICPE du site Data4 à Marcoussis (91) » réalisée par VENATHEC en janvier 2022.

Il est à noter que ce document ne concerne que les bâtiments DC11, 12, 14 à DC23. L'impact acoustique global du site DATA4 n'est pas abordé par ce document. Afin de maîtriser l'impact acoustique, une approche globale est à mener, (existant DC 1 à 10 et DC12).

Suite aux simulations réalisées, il apparaît que l'impact acoustique prévisionnel est non conforme en période nocturne auprès du voisinage.

Après discussions avec APL et le bureau d'études IMOGIS, il a été étudié la mise en œuvre de coiffes acoustiques sur différents groupes froids de plusieurs Data center.

Les performances acoustiques et localisation de ces éléments sont décrites dans ce rapport.

Concernant la limitation du bruit dans les espaces tertiaires, seul lors du fonctionnement des groupes électrogènes, un risque de dépassement des objectifs proposés apparaît. Pour cela il est proposé d'insonoriser les locaux GE soit par la mise en œuvre d'un joint de désolidarisation et un double mur autour des locaux GE, soit par la création de « boîte dans la boîte » dans les locaux concernés.

Il est recommandé de réaliser une campagne de mesure après travaux pour vérifier la conformité de l'impact acoustique du projet.

Il est également recommandé de prévoir l'accompagnement d'un acousticien sur la phase réalisation et suivi de chantier pour vérifier la bonne sélection et correcte mise en œuvre des traitements acoustiques.

7. ANNEXE : HYPOTHESES DE NIVEAU SONORE

Note : pour les équipements dont les données par bandes d'octave n'ont pas été transmises (valeur globale uniquement), une hypothèse à partir d'un équipement similaire a été réalisée.

| Data Center DC | Source de bruit | Localisation | Niveau sonore [dB] par bande d'octave | | | | | | | | Valeur globale | Commentaire | |
|----------------|--|---|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---|---|--------------------------|
| | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 000 Hz | 2 000 Hz | 4 000 Hz | 8 000 Hz | [dBA]* | | |
| 14 | Recycleurs 20 unités FLAKTGROUP 65 000m ³ /h | Extérieur façades salles serveurs | 88 | 85 | 70 | 62 | 53 | 54 | 49 | 38 | Niveau de puissance rayonné L _{w,A} = 70 dBA | Spectre selon ROBATHERM RL 24/36 55 000m ³ /h DC 11/12 | |
| | | | 87 | 98 | 90 | 90 | 87 | 86 | 83 | 78 | Niveau de puissance soufflage L _{w,A} = 93 dBA | Spectre selon ROBATHERM RL 24/36 55 000m ³ /h DC 11/13 | |
| | | | 86 | 95 | 84 | 80 | 80 | 81 | 78 | 73 | Niveau de puissance aspiration L _{w,A} = 87 dBA | Spectre selon ROBATHERM RL 24/36 55 000m ³ /h DC 11/14 | |
| DC14 | GE CAT 3516B | Locaux GE | 99 | 99 | 98 | 95 | 98 | 98 | 96 | 100 | Niveau de puissance acoustique L _{w,A} = 106 dBA | selon note de calcul 2AS | |
| DC14 | GE CAT 3516B | Locaux GE | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | selon note de calcul 2AS |
| DC14 | GE CAT 3516B | Réseaux aspiration et refoulement | 97 | 97 | 78 | 64 | 63 | 63 | 66 | 85 | Niveau de puissance acoustique L _{w,A} = 97 dBA | selon note de calcul 2AS, le niveau sonore à l'aspiration est retenu pour les deux réseaux afin de faciliter le calcul, l'écart entre les deux réseaux est de 1 dBA | |
| 14 et 15 | Groupes froids technique 3 unités 207 kW CARRIER 30 RBP 210 R | Terrasse technique | 106 | 89 | 89 | 89 | 87 | 82 | 82 | 76 | Niveau de puissance L _{w,A} = 92 dBA de l'équipement | Spectre recalé sur spectre de référence | |
| 15 | Recycleurs 20 unités FLAKTGROUP CAIRplus SX 344.220/312/1880AVBV 68 000m ³ /h | Extérieur façades salles serveurs | 88 | 85 | 70 | 62 | 53 | 54 | 49 | 38 | Niveau de puissance rayonné L _{w,A} = 70 dBA | Spectre selon ROBATHERM RL 24/36 55 000m ³ /h DC 11/12 | |
| | | | 87 | 98 | 90 | 90 | 87 | 86 | 83 | 78 | Niveau de puissance soufflage L _{w,A} = 93 dBA | Spectre selon ROBATHERM RL 24/36 55 000m ³ /h DC 11/13 | |
| | | | 86 | 95 | 84 | 80 | 80 | 81 | 78 | 73 | Niveau de puissance aspiration L _{w,A} = 87 dBA | Spectre selon ROBATHERM RL 24/36 55 000m ³ /h DC 11/14 | |

