



RAPPORT D'ETUDE

Prestation n°22-22-60-01277-01-A-YCR

Etude d'impact acoustique du fonctionnement des groupes électrogènes du site DATA4 à Marcoussis (91)



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 : 22-22-60-01277-01-A-YCR

Client

Établissement	APL DATA4 FRANCE
Adresse	Route de Nozay - 91460 Marcoussis, France
Tél.	06 60 42 33 81

Interlocuteur

Nom	M. DANSETTE Martin
Fonction	Chef de Projet
Courriel	martin.dansette@apl-datacenter.fr
Tél.	06 72 51 47 57

Diffusion

Copie	x
Papier	
Informatique	1

Version

Date	A 18/11/2022
------	-----------------

Rédaction
Yoann CRETEUR

Vérification
Yann SIMON




SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	4
2. PRESENTATION DU PROJET	5
3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE, NORMATIF ET OBJECTIFS	7
3.1 Preambule	7
3.2 Réglementation	7
3.3 Normes	7
3.4 Description de la réglementation spécifique aux Installations Classées pour la Protection de L'Environnement	8
4. ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT	9
4.1 Rappels des niveaux sonores résiduels relevés	9
4.2 Synthèse de la documentation transmise et hypothèses de calculs	14
4.3 Estimation de l'impact prévisionnel	22
5. CONCLUSION	38
6. ANNEXE : NIVEAUX SONORES DES SOURCES.....	39
7. GLOSSAIRE	41

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de construction de nouveaux data centers du site DATA4 à Marcoussis (91), APL a sollicité le bureau d'études VENATHEC afin de réaliser une étude d'impact acoustique du fonctionnement des groupes électrogènes (existants et futurs) du site. L'origine de cette demande provient de la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement, de l'Aménagement et des Transports (DRIEAT) à la suite du dépôt du dossier d'autorisation pour la construction de ces nouveaux bâtiments.

Afin de satisfaire la demande de la DRIEAT et en accord avec les besoins du client, les scénarios de fonctionnement suivants ont été testés et les résultats sont présentés dans ce rapport :

- Impact acoustique du fonctionnement d'un groupe électrogène du bâtiment DC12 ;
- Impact acoustique du fonctionnement d'une centrale de groupes électrogènes du bâtiment DC12 (4 GEs) ;
- Impact acoustique du fonctionnement d'une centrale de groupes électrogènes du bâtiment DC18 (8 GEs) ;
- Impact acoustique du fonctionnement de l'ensemble des groupes électrogènes du site.

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'impact acoustique suivant chaque scénario de fonctionnement (simulations) ;
- Comparaison des résultats obtenus vis-à-vis des niveaux sonores résiduels mesurés dans l'environnement du site.

L'étude s'appuie sur les différents documents fournis par la société APL, notamment :

- Les fiches techniques des sources de bruits (groupes électrogènes 3516B et 3516E, aéroréfrigérants) ;
- Les plans Permis de Construire des différents DC ;
- Les plans d'implantation des locaux accueillant les groupes électrogènes ;
- Les notes de calculs d'insonorisation produites par les sociétés 2AS et DECICAL.

Remarque : Il est à noter que ces documents ne sont pas disponibles pour l'ensemble des data centers du site. Par conséquent, certaines hypothèses ont dû être considérées lorsque ces éléments étaient manquants. Le détail de ces hypothèses est présenté dans le corps du rapport.

La campagne de mesures des niveaux sonores résiduels a été effectuée 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
- DC : Data center

Il est à noter que seule la contribution sonore des groupes électrogènes du site est étudiée dans ce rapport. L'impact acoustique global du site DATA4 n'est pas abordé par ce document.

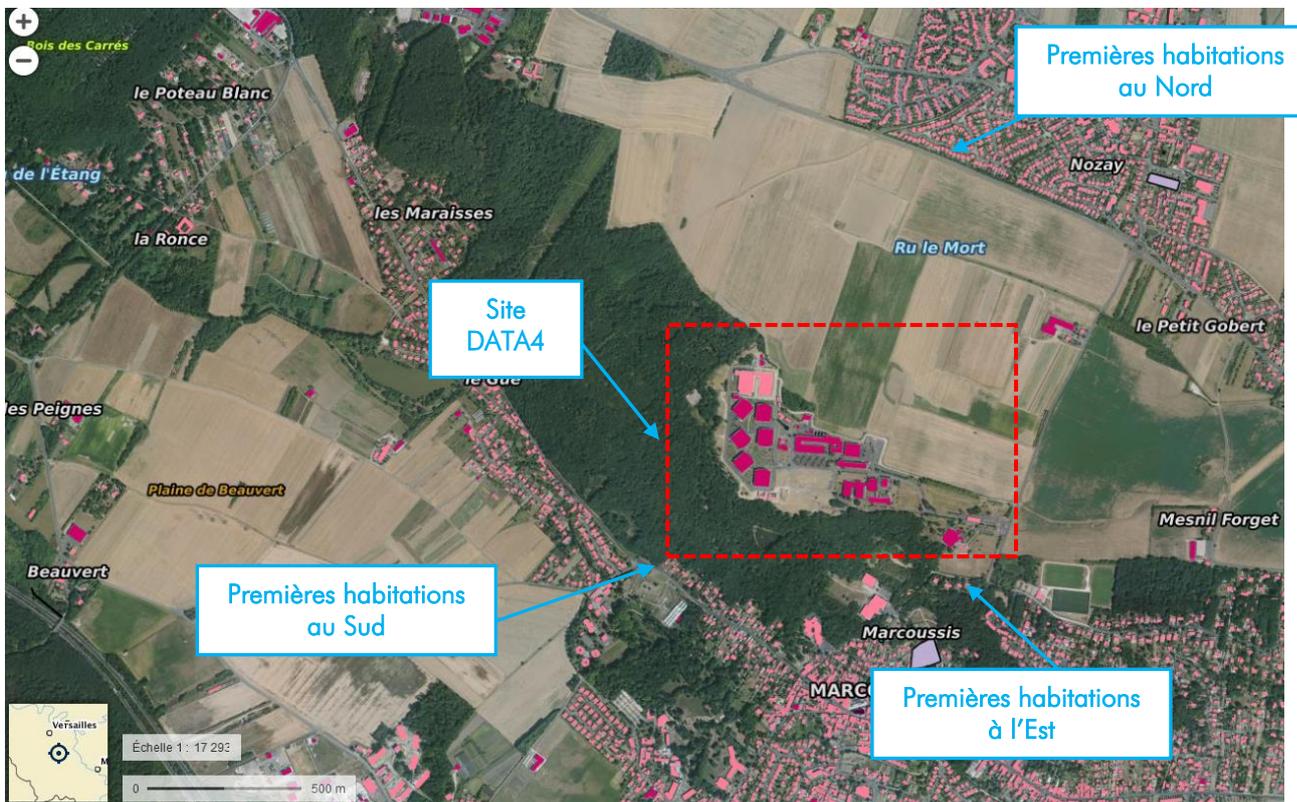
2. PRESENTATION DU PROJET

Le site DATA4 de Marcoussis, route de NOZAY, comprend actuellement plusieurs bâtiments en fonctionnement, en cours de travaux ou en projet. Une vue aérienne du site est présentée ci-dessous.



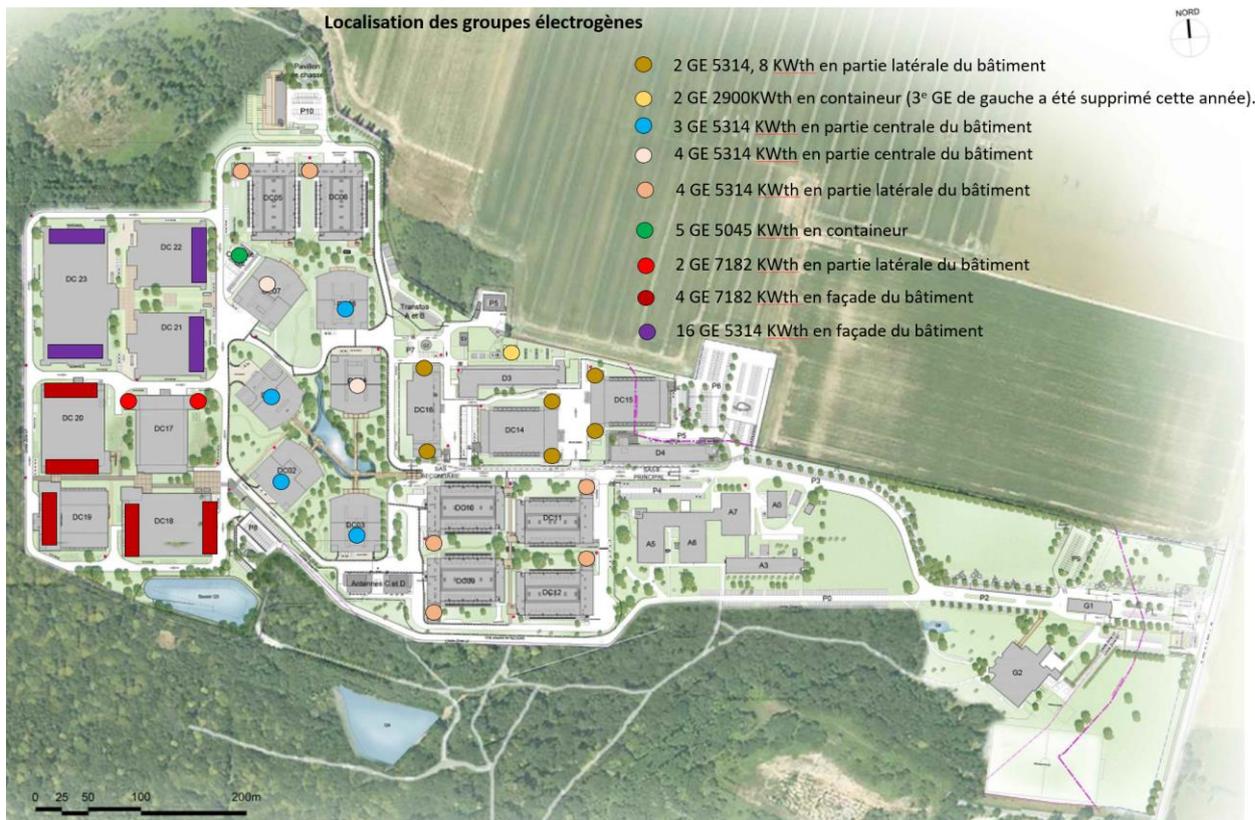
Vue 3D du site

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



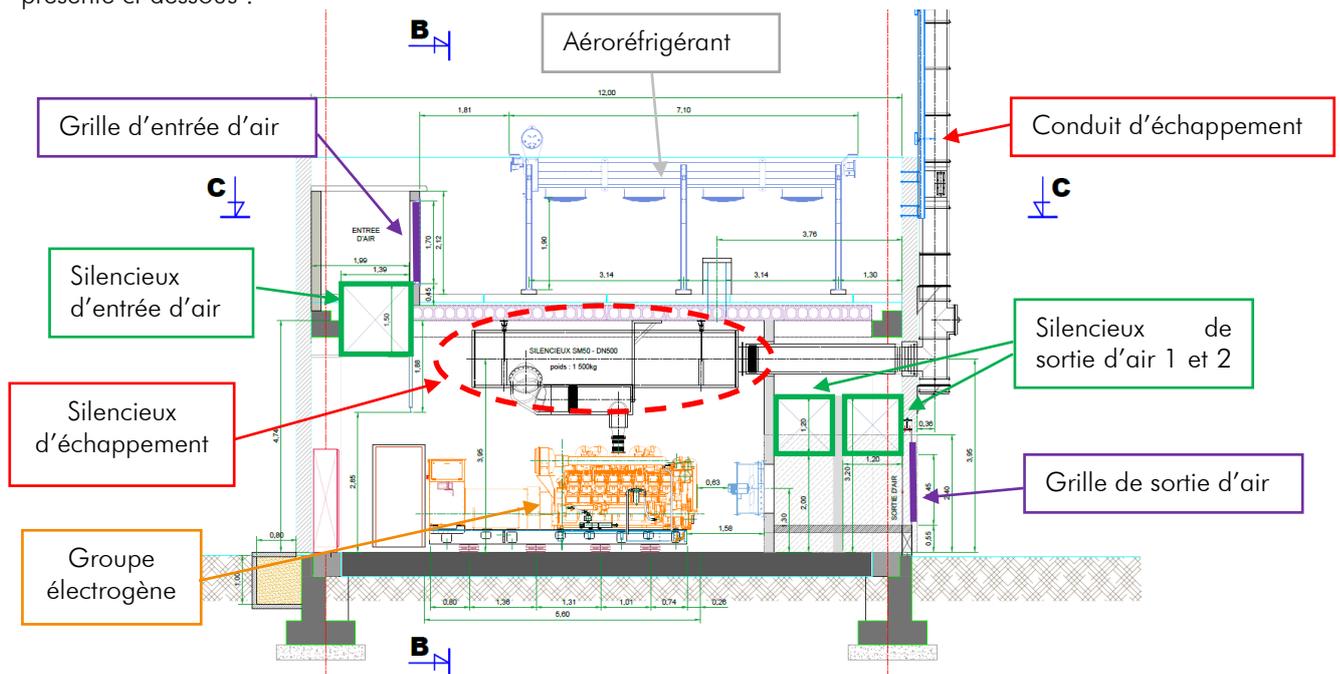
Localisation du projet et des logements les plus proches

La figure suivante localise les centrales de groupes électrogènes de tous les data centers du site (état projeté incluant les DC01 à DC12 et DC14 à DC23). Des GEs en containers sont également installés au nord-ouest du DC07 (5 éléments) et au nord du bâtiment D3 (2 éléments).