| Data Center DC | Source de bruit | Localisation | Niveau sonore [dB] par bande d'octave | | | | | | | | Valeur globale | Commentaire |
|----------------|--|---|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---|---|
| | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 000 Hz | 2 000 Hz | 4 000 Hz | 8 000 Hz | [dBA]* | |
| DC15 | GE CAT 3516B | Locaux GE | 99 | 99 | 98 | 95 | 98 | 98 | 96 | 100 | Niveau de puissance acoustique L _{w,A} = 106 dBA | selon note de calcul 2AS |
| DC15 | GE CAT 3516B | Locaux GE | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | selon note de calcul 2AS |
| DC15 | GE CAT 3516B | Réseaux aspiration et refoulement | 97 | 97 | 78 | 64 | 63 | 63 | 66 | 85 | Niveau de puissance acoustique L _{w,A} = 97 dBA | selon note de calcul 2AS, le niveau sonore à l'aspiration est retenu pour les deux réseaux afin de faciliter le calcul, l'écart entre les deux réseaux est de 1 dBA |
| 16 | Recycleurs 20 unités FLAKTGROUP CAIRplus SX 67 697m ³ /h | Extérieur façades salles serveurs | 83 | 80 | 65 | 57 | 48 | 49 | 44 | 33 | Niveau de puissance rayonné L _{w,A} = 65 dBA | Spectre selon ROBATHERM RL 24/36 55 000m ³ /h DC 11/12 |
| | | | 85 | 96 | 88 | 88 | 85 | 84 | 81 | 76 | Niveau de puissance soufflage L _{w,A} = 91 dBA | Spectre selon ROBATHERM RL 24/36 55 000m ³ /h DC 11/13 |
| | | | 84 | 93 | 82 | 78 | 78 | 79 | 76 | 71 | Niveau de puissance aspiration L _{w,A} = 85 dBA | Spectre selon ROBATHERM RL 24/36 55 000m ³ /h DC 11/14 |
| 16 | Groupes froids technique 3 unités 207 kW CARRIER 30 RBP 210 R | Terrasse technique | 106 | 89 | 89 | 89 | 87 | 82 | 82 | 76 | Niveau de puissance L _{w,A} = 92 dBA de l'équipement | Spectre recalé sur spectre de référence |
| 17 | PAC bureau Carrier Aqausnap 30-RQ-045R | Terrasse technique | 94 | 77 | 77 | 77 | 75 | 70 | 70 | 64 | Niveau de puissance L _{w,A} = 80 dBA de l'équipement | Spectre recalé sur spectre de référence |
| DC17 DC19 | Recycleurs 10 unités FLAKTGROUP CAIRplus SX 344.220/312/188AVBV 69332 m ³ /h | Extérieur façades salles serveurs | 89 | 86 | 71 | 63 | 54 | 55 | 50 | 39 | Niveau de puissance rayonné L _{w,A} = 71 dBA | Spectre selon ROBATHERM RL 24/36 55 000m ³ /h DC 11/12 |
| | | | 91 | 102 | 94 | 94 | 91 | 90 | 87 | 82 | Niveau de puissance soufflage L _{w,A} = 97 dBA | Spectre selon ROBATHERM RL 24/36 55 000m ³ /h DC 11/13 |
| | | | 90 | 99 | 88 | 84 | 84 | 85 | 82 | 77 | Niveau de puissance aspiration L _{w,A} = 91 dBA | Spectre selon ROBATHERM RL 24/36 55 000m ³ /h DC 11/14 |
| DC17 DC19 | Groupes froids UPS/transfo 3 unités 255 kW CARRIER AQUASAP 30RBP 270 | Toiture | 106 | 89 | 89 | 89 | 87 | 82 | 82 | 76 | Niveau de puissance L _{w,A} = 92 dBA de l'équipement | Spectre recalé sur spectre de référence |
| DC17 | GE CAT 3516E | Locaux GE | 103 | 103 | 110 | 105 | 101 | 99 | 96 | 97 | Niveau de puissance acoustique L _{w,A} = 113 dBA | selon note de calcul 2AS |