Localisation des groupes électrogènes

Des plans d'implantation des locaux accueillant les GEs, réalisés par le fournisseur de ces équipements (ENERIA), ont été transmis pour la majorité des data centers du site. Ces plans permettent de déterminer les dimensions du local ainsi que de visualiser l'emplacement des grilles de prise d'air neuf, de rejet d'air vicié et d'échappement des GEs ainsi que l'aéroréfrigérant associé à chaque GE. De même, ce plan permet de localiser les silencieux installés (ou prévus d'être installés) avec leurs dimensions. Un exemple de plan d'implantation d'une centrale de GEs est présenté ci-dessous :



Plan d'implantation d'une centrale de GE (exemple DC11)

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, mais qui ne modifie pas les exigences acoustiques de l'arrêté du 23/01/1997.

Les exigences associées à la réglementation ICPE sont considérées dans cette étude.

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

3.4 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 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 Emergence 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.

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 2022. Lors de ce contrôle les niveaux sonores résiduels, (niveau de bruit sans activité) 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 des points 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 (= ambiant - résiduel) en dBA	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	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	54,0	39,5	14,5	L_{A50}
LP/ZER 2	40,0	38,5	1,5	L_{Aeq}
ZER A	37,0	35,0	2,0	L_{A50} *
ZER B	30,5	30,0	0,5	L_{Aeq}
ZER C	33,5	32,5	1,0	L_{Aeq}
ZER D	35,5	35,0	0,5	L_{Aeq}
ZER E	32,0	31,5	0,5	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.

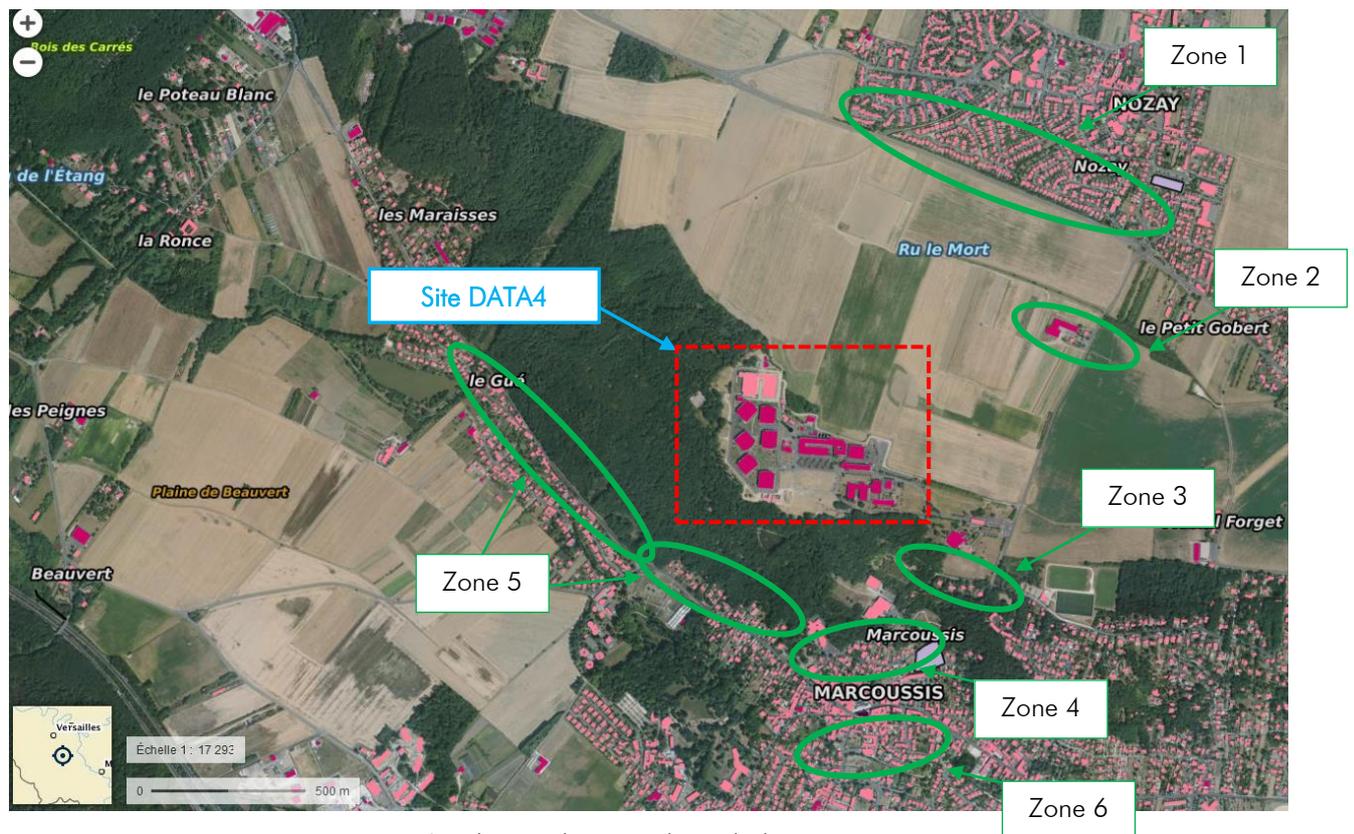
4.1.4.4 Niveaux sonores résiduels considérées

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 Synthèse de la documentation transmise et hypothèses de calculs

4.2.1 Eléments reçus

Le tableau ci-dessous liste les éléments reçus de la part d'APL pour la réalisation de l'étude :

Data center	Plans PC	Nombre de GE	Type de GE	Plan implantation centrale GE	Localisation locaux GE	Note de calcul insonorisation	Type d'habillage acoustique mural local GE	Aéroréfrigérants en toiture
DC01	Non	3	3516B	Oui	1 local au centre du DC	Non	Flocage Protec acoustique	Non
DC02	Non	3	3516B	Oui	1 local au centre du DC	Oui	Flocage Protec acoustique	Non
DC03	Non	3	3516B	Oui	1 local au centre du DC	Non	Flocage Protec acoustique	Non
DC04	Non	4	3516B	Oui	1 local au centre du DC	Non	Flocage Protec acoustique	Non
DC05	Non	4	3516B	Oui	1 local en partie latérale du DC	Non	Akustike AK0	Oui
DC06	Oui	4	3516B	Oui	1 local en partie latérale du DC	Non	Akustike AK0	Oui
DC07	Non	4	3516B	Oui	1 local au centre du DC	Non	Flocage Protec acoustique	Non
DC08	Non	3	3516B	Oui	1 local au centre du DC	Non	Flocage Protec acoustique	Non
DC09	Oui	4	3516B	Oui	4 locaux individuels en partie latérale du DC	Non	Akustike AK0	Oui
DC10	Non	4	3516B	Oui	4 locaux individuels en partie latérale du DC	Non	Akustike AK0	Oui
DC11	Non	4	3516B	Oui	4 locaux individuels en partie latérale du DC	Oui	Akustike AK0	Oui
DC12	Non	4	3516B	Oui	4 locaux individuels en partie latérale du DC	Oui	Akustike AK0	Oui
DC14	Oui	4	3516B	Oui	4 locaux individuels – à 2 extrémités du DC	Oui	Akustike AK0	Oui
DC15	Oui	4	3516B	Oui	4 locaux individuels – à 2	Oui	Akustike AK0	Oui

Data center	Plans PC	Nombre de GE	Type de GE	Plan implantation centrale GE	Localisation locaux GE	Note de calcul insonorisation	Type d'habillage acoustique mural local GE	Aéroréfrigérants en toiture
					extrémités du DC			
DC16	Oui	4	3516B	Oui	4 locaux individuels – aux 4 extrémités du DC	Non	Akustike AK0	Oui
DC17	Oui	4	3516E	Oui	4 locaux individuels – à 2 extrémités du DC	Oui	PAB-B-050	Oui
DC18	Oui	8	3516E	Oui	8 locaux individuels répartis sur 2 parties latérales du DC	Oui	Murbloc 50	Non
DC19	Oui	4	3516E	Oui	4 locaux individuels répartis sur 1 partie latérale du DC	Oui	Murbloc 50	Non
DC20	Oui	8	3516E	Oui	8 locaux individuels répartis sur 2 parties latérales du DC	Non	Murbloc 50	Non
DC21	Non	16	3516B	Non	8 locaux contenant 2 GE répartis sur 1 partie latérale du DC	Non	Pas d'information	Non
DC22	Non	16	3516B	Non	8 locaux contenant 2 GE répartis sur 1 partie latérale du DC	Non	Pas d'information	Non
DC23	Non	32	3516B	Non	8 locaux contenant 2 GE répartis sur 2 parties latérales du DC	Non	Pas d'information	Non
Containers	Non	7	3516B	Oui	7 containers au total (5 à proximité du DC07, 2 à proximité du bâtiment D3)	Oui	Murbloc 100	Oui

A partir des éléments listés dans le tableau précédent, il est possible de regrouper les data centers en plusieurs catégories pour lesquelles les caractéristiques des bâtiments et des GEs sont communes (même plan de bâtiment, même type et nombre de GE, même localisation des grilles, ...). Il est considéré dans la suite de l'étude que les calculs réalisés pour un DC d'une catégorie sont applicables à l'ensemble des DCs de cette catégorie. La liste des DCs de chaque catégorie est présentée dans le tableau ci-dessous avec les hypothèses considérées :

Catégorie	DC inclus	Hypothèses considérées
1	DC01, DC02, DC03, DC08	Les plans d'implantation de la centrale GE ont été transmis pour cette catégorie ainsi que la note de calcul d'insonorisation pour le DC02. Les plans PC n'ont pas été transmis, néanmoins le plan d'implantation de la centrale GE permet de voir que l'entrée et la sortie d'air du local sont en toiture, ainsi que la sortie d'échappement moteur. En l'absence de plan de toiture, l'emplacement des sources sonores a été décidé arbitrairement. L'impact de l'emplacement des sources en toiture aura de toute manière une influence mineure au vu de l'éloignement des riverains du site.
2	DC04, DC07	La différence entre cette catégorie et la précédente provient du nombre de GEs mis en service (3 pour la catégorie 1 et 4 pour la catégorie 2). En l'absence de note de calculs d'insonorisation et étant donné les mêmes propriétés géométriques de la centrale GE par rapport à celle de la catégorie 1, les mêmes types de silencieux que ceux de la catégorie 1 ont été considérés.
3	DC05, DC06	Pour cette catégorie, les notes de calculs d'insonorisation n'ont pas été reçues. Néanmoins, les plans PC et les plans d'implantation de la centrale GE permettent de voir que le nombre de GEs mis en service et la localisation des sources est la même que pour la catégorie 4. Ainsi, les mêmes types de silencieux que ceux détaillés dans la note de calculs d'insonorisation de la catégorie 4 ont été considérés.
4	DC09, DC10, DC11, DC12	Pour cette catégorie, les plans PC, plans d'implantation des locaux GE et notes de calculs d'insonorisation étaient disponibles pour au moins un des bâtiments. Ainsi, tous les éléments étaient à disposition pour réaliser les calculs.
5	DC14, DC15	Pour cette catégorie, les plans PC, plans d'implantation des locaux GE et notes de calculs d'insonorisation étaient disponibles pour tous les bâtiments. Ainsi, tous les éléments étaient à disposition pour réaliser les calculs.
6	DC16	Pour cette catégorie, les plans PC et plans d'implantation des locaux GE étaient disponibles, cependant la note de calculs d'insonorisation n'a pas été transmises. Cependant, les locaux individuels des GEs sont de dimensions similaires à ceux de la catégorie 5, ainsi les mêmes types de silencieux que ceux détaillés dans la note de calculs d'insonorisation de la catégorie 5 ont été considérés.
7	DC17	Pour cette catégorie, les plans PC, plans d'implantation des locaux GE et notes de calculs d'insonorisation étaient disponibles. Ainsi, tous les éléments étaient à disposition pour réaliser les calculs.

Catégorie	DC inclus	Hypothèses considérées
8	DC18, DC20	Pour cette catégorie, les plans PC, plans d'implantation des locaux GE et notes de calculs d'insonorisation étaient disponibles pour au moins un bâtiment. Ainsi, tous les éléments étaient à disposition pour réaliser les calculs.
9	DC19	Pour cette catégorie, les plans PC, plans d'implantation des locaux GE et notes de calculs d'insonorisation étaient disponibles. Ainsi, tous les éléments étaient à disposition pour réaliser les calculs.
10	DC21, DC22	Pour cette catégorie, le permis de construire n'a pas été déposé, par conséquent les plans PC ne sont pas encore disponibles. De même, la note de calculs d'insonorisation n'a pas encore été réalisée. Des plans niveau APD ont été transmis avec un schéma de principe de d'implantation des locaux GE. Les dimensions des gaines d'air neuf et de sortie d'air sont similaires à celles des DC de la catégorie 1. De même, les grilles de prise d'air et rejet d'air seront positionnées en toiture. Par conséquent, les mêmes types de silencieux que ceux utilisés pour les locaux GE de la catégorie 1 ont été considérés dans les calculs.
11	DC23	Pour cette catégorie, le bâtiment correspond schématiquement à 2 DCs de la catégorie 10 accolés. Ainsi, les mêmes types de silencieux que ceux considérés pour la catégorie 10 ont été choisis.
12	Containers	Pour cette catégorie, les plans PC n'ont pas été transmis. Cependant, étant donné qu'il s'agit uniquement de containers accueillant un GE sans autre local, les plans d'implantation GE suffisent. De plus, la note de calculs d'insonorisation a été transmise pour les containers situés à proximité du DC07. Ainsi, tous les éléments étaient à disposition pour réaliser les calculs. Les containers proches du bâtiment D3 ont été considérés identiques à ceux du DC07.

4.2.2 Hypothèses de niveaux sonores considérés

4.2.2.1 Groupes électrogènes

Les deux références de groupes électrogènes suivantes, du fabricant CATERPILLAR et fournies par le revendeur ENERIA, sont présentes sur le site DATA4 :



GE 3516 B (2500 kVA)



GE 3516 E (3250 kVA)

Les fiches techniques de ces équipements ont été transmises par le client, cependant ces documents ne faisaient pas mention des niveaux sonores associés. Néanmoins, les notes de calculs d'insonorisation indiquent des niveaux de pression à 1 m ou des niveaux de puissance sonore pour ces équipements. Ces informations ont été confirmées par ENERIA.

Les notes de calculs d'insonorisation mettent en évidence les niveaux sonores suivants :

GE 3516 B

Donnée	Niveau de puissance acoustique [dB] par bande d'octave [Hz]								Valeur globale [dBA]
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Niveau de pression acoustique à 1 m de l'équipement (Lp)	*	99	98	95	98	98	96	100	105

Remarque : La valeur pour la bande d'octave centrée sur 63 Hz n'a pas été communiquée. Cependant, une valeur estimative a pu être considérée sur la base de mesures acoustiques réalisées pour le DC08 par la société SEGUIN FOLLET. En effet le document « Fiche d'essais acoustiques DC08 », transmis par le client, synthétise les niveaux de pression sonore mesurés à l'intérieur du local GE du DC08 ainsi que dans les locaux adjacents et au niveau des grilles d'entrée et sortie. Ces mesures permettent de confirmer les valeurs annoncées par ENERIA, ainsi que de proposer une valeur pour la bande d'octave 63 Hz. Suivant le point de mesure à l'intérieur du local, le niveau sonore relevé à 63 Hz et de l'ordre de 6 à 7 dB inférieur à celui mesuré à 125 Hz. Ainsi une hypothèse de niveau sonore de 94 dB à 63 Hz (inférieur de 5 dB par rapport à la bande d'octave 125 Hz) a été considérée.

GE 3516 E

Donnée	Niveau de puissance acoustique [dB] par bande d'octave [Hz]								Valeur globale [dBA]
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Niveau de puissance acoustique de l'équipement (Lw)	*	103	110	105	101	99	96	97	108

Remarque : La conversion de ce niveau de puissance en niveau de pression acoustique à 1 m en prenant en compte les dimensions de l'équipement permet d'obtenir une valeur de l'ordre de 90 dBA. Cette valeur serait inférieure de 15 dBA à celle de l'équipement 3516 B, ce qui ne semble pas cohérent au vu de la puissance électrique supérieure de l'équipement 3516 E (3250 kVA contre 2500 kVA). De plus, il apparaît que la note de calculs d'insonorisation du DC17 considère les valeurs du tableau ci-dessus en niveau de puissance acoustique tandis que celle du DC19 les considère en niveaux de pression acoustique à 1m. La prise en compte de ces données en niveaux de pression acoustique serait plus en cohérence avec les caractéristiques techniques et dimensionnelles pour cette référence car cela équivaldrait à un équipement rayonnant 3 dBA de plus que la

référence 3516 B. Ainsi, les valeurs du tableau ci-dessus ont été considérées en niveau de pression acoustique à 1 m. Sur la même base que pour la référence 3516 B, le niveau sonore à 63 Hz a été choisi 5 dB inférieur à celui de la bande d'octave 125 Hz.

En synthèse des remarques ci-dessus, les valeurs suivantes ont été considérées pour l'étude :

Donnée	Niveau de puissance acoustique [dB] par bande d'octave [Hz]								Valeur globale [dBA]
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
3516 B Niveau de pression acoustique à 1 m de l'équipement (Lp)	94	99	98	95	98	98	96	100	105
3516 E Niveau de pression acoustique à 1 m de l'équipement (Lp)	98	103	110	105	101	99	96	97	108

Concernant les niveaux sonores de l'échappement des groupes électrogènes, ces données ont été extraites des notes de calculs d'insonorisation. Les valeurs suivantes de niveaux de puissance acoustique ont été considérées (après conversion des niveaux de pression acoustique à 1,5 m mentionnés) :

Donnée	Niveau de puissance acoustique [dB] par bande d'octave [Hz]								Valeur globale [dBA]
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
3516 B Niveau de puissance acoustique de l'échappement (Lw)	135	135	131	123	122	123	124	121	131
3516 E Niveau de puissance acoustique de l'échappement (Lw)	137	137	130	124	119	112	105	97	127

4.2.2.2 Aéroréfrigérants

Certains groupes électrogènes possèdent un aéroréfrigérant localisé en toiture à proximité des grilles d'entrée d'air et de rejet. Les aéroréfrigérants en toiture des DC concernés seront de type CIAT Opera. Une photo de cet équipement est présentée ci-dessous :



Aperçu de l'équipement installé

La fiche technique de cet équipement a été transmise par le client. Les niveaux sonores annoncés par le fournisseur sont les suivants :

Donnée	Niveau de puissance acoustique [dB] par bande d'octave [Hz]								Valeur globale [dBA]
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Niveau de puissance acoustique de l'équipement (Lw)	*	84	81	80	77	72	69	63	82

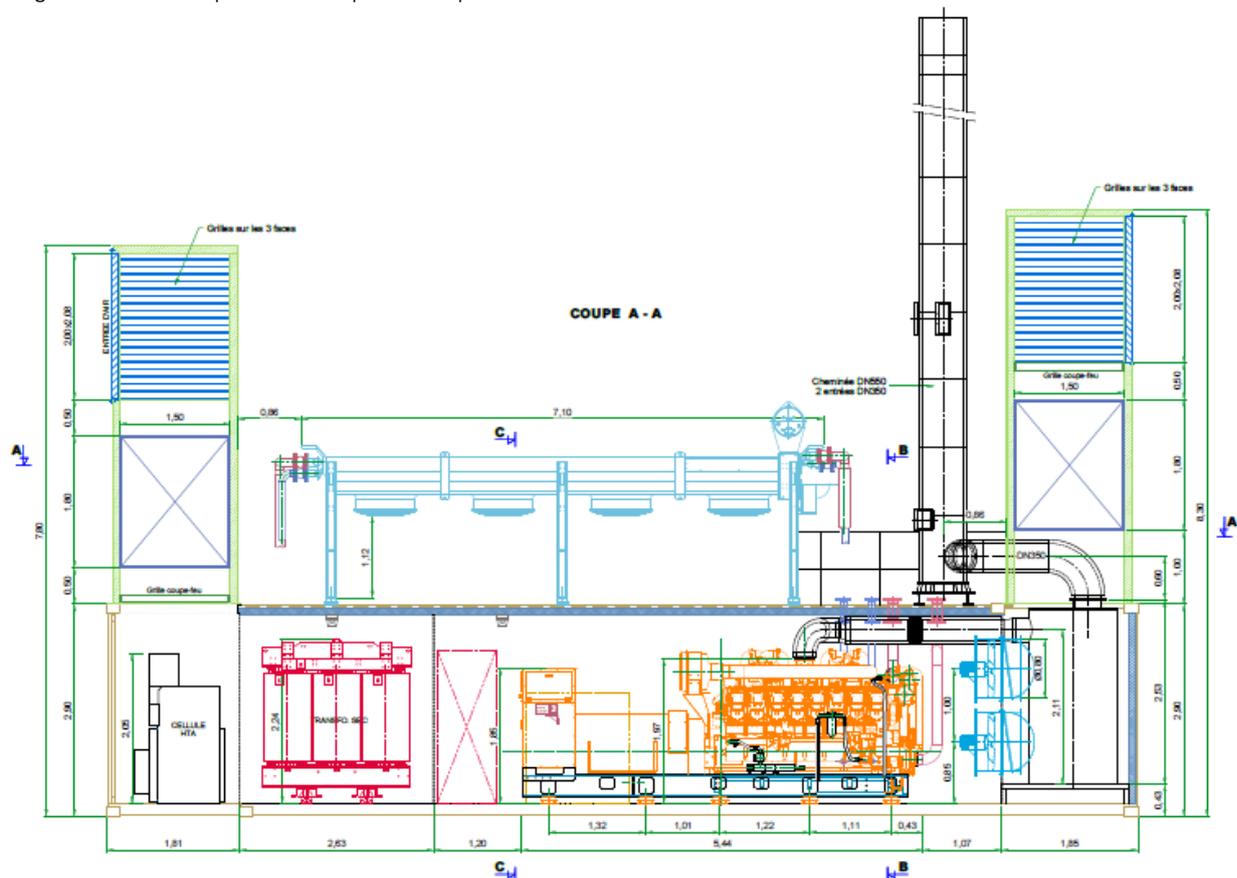
Remarques :

- Il est à noter que les valeurs de la fiche technique sont indiquées avec la pondération A. Afin d'homogénéiser les données présentées dans ce rapport, les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessus ont été converties en dB linéaire (non pondéré) ;
- La fiche technique ne mentionne pas de niveau sonore à 63 Hz. Ainsi, le niveau sonore annoncé à 125 Hz a également été considéré à 63 Hz ;
- Le fabricant indique une tolérance de +/- 2 dB dans la fiche technique. Ainsi, dans l'étude acoustique, les données spectrales et globales pour ces équipements ont été augmentées de 2 dB afin de prendre en compte la marge d'incertitude.

4.2.2.3 Containers accueillant un GE

Certains GEs du site sont situés à l'intérieur de containers en deux emplacements distincts (5 containers au nord-ouest du DC07, 2 containers au nord du bâtiment D3). Chaque container accueille un GE de type 3516B pour lequel les niveaux sonores d'émission sont présentés au §4.2.2.1.

Le figure ci-dessous présente un plan d'implantation d'un GE à l'intérieur d'un container :



Plan d'implantation d'un GE en container

A la différence des GE localisés à l'intérieur d'un DC, les parois du container ne sont pas en maçonnerie. La constitution des parois est la suivante de l'intérieur vers l'extérieur (d'après la note de calcul DECICAL pour les GE en containers proches du DC07) :

- Tôle d'acier interne perforée R5T7 (épaisseur 8/10^{ème}) ;
- Isolant laine de roche de 98 mm d'épaisseur (densité de 55 kg/m³), protégé par un voile de verre anti-défibrage ;
- Tôle pleine d'acier externe d'épaisseur 2 mm.