| Data Center DC | Source de bruit | Localisation | Niveau sonore [dB] par bande d'octave | | | | | | | | Valeur globale | Commentaire | | |
|----------------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---|---|---|
| | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 000 Hz | 2 000 Hz | 4 000 Hz | 8 000 Hz | [dBA]* | | | |
| DC17 | GE CAT 3516E | Locaux GE | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | selon note de calcul 2AS | |
| DC17 | GE CAT 3516E | Réseaux aspiration et refoulement | 92 | 92 | 82 | 65 | 61 | 60 | 60 | 60 | 68 | Niveau de puissance acoustique Lw,A = 93 dBA | selon note de calcul 2AS, le niveau sonore à l'aspiration est retenu pour les deux réseaux afin de faciliter le calcul, l'écart entre les deux réseaux est de 1 dBA | |
| DC18 | Fanwall 12 unités 250 kW FLAKTGROUPE CAIRplus SX 280.252/280.160AVBV -67 697 m3/h | Extérieur façades salles serveurs | 83 | 80 | 65 | 57 | 48 | 49 | 44 | 33 | 33 | Niveau de puissance rayonné Lw,A = 65 dBA | Spectre selon ROBATHERM RL 24/36 55 000m³/h DC 11/12 | |
| | | | 85 | 96 | 88 | 88 | 85 | 84 | 81 | 76 | 76 | 76 | Niveau de puissance soufflage Lw,A = 91 dBA | Spectre selon ROBATHERM RL 24/36 55 000m³/h DC 11/13 |
| | | | 84 | 93 | 82 | 78 | 78 | 79 | 76 | 71 | 71 | 71 | Niveau de puissance aspiration Lw,A = 85 dBA | Spectre selon ROBATHERM RL 24/36 55 000m³/h DC 11/14 |
| DC18 | Groupes froids process 5 unités 170 kW SCHNEIDER ELECTRIC Uniflair TRAC 2342-A1 | Toiture | 99 | 83 | 83 | 82 | 81 | 76 | 76 | 70 | 70 | Niveau de pression acoustique à 10 m en champ libre Lp,10m = 57,9 dBA -> Par déduction niveau de puissance acoustique Lw,A = 85,9 dBA | Spectre recalé sur spectre de référence | |
| DC18 | Groupes froids techniques 6 unités 250 kW SCHNEIDER ELECTRIC Uniflair TRAC 3642A1 | Toiture | 101 | 85 | 85 | 84 | 83 | 78 | 78 | 72 | 72 | Niveau de pression acoustique à 10 m en champ libre Lp,10m = 59,7 dBA -> Par déduction niveau de puissance acoustique Lw,A = 87,7 dBA | Spectre recalé sur spectre de référence | |
| DC18 | GE CAT 3516E | Locaux GE | 111 | 111 | 118 | 113 | 109 | 107 | 104 | 105 | 105 | Niveau de puissance acoustique Lw,A = 116 dBA | selon note de calcul DECICAL | |
| DC18 | GE CAT 3516E | Locaux GE | 110 | 105 | 108 | 102 | 98 | 96 | 93 | 95 | 95 | Niveau de pression acoustique dans le local Lp = 105 dBA | selon note de calcul DECICAL | |
| DC18 | GE CAT 3516E | Réseaux aspiration et refoulement | 107 | 95 | 80 | 63 | 58 | 59 | 70 | 81 | 81 | Niveau de puissance acoustique Lw,A = 85 dBA | selon note de calcul DECICAL, le niveau sonore à l'aspiration est retenu pour les deux réseaux afin de faciliter le calcul, l'écart | |