Les performances d'affaiblissement acoustique de ce complexe de paroi sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Donnée	Niveau de puissance acoustique [dB] par bande d'octave [Hz]							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Affaiblissement acoustique (R)	15	21	28	36	44	55	37	40

Ces valeurs d'affaiblissement acoustique ont été intégrées dans le modèle de calcul après évaluation du niveau sonore interne du container.

Remarque : Pour les locaux GE situés dans les DCs, les parois sont en béton plein avec portes d'accès acoustiques donnant sur l'extérieur. Ainsi, le rayonnement acoustique des parois est supposé négligeable par rapport aux autres sources de bruit et n'a pas été pris en compte dans le modèle de calcul.

4.2.2.4 Niveaux de puissance acoustiques des entrées et sorties d'air des locaux

Les notes de calculs d'insonorisation fournies par le client et réalisées par les sociétés 2AS et DECICAL ont permis de déterminer des niveaux de puissance acoustique au niveau de chaque grille d'air neuf et de rejet d'air vicié des locaux GE. De plus, le niveau de puissance en sortie des conduits d'échappement a également été calculé.

Cependant, tous ces niveaux de puissance ont été recalculés pour les besoins de l'étude pour les raisons principales suivantes :

- Nouvelles hypothèses de niveaux sonores pour les GE 3516 E (suivant remarques détaillées au §4.2.2.1) ;
- Les notes de calculs de la société 2AS ne considèrent pas d'habillage absorbant pour la majorité des locaux GE ;
- Les notes de calculs de la société 2AS présentent des incohérences pour certains DC au regard de l'implantation des GE (GEs considérés dans les mêmes locaux alors qu'ils sont en réalité positionnés dans des locaux séparés situés parfois à deux extrémités d'un DC).

Les calculs effectués dans le cadre de cette étude pour obtenir les niveaux de puissance acoustique au niveau de chaque grille se basent sur :

- Les hypothèses de niveaux sonores détaillées dans les paragraphes précédents,
- Les caractéristiques des silencieux et des habillages muraux absorbants des locaux GEs décrites dans les notes de calculs d'insonorisation des sociétés 2AS et DECICAL.

Les résultats de puissance acoustique obtenus sont présentés en annexe (§6).

4.3 Estimation de l'impact prévisionnel

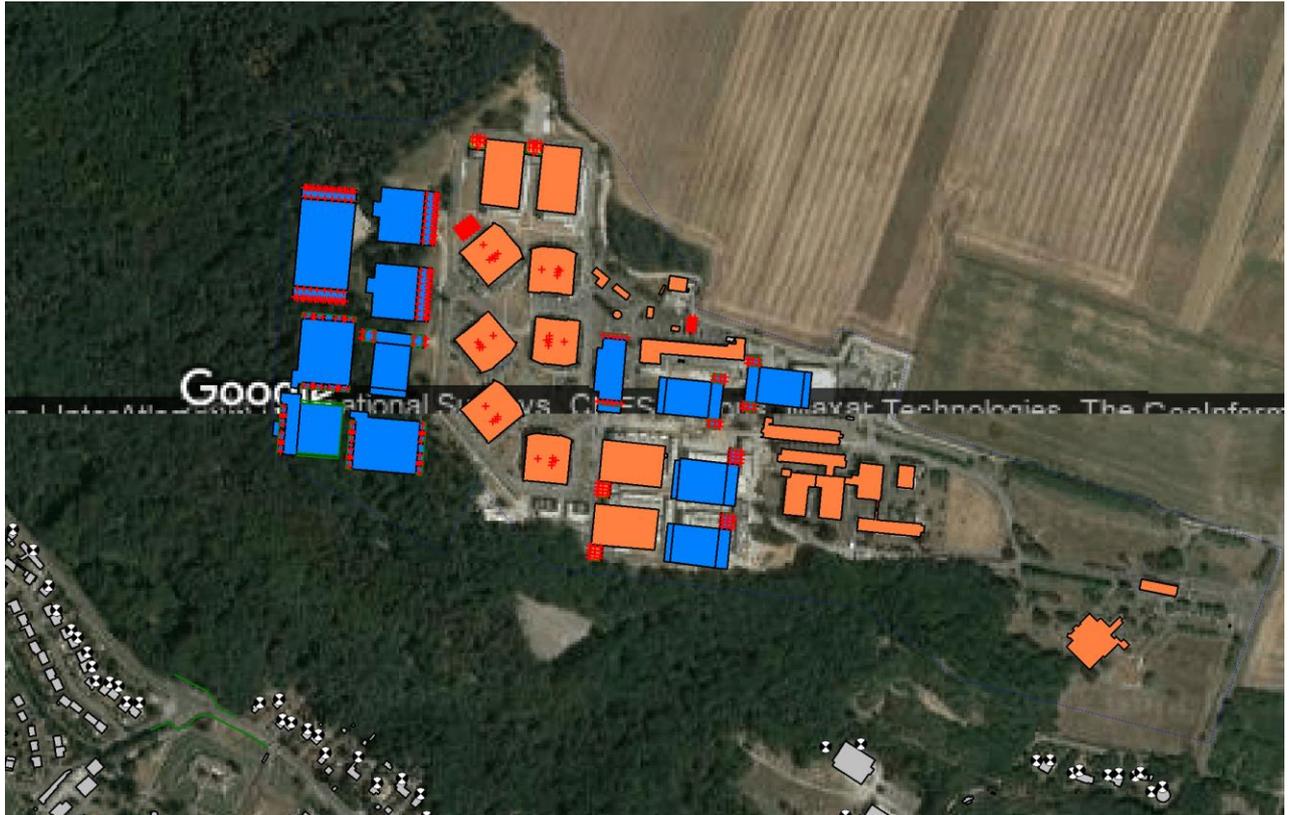
4.3.1 Logiciel de calcul

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.

Les figures ci-dessous présente la modélisation des groupes électrogènes du site.



Aperçu 2D de la modélisation du site



Aperçu 3D de la modélisation du site

4.3.1.1 Modélisation

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

- Implantation des bâtiments potentiellement 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.

4.3.2 Hypothèses de calcul prises au sein du modèle

4.3.2.1 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 : -1dB par réflexion (bâtiment réfléchissant) ;
- Hygrométrie de 70 % ;
- Cartographie acoustique : maillage de 5 m x 5 m, à une hauteur de 2 m du sol.

4.3.2.2 Topographie de la zone

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

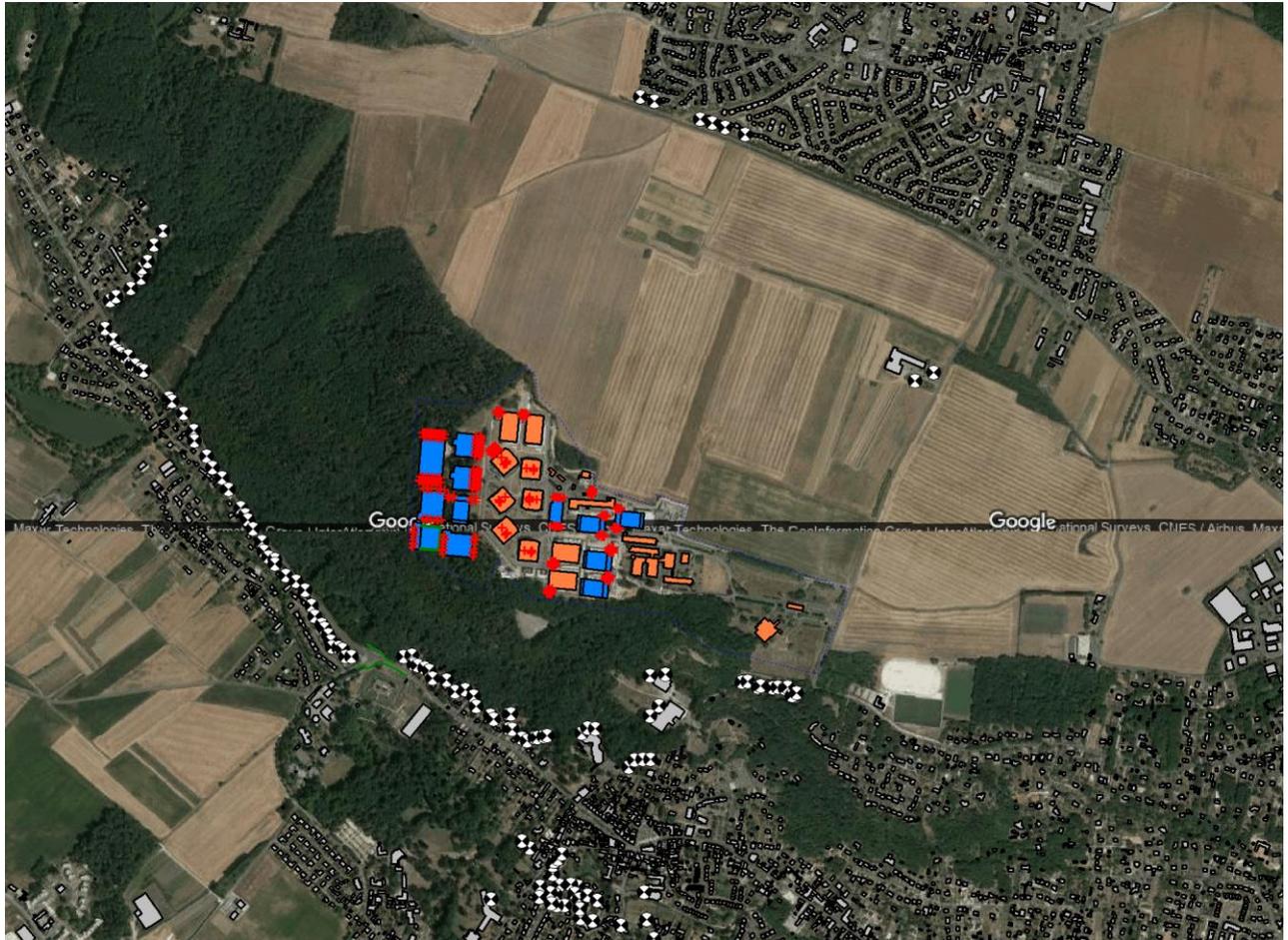
4.3.2.3 Position et hauteur des bâtiments

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).

4.3.2.4 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

4.3.2.5 Sources de bruit considérées

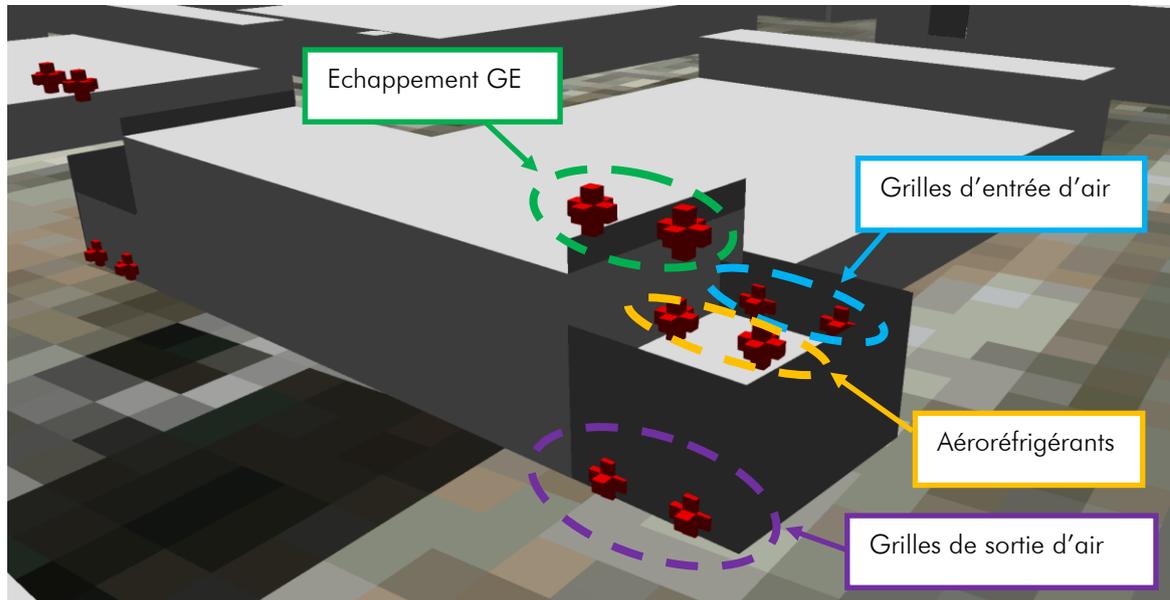
Les sources de bruit considérées au sein du modèle acoustique sont listées ci-dessous :

- Grilles de prise d'air neuf des locaux GEs ;
- Grille de sortie d'air des locaux GEs ;
- Ouverture du conduit d'échappement des GEs ;
- Aéroréfrigérants ;
- Parois externes des containers accueillant un GE.

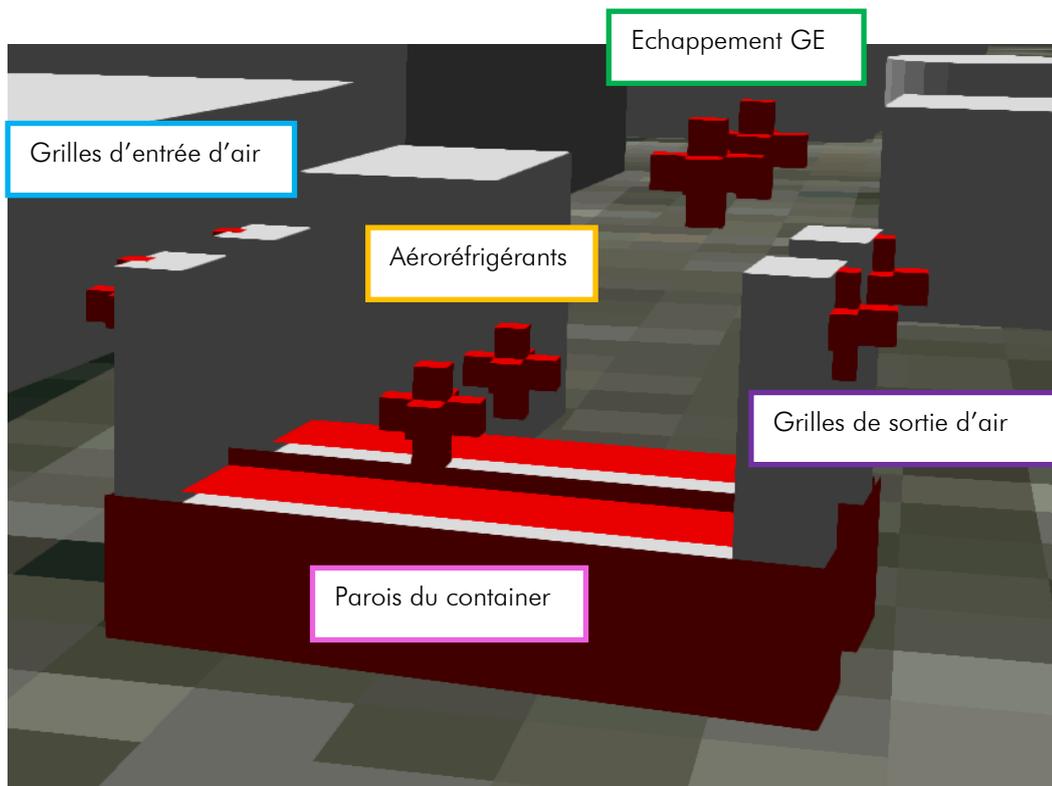
4.3.2.6 Modélisation des sources

Au vu de la grande distance séparant les sources de bruit des habitations riveraines, la majorité des sources a été modélisée en utilisant des sources ponctuelles. Les parois des containers ont quant à elles été modélisées par des sources surfaciques pour mieux appréhender leur rayonnement, notamment vis-à-vis de la limite de propriété du site (proche des containers au nord du bâtiment D3).

Des exemples de modélisation des sources sont présentés ci-dessous :



Exemple de modélisation des sources d'un DC (DC 14)



Exemple de modélisation des sources de containers accueillant un GE (Containers proches du bâtiment D3)

4.3.2.7 Scénarios de fonctionnement

Afin de satisfaire la demande de la DRIEAT et en accord avec les besoins du client, les scénarios de fonctionnement suivants ont été testés :

- Scénario 1 : Impact acoustique du fonctionnement d'un groupe électrogène du bâtiment DC12 ;
- Scénario 2 : Impact acoustique du fonctionnement d'une centrale de groupes électrogènes du bâtiment DC12 (4 GEs) ;
- Scénario 3 : Impact acoustique du fonctionnement d'une centrale de groupes électrogènes du bâtiment DC18 (8 GEs) ;
- Scénario 4 : Impact acoustique du fonctionnement de l'ensemble des groupes électrogènes du site.

4.3.3 Résultats de calcul pour le scénario 1

4.3.3.1 Emergence sonore prévisionnelle

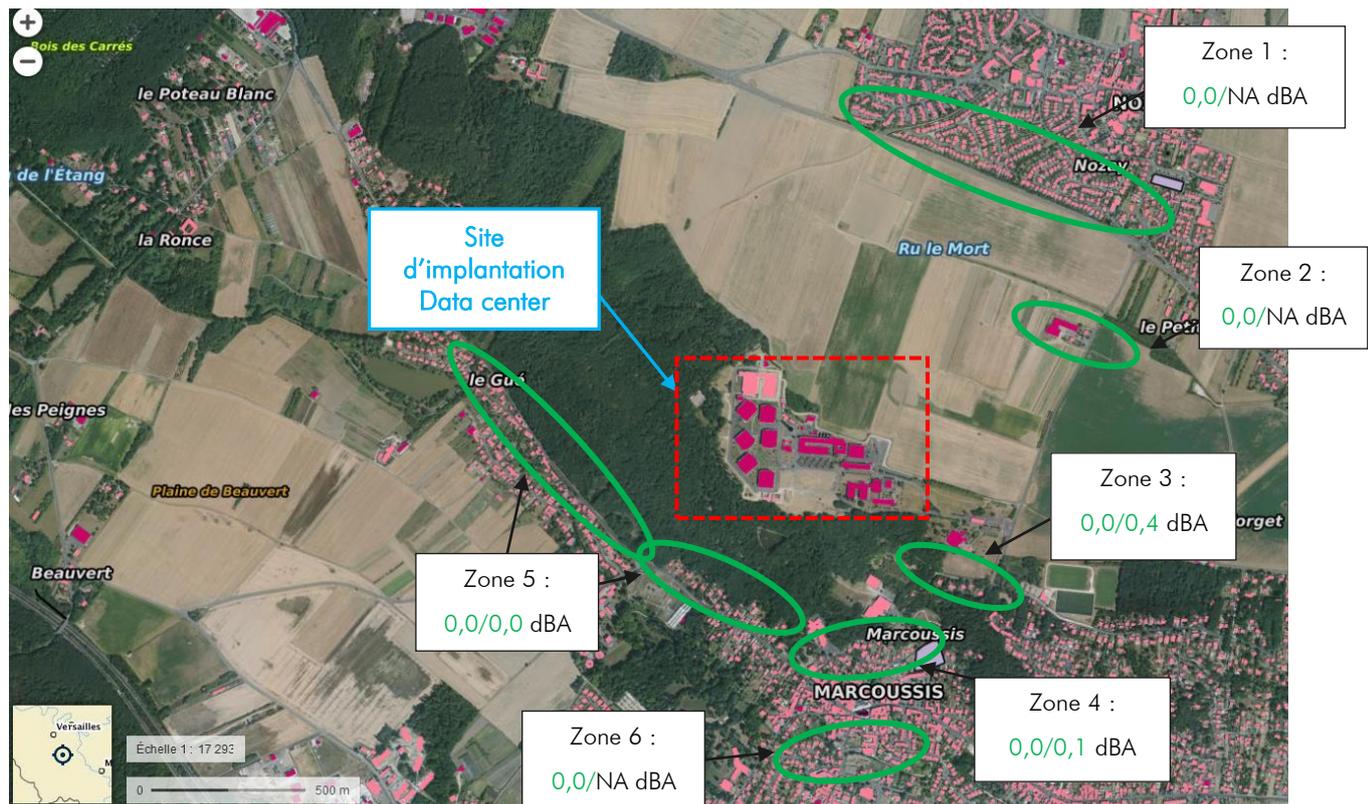
Le tableau ci-dessous présente les émergences sonores estimées, selon la configuration testée. Ces émergences ont été évaluées en façade des riverains les plus proches.

Afin de faciliter la lecture des résultats, seule l'émergence maximale observée par zone de résiduel (voir §4.1.4.4) est présentée.

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	0,0	≤ 5,0	32,5	NA*	≤ 4,0
Zone 2	51,0	0,0	≤ 5,0	30,0	NA*	≤ 4,0
Zone 3	51,0	0,0	≤ 5,0	35,0	0,4	≤ 4,0
Zone 4	48,5	0,0	≤ 5,0	35,0	0,1	≤ 4,0
Zone 5	48,5	0,0	≤ 5,0	38,5	0,0	≤ 4,0
Zone 6	42,0	0,0	≤ 6,0	32,0	NA*	≤ 4,0

* Non Applicable (NA) : Calcul de l'émergence sonore non requis car le niveau de bruit ambiant (comportant le bruit résiduel + le bruit particulier des GEs du site) est inférieur à 35 dBA.

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 et en période nocturne, l'impact acoustique prévisionnel du fonctionnement d'un GE est conforme aux exigences applicables pour l'ensemble des zones testées.

4.3.3.2 Niveau sonore en limite propriété (ICPE)

Les niveaux sonores maximum calculés en limite de propriété sont de l'ordre de 33 dBA. Ces niveaux sont très largement inférieurs aux seuils réglementaires de 70 dBA en période diurne et 60 dBA en période nocturne. La cartographie globale de ce scénario présentée au §4.3.3.4 permet d'estimer les niveaux sonores maximum au niveau de la limite de propriété (matérialisée par une ligne bleue).

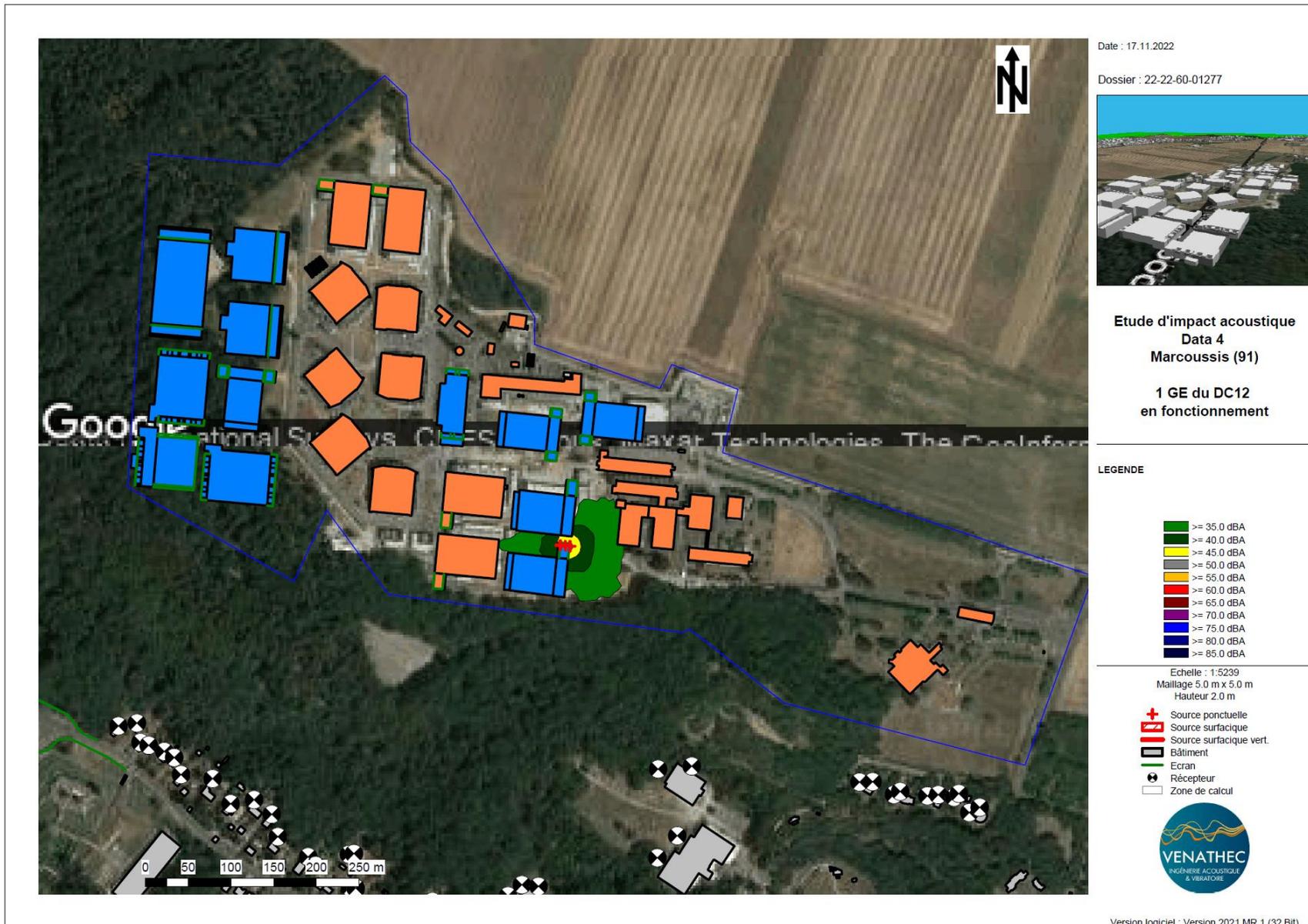
L'impact prévisionnel du scénario 1 en limite de propriété est donc conforme aux exigences applicables.