| Data Center DC | Source de bruit | Localisation | Niveau sonore [dB] par bande d'octave | | | | | | | | Valeur globale | Commentaire |
|----------------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---|---|
| | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 000 Hz | 2 000 Hz | 4 000 Hz | 8 000 Hz | [dB]* | |
| | | | | | | | | | | | | entre les deux réseaux est de 1 dBA |
| DC11 | Aerorefrigidisateurs CIAT OPERA DMX 9085-2 DHF 680A9C 12A1 | Toiture | 100 | 84 | 81 | 80 | 77 | 72 | 69 | 63 | Niveau de puissance acoustique Lw,A = 82 dBA | Hypothèse à 63 Hz h=1,42m |
| DC11 | Groupes froids technique 3 unités 211 kW CARRIER 30 RBP 210 R | Toiture | 106 | 89 | 89 | 89 | 87 | 82 | 82 | 76 | Niveau de puissance acoustique Lw,A = 92 dBA | Spectre recalé sur spectre de référence |
| DC11 | GE CAT 3516B | Locaux GE | 99 | 99 | 98 | 95 | 98 | 98 | 96 | 100 | Niveau de puissance acoustique Lw,A = 106 dBA | selon note de calcul 2AS |
| DC11 | GE CAT 3516B | Locaux GE | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | selon note de calcul 2AS |
| DC11 | GE CAT 3516B | Réseaux aspiration et refoulement | 103 | 103 | 89 | 72 | 69 | 79 | 86 | 93 | Niveau de puissance acoustique Lw,A = 104 dBA | selon note de calcul 2AS, le niveau sonore à l'aspiration est retenu pour les deux réseaux afin de faciliter le calcul, l'écart entre les deux réseaux est de 1 dBA |
| DC12 | Aerorefrigidisateurs CIAT OPERA DMX 9085-2 DHF 680A9C 12A1 | Toiture | 100 | 84 | 81 | 80 | 77 | 72 | 69 | 63 | Niveau de puissance acoustique Lw,A = 82 dBA | Hypothèse à 63 Hz h=1,42m |
| DC11 | Recycleurs 20 unités ROBATHERM RL 24/36 55 000m3/h | Extérieur façades salles serveurs | 83 | 80 | 65 | 57 | 48 | 49 | 44 | 33 | Niveau de puissance rayonné Lw,A = 65 dBA | |
| DC12 | | | 83 | 94 | 86 | 86 | 83 | 82 | 79 | 74 | Niveau de puissance soufflage Lw,A = 91 dBA | |
| | | | 79 | 88 | 77 | 73 | 73 | 74 | 71 | 66 | Niveau de puissance aspiration Lw,A = 85 dBA | |
| DC12 | Groupes froids technique 3 unités 175 kW SCHNEIDER ELECTRIC Uniflair TRAC 2042A1 | Toiture | 99 | 83 | 82 | 82 | 80 | 75 | 75 | 70 | Niveau de pression acoustique à 10 m en champ libre Lp,10m = 57,1 dBA -> Par déduction niveau de puissance acoustique Lw,A = 85,1 dBA | |
| DC12 | GE CAT 3516B | Locaux GE | 99 | 99 | 98 | 95 | 98 | 98 | 96 | 100 | Niveau de puissance acoustique Lw,A = 106 dBA | selon note de calcul 2AS |

| Data Center DC | Source de bruit | Localisation | Niveau sonore [dB] par bande d'octave | | | | | | | | Valeur globale | Commentaire | |
|----------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---|---|--------------------------|
| | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 000 Hz | 2 000 Hz | 4 000 Hz | 8 000 Hz | [dBA]* | | |
| DC12 | GE CAT 3516B | Locaux GE | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | non renseigné | selon note de calcul 2AS |
| DC12 | GE CAT 3516B | Réseaux aspiration et refoulement | 101 | 101 | 86 | 69 | 67 | 74 | 79 | 93 | Niveau de puissance acoustique L _{w,A} = 102 dBA | selon note de calcul 2AS, le niveau sonore à l'aspiration est retenu pour les deux réseaux afin de faciliter le calcul, l'écart entre les deux réseaux est de 1 dBA | |

Pour les groupes froids DATA en fonction de la température (jour/nuit) :

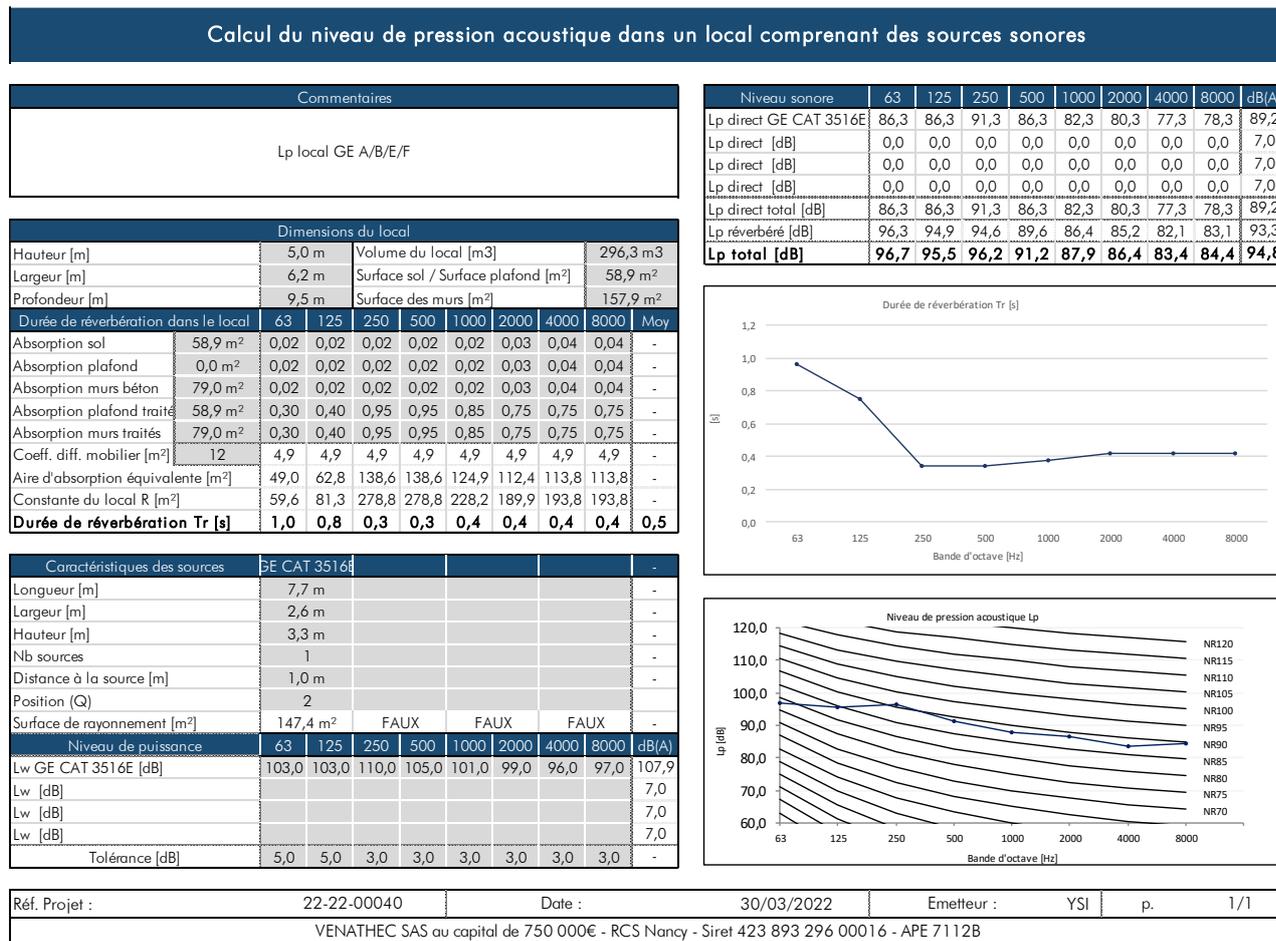
| DC | Type GF | Mode de fonctionnement | Niveau de puissance acoustique par bande d'octave [dB] | | | | | | | | Valeur globale L _{w,A} [dBA] | Note |
|----------------|---------------|------------------------|--|--------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 000 Hz | 2 000 Hz | 4 000 Hz | 8 000 Hz | | |
| 18 | SCHNEIDER | 417 kW 32°C | 97 | 97 | 93 | 92 | 91 | 85 | 78 | 72 | 95 | |
| | | 417 kW 22°C | 93 | 93 | 89 | 89 | 88 | 82 | 75 | 68 | 91 | |
| 11 | CARRIER 30RB | 200 kW 32°C | * | 69 | 71 | 78 | 82 | 78 | 70 | 69 | 82 | Donnée pour des modèles 30KAV0300 |
| | | 200 kW 22°C | * | 69 | 70 | 75 | 80 | 76 | 68 | 67 | 80 | |
| 14 | CARRIER 30KAV | 200 kW 32°C | * | 69 | 71 | 78 | 82 | 78 | 70 | 69 | 82 | |
| | | 200 kW 22°C | * | 69 | 70 | 75 | 80 | 76 | 68 | 67 | 80 | |
| 17, 19 | CARRIER 30KAV | 250 kW 32°C | * | 72 | 73 | 79 | 84 | 80 | 72 | 71 | 87 | |
| | | 250 kW 22°C | * | 74 | 73 | 78 | 82 | 78 | 70 | 70 | 85 | |
| 15 | VERTIV FB4021 | 200 kW 32°C | 87 | 96 | 96 | 95 | 88 | 84 | 76 | 67 | 95 | |
| | | 200 kW 22°C | 83 | 92 | 92 | 91 | 84 | 80 | 72 | 63 | 91 | |
| 16 | CARRIER 30KAV | 400 kW 32°C | * | 81 | 80 | 83 | 88 | 82 | 77 | 77 | 90 | |
| | | 400 kW 22°C | * | 76 | 75 | 80 | 84 | 80 | 73 | 73 | 87 | |
| 05, 06, 09, 10 | CARRIER 30RB | 200 kW 32°C | * | 93 | 88 | 86 | 81 | 76 | 73 | * | 87 | |
| | | 200 kW 22°C | * | 91 | 86 | 84 | 78 | 73 | 71 | * | 85 | |