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 (absence de données en bandes de tiers d'octave).

4.3.3.4 Carte de bruit

La carte de bruit suivante représente le niveau sonore prévisionnel dans l'environnement du projet calculé suivant les différentes hypothèses détaillées dans ce document pour ce scénario. Seule la contribution du groupe électrogène est représentée.



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

4.3.4 Résultats de calcul pour le scénario 2

4.3.4.1 Emergence sonore prévisionnelle

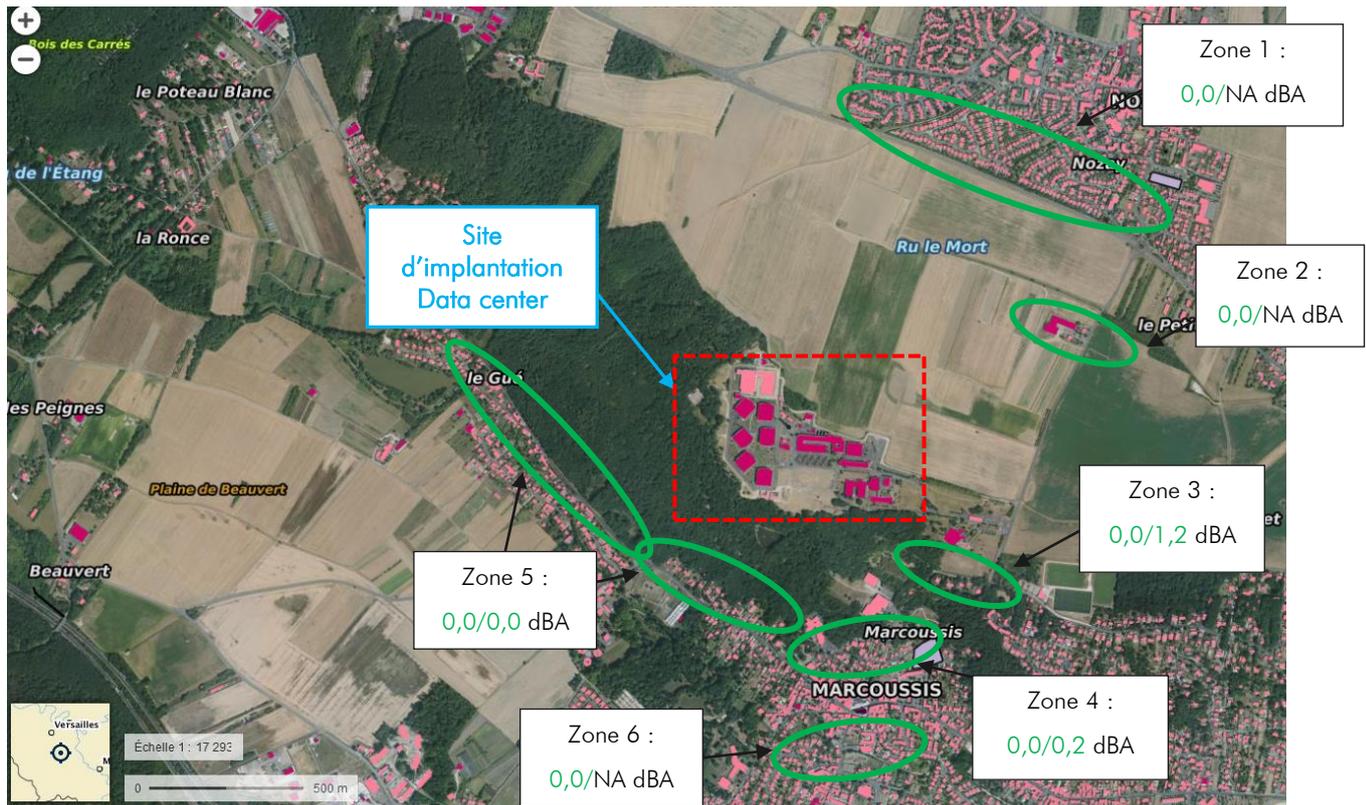
Le tableau ci-dessous présente les émergences sonores estimées, selon la configuration testée. Ces émergences ont été évaluées en façade des riverains les plus proches.

Afin de faciliter la lecture des résultats, seule l'émergence maximale observée par zone de résiduel (voir §4.1.4.4) est présentée.

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	0,0	≤ 5,0	32,5	NA*	≤ 4,0
Zone 2	51,0	0,0	≤ 5,0	30,0	NA*	≤ 4,0
Zone 3	51,0	0,0	≤ 5,0	35,0	1,2	≤ 4,0
Zone 4	48,5	0,0	≤ 5,0	35,0	0,2	≤ 4,0
Zone 5	48,5	0,0	≤ 5,0	38,5	0,0	≤ 4,0
Zone 6	42,0	0,0	≤ 6,0	32,0	NA*	≤ 4,0

* Non Applicable (NA) : Calcul de l'émergence sonore non requis car le niveau de bruit ambiant (comportant le bruit résiduel + le bruit particulier des GEs du site) est inférieur à 35 dBA.

Les figures suivantes traduisent ces résultats de manière cartographique :



Commentaires

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

4.3.4.2 Niveau sonore en limite propriété (ICPE)

Les niveaux sonores maximum calculés en limite de propriété sont de l'ordre de 39 dBA. Ces niveaux sont très largement inférieurs aux seuils réglementaires de 70 dBA en période diurne et 60 dBA en période nocturne. La cartographie globale de ce scénario présentée au §4.3.4.4 permet d'estimer les niveaux sonores maximum au niveau de la limite de propriété (matérialisée par une ligne bleue).

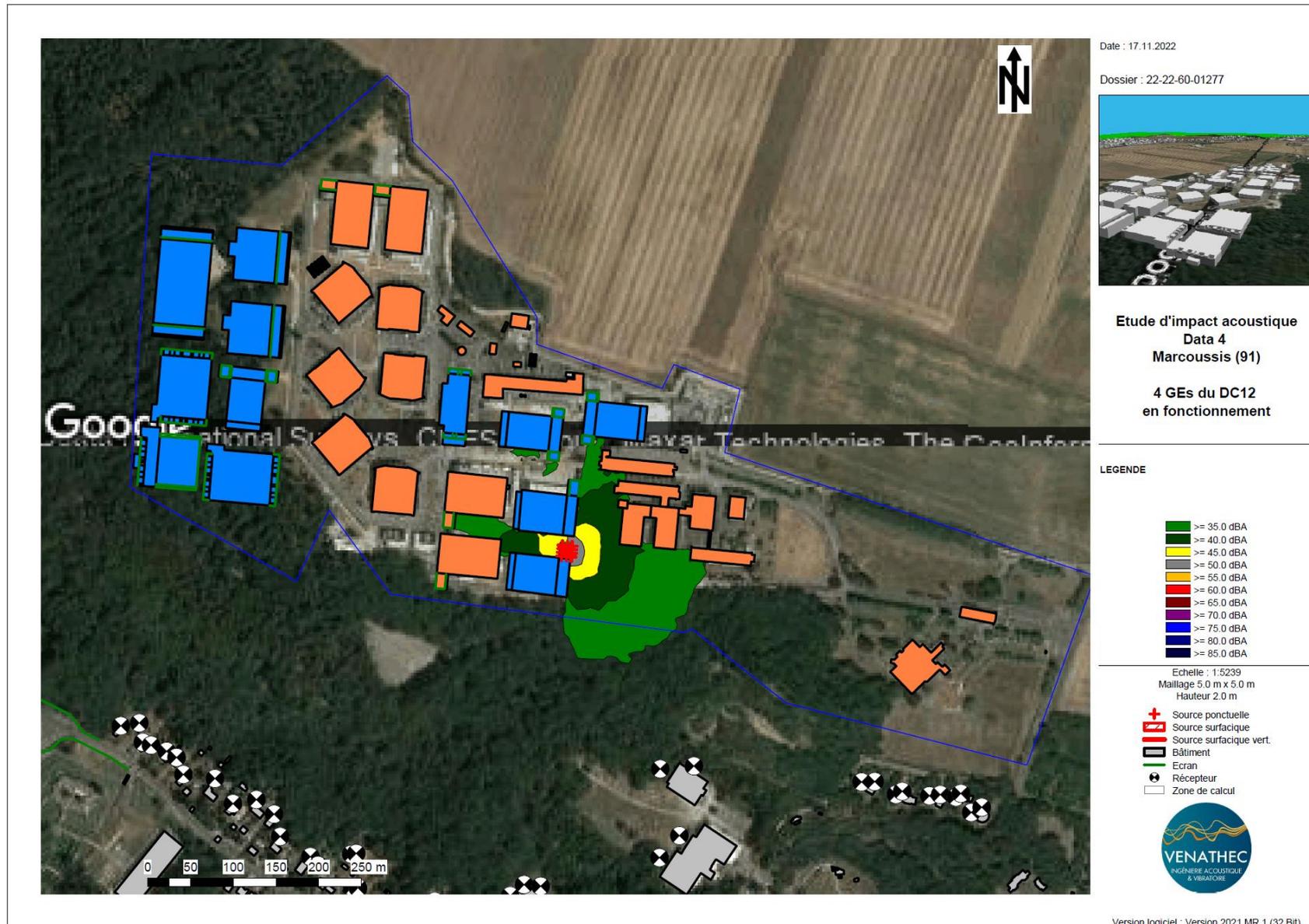
L'impact prévisionnel du scénario 2 en limite de propriété est donc conforme aux exigences applicables.

4.3.4.3 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 (absence de données en bandes de tiers d'octave).

4.3.4.4 Carte de bruit

La carte de bruit suivante représente le niveau sonore prévisionnel dans l'environnement du projet calculé suivant les différentes hypothèses détaillées dans ce document pour ce scénario. Seule la contribution des groupes électrogènes est représentée.



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

4.3.5 Résultats de calcul pour le scénario 3

4.3.5.1 Emergence sonore prévisionnelle

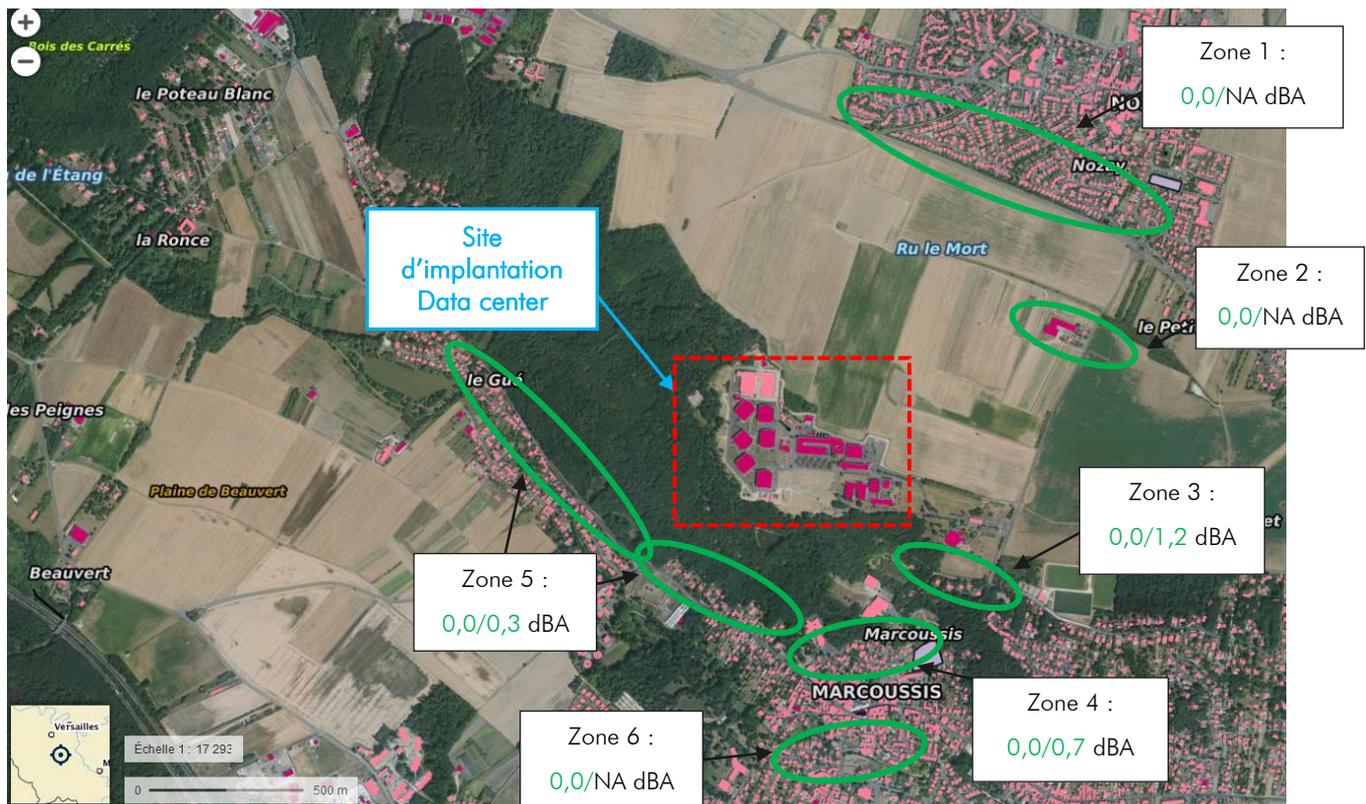
Le tableau ci-dessous présente les émergences sonores estimées, selon la configuration testée. Ces émergences ont été évaluées en façade des riverains les plus proches.

Afin de faciliter la lecture des résultats, seule l'émergence maximale observée par zone de résiduel (voir §4.1.4.4) est présentée.

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	0,0	≤ 5,0	32,5	NA*	≤ 4,0
Zone 2	51,0	0,0	≤ 5,0	30,0	NA*	≤ 4,0
Zone 3	51,0	0,0	≤ 5,0	35,0	1,2	≤ 4,0
Zone 4	48,5	0,0	≤ 5,0	35,0	0,7	≤ 4,0
Zone 5	48,5	0,0	≤ 5,0	38,5	0,3	≤ 4,0
Zone 6	42,0	0,1	≤ 6,0	32,0	NA*	≤ 4,0

* Non Applicable (NA) : Calcul de l'émergence sonore non requis car le niveau de bruit ambiant (comportant le bruit résiduel + le bruit particulier des GEs du site) est inférieur à 35 dBA.

Les figures suivantes traduisent ces résultats de manière cartographique :



Commentaires

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

4.3.5.2 Niveau sonore en limite propriété (ICPE)

Les niveaux sonores maximum calculés en limite de propriété sont de l'ordre de 48 dBA. Ces niveaux sont très largement inférieurs aux seuils réglementaires de 70 dBA en période diurne et 60 dBA en période nocturne. La cartographie globale de ce scénario présentée au §4.3.5.4 permet d'estimer les niveaux sonores maximum au niveau de la limite de propriété (matérialisée par une ligne bleue).

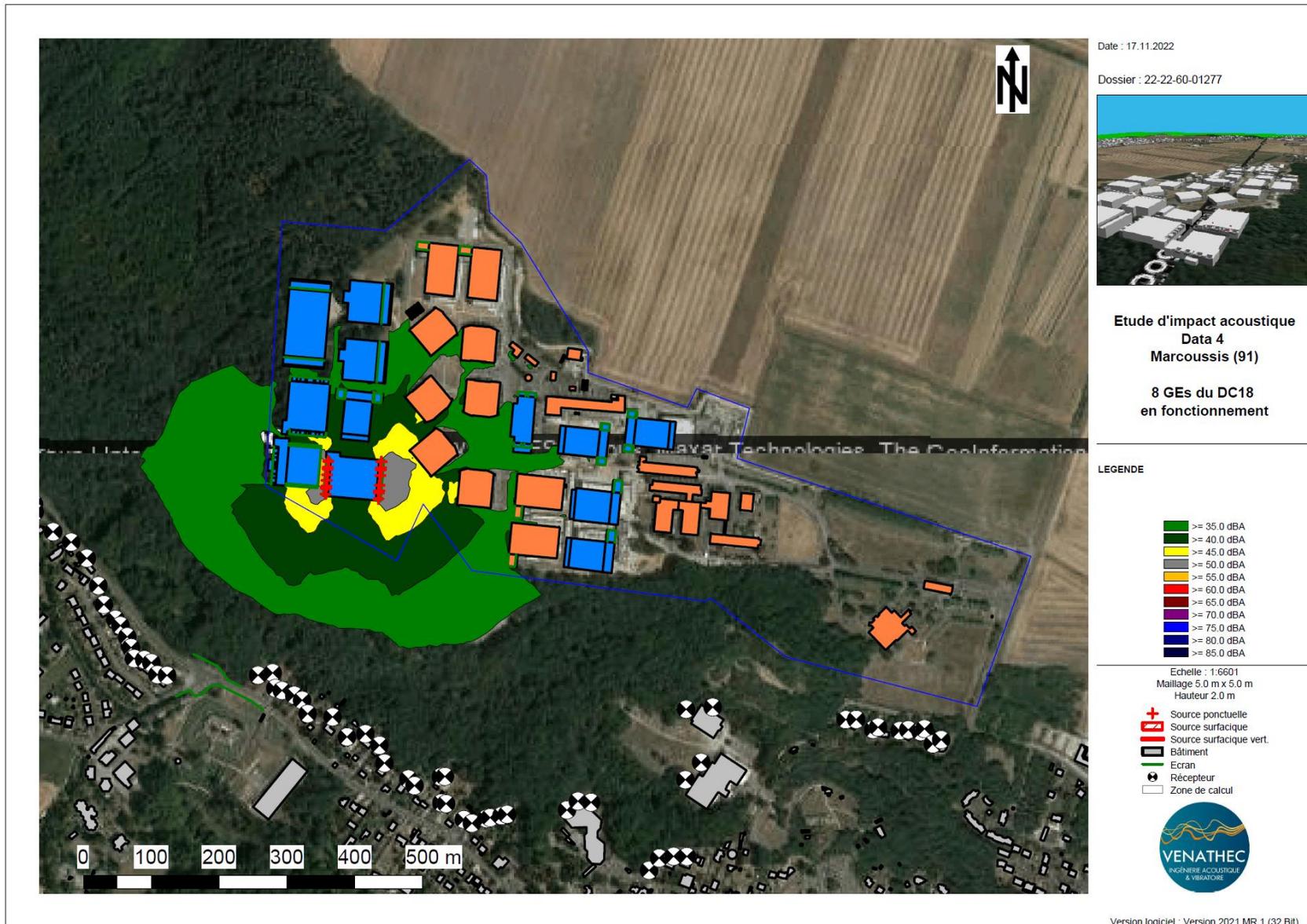
L'impact prévisionnel du scénario 3 en limite de propriété est donc conforme aux exigences applicables.

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 (absence de données en bandes de tiers d'octave).

4.3.5.4 Carte de bruit

La carte de bruit suivante représente le niveau sonore prévisionnel dans l'environnement du projet calculé suivant les différentes hypothèses détaillées dans ce document pour ce scénario. Seule la contribution des groupes électrogènes est représentée.



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

4.3.6 Résultats de calcul pour le scénario 4

4.3.6.1 Emergence sonore prévisionnelle

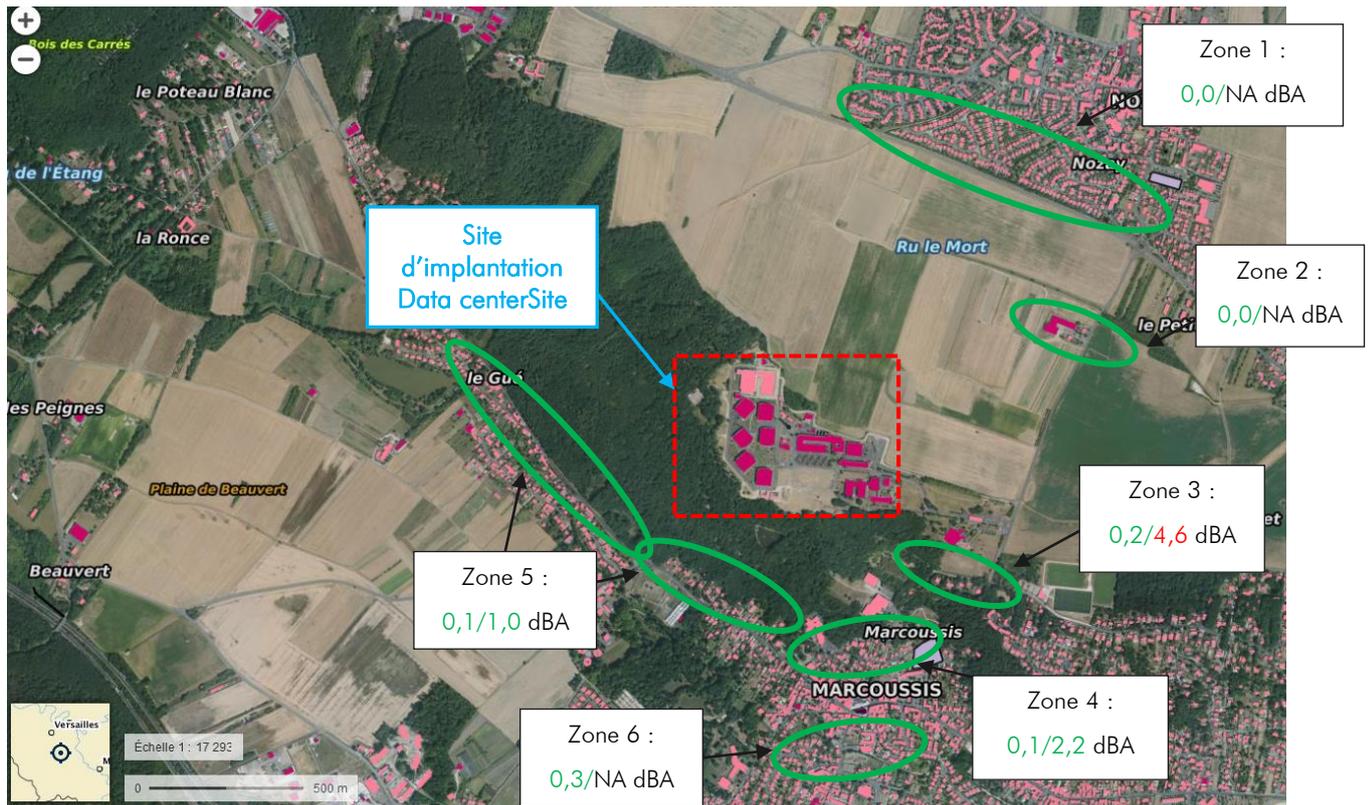
Le tableau ci-dessous présente les émergences sonores estimées, selon la configuration testée. Ces émergences ont été évaluées en façade des riverains les plus proches.

Afin de faciliter la lecture des résultats, seule l'émergence maximale observée par zone de résiduel (voir §4.1.4.4) est présentée.

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	0,0	≤ 5,0	32,5	NA*	≤ 4,0
Zone 2	51,0	0,0	≤ 5,0	30,0	NA*	≤ 4,0
Zone 3	51,0	0,2	≤ 5,0	35,0	4,6	≤ 4,0
Zone 4	48,5	0,1	≤ 5,0	35,0	2,2	≤ 4,0
Zone 5	48,5	0,1	≤ 5,0	38,5	1,0	≤ 4,0
Zone 6	42,0	0,3	≤ 6,0	32,0	NA*	≤ 4,0

* Non Applicable (NA) : Calcul de l'émergence sonore non requis car le niveau de bruit ambiant (comportant le bruit résiduel + le bruit particulier des GEs du site) est inférieur à 35 dBA.

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 du fonctionnement des GEs est conforme aux exigences applicables pour l'ensemble des zones testées.

En période nocturne, des dépassements de faibles amplitudes (exigences réglementaires dépassées de moins d'1 dBA) ont été relevés auprès du voisinage situé au sud-est du site (zone 3). Il est toutefois à noter que ce scénario de fonctionnement est très peu probable car lié à la perte des deux alimentations RTE. Il n'y a pas de prédominance marquée d'une source sonore aux points de mesures les plus impactés. Le niveau sonore calculé est influencé principalement par les GEs des DC les plus proches (DC11 / DC12 / DC14 / DC15).