| DC | Type GF | Mode de fonctionnement | Niveau de puissance acoustique par bande d'octave [dB] | | | | | | | | Valeur globale L _{w,A} [dBA] | Note |
|---------------------------|-------------------|------------------------|--|--------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------|------|
| | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 000 Hz | 2 000 Hz | 4 000 Hz | 8 000 Hz | | |
| 12 | SCHNEIDER 2042A | 200 kW 32°C | 86 | 85 | 83 | 83 | 82 | 77 | 71 | 63 | 85 | |
| | | 200 kW 22°C | 82 | 82 | 79 | 79 | 78 | 73 | 67 | 59 | 82 | |
| 01, 02, 03, 3, 04, 07, 08 | CARRIER 30XA | 600 kW 32°C | * | 97 | 98 | 95 | 96 | 88 | 87 | * | 99 | |
| | | 400 kW 32°C | * | 97 | 98 | 95 | 96 | 87 | 87 | * | 99 | |
| 20, 21 | CARRIER 30KAV0540 | 400 kW 32°C | * | 81 | 80 | 83 | 88 | 82 | 77 | 77 | 90 | |
| | | 400 kW 22°C | * | 76 | 75 | 80 | 84 | 80 | 73 | 73 | 87 | |
| 22 | CARRIER 30KAV0540 | 400 kW 32°C | * | 81 | 80 | 83 | 88 | 82 | 77 | 77 | 90 | |
| | | 400 kW 22°C | * | 76 | 75 | 80 | 84 | 80 | 73 | 73 | 87 | |
| 23 | CARRIER 30KAV0540 | 400 kW 32°C | * | 81 | 80 | 83 | 88 | 82 | 77 | 77 | 90 | |
| | | 400 kW 22°C | * | 76 | 75 | 80 | 84 | 80 | 73 | 73 | 87 | |

* Sans information, considéré comme égale à la bande d'octave voisine

8. ANNEXE : NIVEAU SONORE DANS LES LOCAUX

- DC19 – locaux GE



• DC19 – locaux transfos

Calcul du niveau de pression acoustique dans un local comprenant des sources sonores

| Commentaires | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Lp local transfo A/B/E/F | | | | | | | | | | |

| Dimensions du local | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|------------|---|------------|------------|------------|----------------------|------------|------------|------------|
| Hauteur [m] | 3,5 m | | Volume du local [m ³] | | | | 105,0 m ³ | | | |
| Largeur [m] | 3,0 m | | Surface sol / Surface plafond [m ²] | | | | 30,0 m ² | | | |
| Profondeur [m] | 10,0 m | | Surface des murs [m ²] | | | | 91,0 m ² | | | |
| Durée de réverbération dans le local | | | | | | | | | | |
| | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | Moy | |
| Absorption sol | 30,0 m ² | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | - | |
| Absorption plafond | 0,0 m ² | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | - | |
| Absorption murs béton | 91,0 m ² | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | - | |
| Absorption plafond traité | 30,0 m ² | 0,30 | 0,40 | 0,95 | 0,95 | 0,85 | 0,75 | 0,75 | - | |
| Absorption murs traités | 0,0 m ² | 0,30 | 0,40 | 0,95 | 0,95 | 0,85 | 0,75 | 0,75 | - | |
| Coeff. diff. mobilier [m ²] | 12 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | - | |
| Aire d'absorption équivalente [m ²] | 13,9 | 16,9 | 33,4 | 33,4 | 30,4 | 28,6 | 29,8 | 29,8 | - | |
| Constante du local R [m ²] | 15,3 | 19,1 | 42,9 | 42,9 | 38,1 | 35,3 | 37,2 | 37,2 | - | |
| Durée de réverbération Tr [s] | 1,2 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 |