4.3.6.2 Niveau sonore en limite propriété (ICPE)

Les niveaux sonores maximum calculés en limite de propriété sont de l'ordre de 58 dBA (au nord du bâtiment D3). Ces niveaux sont donc inférieurs aux seuils règlementaires de 70 dBA en période diurne et 60 dBA en période nocturne.

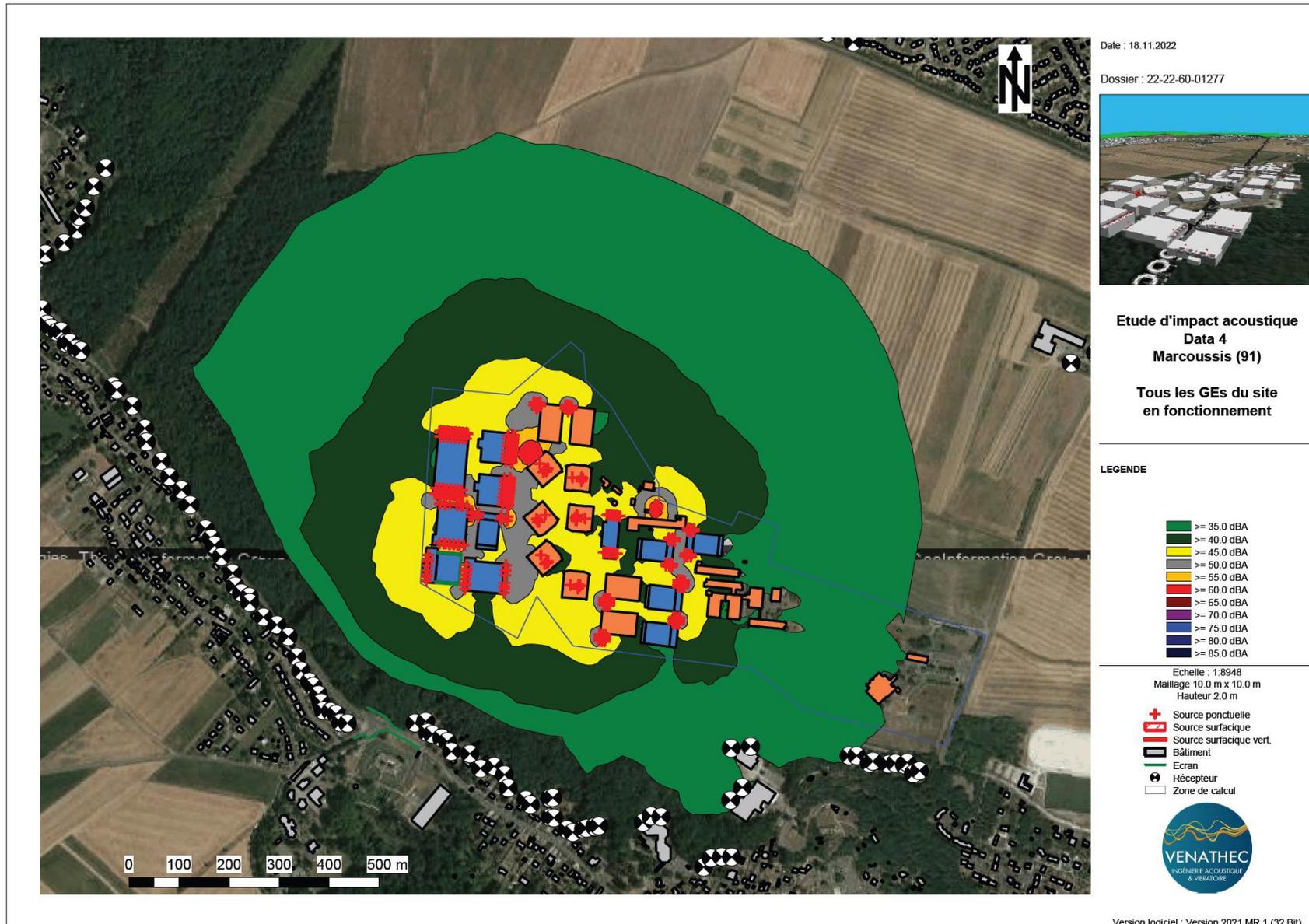
L'impact prévisionnel du scénario 4 en limite de propriété est donc conforme aux exigences applicables.

4.3.6.3 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 (absence de données en bandes de tiers d'octave).

4.3.6.4 Carte de bruit

La carte de bruit suivante représente le niveau sonore prévisionnel dans l'environnement du projet calculé suivant les différentes hypothèses détaillées dans ce document pour ce scénario. Seule la contribution des groupes électrogènes est représentée.



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

5. CONCLUSION

Dans le cadre du projet de construction de nouveaux data centers du site DATA4 à Marcoussis (91), APL a sollicité le bureau d'études VENATHEC afin de réaliser une étude d'impact acoustique du fonctionnement des groupes électrogènes du site.

L'objet de cette étude est d'évaluer l'impact acoustique du fonctionnement des GEs du site auprès du voisinage proche, de le comparer aux exigences réglementaires applicables.

Les scénarios de calculs suivants ont été testés en accord avec les demandes de la DRIEAT et du client :

- Impact acoustique du fonctionnement d'un groupe électrogène du bâtiment DC12 ;
- Impact acoustique du fonctionnement d'une centrale de groupes électrogènes du bâtiment DC12 (4 GEs) ;
- Impact acoustique du fonctionnement d'une centrale de groupes électrogènes du bâtiment DC18 (8 GEs) ;
- Impact acoustique du fonctionnement de l'ensemble des groupes électrogènes du site.

L'étude s'est appuyée sur les différents documents fournis par la société APL, notamment :

- Les fiches techniques des sources de bruits (groupes électrogènes 3516B et 3516E, aéroréfrigérants) ;
- Les plans Permis de Construire des différents DC ;
- Les plans d'implantation des locaux accueillant les groupes électrogènes ;
- Les notes de calculs d'insonorisation produites par les sociétés 2AS et DECICAL.

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.

Suite aux simulations réalisées, il apparaît que l'impact acoustique prévisionnel du fonctionnement des GEs uniquement est conforme en période diurne pour tous les scénarios testés à la fois en limite de propriété (LP) en zones à émergences réglementées (ZER). En période nocturne, des dépassements de faibles amplitudes (exigences réglementaires dépassées de moins d'1 dBA) ont été relevés auprès du voisinage situé au sud-est du site pour le scénario 4 (tous les GEs du site en fonctionnement). Il est toutefois rappelé que ce scénario de fonctionnement est très peu probable car lié à la perte des deux alimentations RTE.

6. ANNEXE : NIVEAUX SONORES DES SOURCES

Catégorie DC	DCs inclus	Source	Niveau de puissance acoustique [dB]								
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global A
1	DC01, DC02, DC03, DC08	Entrée d'air	101,5	91,8	64,7	61,4	60,2	59,5	62	78,3	81,1
		Sortie air	105	96,1	69,1	64,2	63	62,2	65,8	83	85,3
		Echappement	101,4	88	81,1	70,4	68,2	67,3	70,3	70,3	80,3
2	DC04, DC07	Entrée d'air	102,7	93	65	61,4	60,2	59,7	62,8	79,5	82,3
		Sortie air	106,2	97,4	69,7	64,2	63	62,3	66,7	84,2	86,5
		Echappement	101,4	88	81,1	70,4	68,2	67,3	70,3	70,3	80,3
3	DC05, DC06	Entrée d'air	102,2	99,5	82,4	62,8	60,8	67,6	73	87,3	88,7
		Sortie air	92,6	84,5	59,2	48,2	46,1	44,7	46	62,7	71,1
		Echappement	101,4	88	81,1	70,4	68,2	67,3	70,3	70,3	80,3
4	DC09, DC10, DC11, DC12	Entrée d'air	93,7	94,2	77,7	59	57,4	64	69,6	84	84,6
		Sortie air	73	76,8	53,8	48,7	47,6	46,4	45,7	56,2	62,5
		Echappement	101,4	87,1	80,2	69,5	68,4	67,4	70,5	70,5	80,1
5	DC14, DC15	Entrée d'air	90,6	87,1	69,9	57,1	56,2	55,7	58,1	76,2	77,1
		Sortie air	79,4	80,1	56,9	51,7	50,6	49,4	48,8	59,4	65,9
		Echappement	100,1	87,2	80,8	70,4	68,4	67,4	70,5	70,5	79,8
6	DC16	Entrée d'air	73,5	68	53,1	47,5	46,4	45,4	44,9	56,3	58,6
		Sortie air	94,4	93,5	73,7	59,5	58,5	58,2	61,5	80,1	81,7
		Echappement	100,1	87	80,6	70	67,8	66,8	69,9	69,9	79,5
7	DC17	Entrée d'air	99,2	97,7	86,9	66,4	61,6	60,8	63,6	77,8	84,6
		Sortie air	104,3	99	83,5	66,9	62,1	60,3	57,8	77,4	85,3
		Echappement	102,9	88,3	78,3	69,4	64	55	50	45	79,0
8	DC18, DC20	Entrée d'air	105,7	102,7	86,7	66,3	52,8	57,3	76,3	88,4	90,8
		Sortie air	107,1	103,3	84,8	66,8	55	56,6	77,6	89,3	91,5

Catégorie DC	DCs inclus	Source	Niveau de puissance acoustique [dB]								
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global A
		Echappement	104,9	92,3	78,3	66,4	55	47	45	42	81,1
9	DC19	Entrée d'air	103,7	100,8	86,7	66,9	62	60,9	63	77,4	86,7
		Sortie air	102,2	98,4	79,9	64,4	60,2	58,2	54	73,4	83,9
		Echappement	104,9	88,3	78,3	64,4	54	47	45	42	80,1
10	DC21, DC22	Entrée d'air	100,8	92,9	66,4	63	61,6	60,7	62,3	79	81,6
		Sortie air	101,6	95	68,9	65,8	64,7	63,7	64,9	80,8	83,4
		Echappement	101,4	88	81,1	70,4	68,2	67,3	70,3	70,3	80,3
11	DC23	Entrée d'air	100,8	92,9	66,4	63	61,6	60,7	62,3	79	81,6
		Sortie air	101,6	95	68,9	65,8	64,7	63,7	64,9	80,8	83,4
		Echappement	101,4	88	81,1	70,4	68,2	67,3	70,3	70,3	80,3
11	Containers	Entrée d'air	93,2	88,2	72,1	51,3	46,7	47,1	70,6	85,3	84,8
		Sortie air	86,7	83,8	73,1	52,1	47,3	47,4	70,6	85	84,3
		Echappement	106,4	100	90,1	80,4	75,2	73,3	76,3	81,3	88,8
		<i>Niveau de pression sonore interne</i>	<i>101,0</i>	<i>102,0</i>	<i>100,0</i>	<i>97,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>98,0</i>	<i>102,0</i>	<i>106,8</i>

7. 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

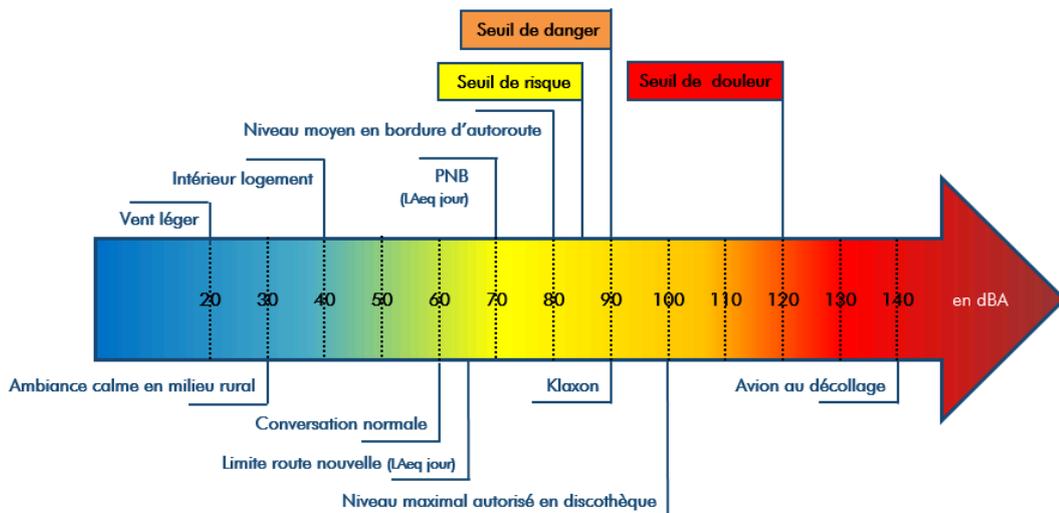
Le décibel pondéré A (ou dBA)

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.