| Caractéristiques des sources | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--|
| Longueur [m] | 2,5 m | | | | | | | | | |
| Largeur [m] | 1,3 m | | | | | | | | | |
| Hauteur [m] | 2,7 m | | | | | | | | | |
| Nb sources | 1 | | | | | | | | | |
| Distance à la source [m] | 1,0 m | | | | | | | | | |
| Position (Q) | 2 | | | | | | | | | |
| Surface de rayonnement [m ²] | 59,5 m ² | FAUX | - | |
| Niveau de puissance | | | | | | | | | | |
| | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | dB(A) | |
| Lw TRANSFO 2900 kVA [dB] | 66,7 | 74,1 | 79,3 | 70,9 | 61,0 | 54,3 | 42,4 | 42,4 | 73,0 | |
| Lw [dB] | | | | | | | | | 7,0 | |
| Lw [dB] | | | | | | | | | 7,0 | |
| Lw [dB] | | | | | | | | | 7,0 | |
| Tolérance [dB] | 5,0 | 5,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | - | |

| Niveau sonore | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
| | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | dB(A) | |
| Lp direct TRANSFO 2900 | 54,0 | 61,4 | 64,6 | 56,2 | 46,3 | 39,6 | 27,7 | 27,7 | 58,3 | |
| Lp direct [dB] | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 7,0 | |
| Lp direct [dB] | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 7,0 | |
| Lp direct [dB] | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 7,0 | |
| Lp direct total [dB] | 54,0 | 61,4 | 64,6 | 56,2 | 46,3 | 39,6 | 27,7 | 27,7 | 58,3 | |
| Lp réverbéré [dB] | 65,9 | 72,3 | 72,0 | 63,6 | 54,2 | 47,8 | 35,7 | 35,7 | 66,1 | |
| Lp total [dB] | 66,1 | 72,7 | 72,7 | 64,3 | 54,9 | 48,4 | 36,4 | 36,4 | 66,8 | |

Durée de réverbération Tr [s]

Niveau de pression acoustique Lp

| | | | | | | | |
|---|-------------|--------|------------|------------|-----|----|-----|
| Réf. Projet : | 22-22-00040 | Date : | 30/03/2022 | Emetteur : | YSI | p. | 1/1 |
| VENATHEC SAS au capital de 750 000€ - RCS Nancy - Siret 423 893 296 00016 - APE 7112B | | | | | | | |

9. GLOSSAIRE

Le décibel (dB)

Le son est une sensation auditive produite par une variation rapide de la pression de l'air autour d'une valeur moyenne. L'origine de cette variation est engendrée par la vibration d'un corps qui met en vibration l'air environnant. Ainsi est créée une succession de zone de pression et de dépression qui constitue l'onde acoustique. Quand cette onde arrive à l'oreille, elle fait vibrer le tympan : le son est alors perçu.

La pression acoustique d'un bruit est mesurée en Pascal (Pa). L'oreille est sensible à des pressions allant de 0.00002 Pa, correspondant au seuil d'audibilité, à 20 Pa, correspondant au seuil de douleur, soit un rapport de 1 à 1 000 000.

Afin de permettre la représentation de cette dynamique de valeurs de pression, elle est représentée sur une échelle correspondant à 10 fois le logarithme en base 10, dont l'unité est le décibel noté dB.

A noter, que les valeurs de pression, exprimées en décibel, ne peuvent s'additionner directement.

On pourra retenir les deux règles suivantes :

- 40 dB + 40 dB = 43 dB
- 40 dB + 50 dB ≈ 50 dB

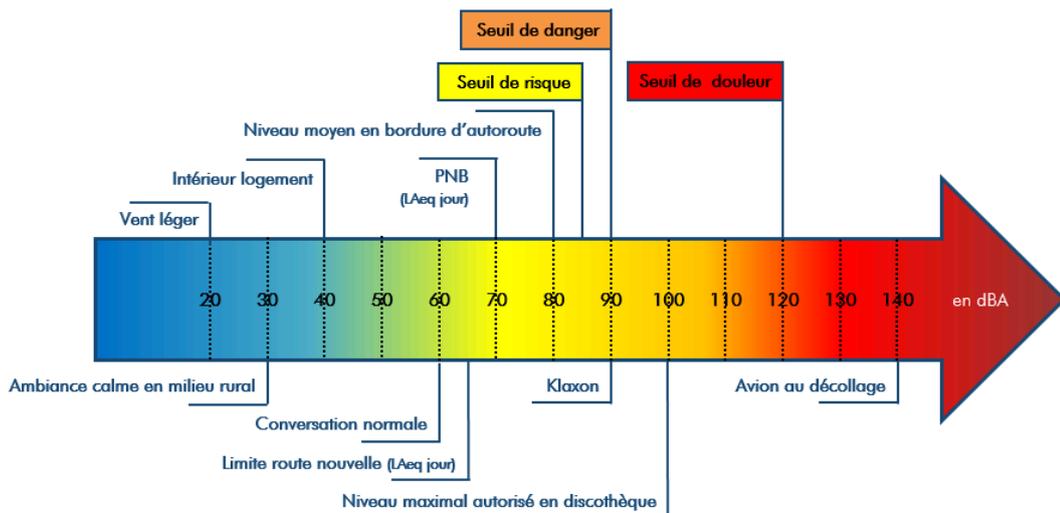
Le décibel pondéré A (ou dBA)

Pour traduire les unités physiques dB en unités physiologiques dBA représentant la courbe de réponse de l'oreille humaine, il est convenu de pondérer les niveaux sonores pour chaque bande d'octave. Le niveau sonore est alors exprimé en décibels A : dBA.

A noter deux règles simples :

- L'oreille fait une distinction entre deux niveaux sonores à partir d'un écart de 3 dBA
- Une augmentation du niveau sonore de 10 dBA est perçue par l'oreille comme un doublement de la puissance sonore.

Echelle de niveaux sonores



Fréquence, octave et tiers d'octave

La fréquence d'un son correspond au nombre de variations d'oscillations identiques que réalise chaque molécule d'air par seconde. Elle s'exprime en Hertz (Hz). Pour l'être humain, plus la fréquence d'un son sera élevée, plus le son sera perçu comme aigu. A l'inverse, plus la fréquence d'un son sera faible, plus le son sera perçu comme grave.

En pratique, pour caractériser un son, on utilise des intervalles de fréquence.

Chaque intervalle de fréquence est caractérisé par ses 2 bornes dont la plus haute fréquence (f_2) est le double de la plus basse (f_1) pour une octave, et la racine cubique de 2 pour le tiers d'octave.

L'analyse en fréquence par tiers d'octave correspond à la résolution fréquentielle de l'oreille humaine.

| 1/1 octave | 1/3 octave | |
|-------------------------|---------------------------|----------------------------|
| $f_2 = 2 * f_1$ | $f_2 = \sqrt[3]{2} * f_1$ | f_c : fréquence centrale |
| $f_c = \sqrt{2} * f_1$ | $\Delta f / f_c = 23\%$ | $\Delta f = f_2 - f_1$ |
| $\Delta f / f_c = 71\%$ | | |

Niveau sonore équivalent Leq

Niveau sonore en dB intégré sur une période de mesure. L'intégration est définie par une succession de niveaux sonores intermédiaires mesurés selon un intervalle d'intégration. Généralement dans l'environnement, l'intervalle d'intégration est fixé à 1 seconde (appelé Leq court). Le niveau global équivalent se note Leq, il s'exprime en dB.

Lorsque les niveaux sont pondérés selon la pondération A, on obtient un indicateur noté LAeq.

Niveau sonore fractile Ln

Le niveau sonore fractile L_n correspond au niveau sonore qui a été dépassé pendant n% du temps du mesurage. L'utilisation des niveaux sonores fractiles permet dans certains cas de s'affranchir du bruit provenant d'événements perturbateurs et non représentatifs.

Bruit ambiant

Bruit résultant de la somme des bruits environnants, émis par toutes les sources sonores proches et éloignées.

Bruit particulier

Bruit produit par une source sonore spécifique et identifiable dans l'ensemble des bruits formant le bruit ambiant.

Bruit résiduel

Bruit qui subsiste quand le ou les bruits particuliers sont supprimés du bruit ambiant.

Emergence acoustique (E)

L'émergence acoustique correspond à la différence entre le niveau de bruit équivalent pondéré A du bruit ambiant et du bruit résiduel.

$$E = L_{eq \text{ ambiant}} - L_{eq \text{ résiduel}}$$

$$E = L_{eq \text{ équipement en fonctionnement}} - L_{eq \text{ équipement à l'arrêt}}$$

Bruit rose

Bruit normalisé qui possède la même énergie dans les bandes d'octave de 125 à 4000 Hz. Bruit de référence pour réaliser des mesures en acoustique dans un bâtiment.

Bruit route

Bruit normalisé qui présente plus d'énergie en basses fréquences, et moins d'énergie en hautes fréquences, que le bruit rose, afin de simuler l'impact sur une construction du trafic routier et ferroviaire. Il est utilisé pour quantifier les isollements au bruit aérien vis-à-vis de l'espace extérieur.