

# **ANNEXE 3**

---

## **RAPPORT « ACOUSTIQUE »**

---

### **ACOUPLUS**



## Rapport d'étude acoustique n°21-21-60-00900-01-A-YTI

Etude d'impact acoustique  
Dans le cadre du projet EIFFEL à NICE (06)



AGENCE RHONE-ALPES EST  
4, avenue Doyen Louis Weil  
38000 GRENOBLE  
Tél. : +33 4 76 14 08 73  
Fax : +33 3 83 56 04 08  
Mail : [contact@venathec.com](mailto:contact@venathec.com)  
[www.venathec.com](http://www.venathec.com)

VENATHEC SAS au capital de 750 000 €  
23, boulevard de l'Europe  
Centre d'Affaires les Nations BP 10101  
54503 VANDOEUVRE LES NANCY  
Société enregistrée au RCS Nancy B sous le numéro 423 893 296 - APE 7112B  
N° TVA intracommunautaire FR 06 423 893 296

**OPOiBi**  
L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE  
N° 07 02 1865





Référence du document : 21-21-60-00900-01-A-YTI

**Client**

Établissement	EVEN CONSEIL
Interlocuteur	Mme Floriane LIRAUD
Courriel	fliraud@even-conseil.com
Tél.	04 94 18 55 65

**Diffusion**

Copie	x
Papier	
Informatique	1

**Version**

Date	A
	15/07/2021

Rédaction

Yann TISCHMACHER



Vérification

Françoise BAUD-LAVIGNE



# SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>CONTEXTE REGLEMENTAIRE, NORMATIF ET PROGRAMMATIQUE.....</b>	<b>5</b>
2.1	Réglementation .....	5
2.2	Normes .....	6
2.3	Autres référentiels .....	6
<b>3.</b>	<b>PRESENTATION DU PROJET .....</b>	<b>7</b>
3.1	Présentation du site et du projet.....	7
3.2	Contexte acoustique du projet et description de la réglementation applicable.....	8
<b>4.</b>	<b>ETAT SONORE INITIAL.....</b>	<b>9</b>
4.1	Mesures acoustiques in situ .....	9
4.2	Modélisation acoustique de l'état existant.....	11
<b>5.</b>	<b>ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE DU PROJET .....</b>	<b>16</b>
5.1	Méthodologie .....	16
5.2	Hypothèses de calcul .....	16
5.3	Présentation du modèle 3D .....	17
5.4	Comparaison des situations futures avec et sans projet.....	17
5.5	Niveaux sonores en façade des futurs bâtiments et objectifs DnTA,tr .....	19
5.6	Cartographies sonores de l'état initial .....	21
5.7	Généralités sur les protections acoustiques envisageables .....	23
<b>6.</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>29</b>
<b>7.</b>	<b>ANNEXES .....</b>	<b>30</b>

# 1. INTRODUCTION

Le présent document s'inscrit dans le cadre des études d'impact du projet EIFFEL à NICE (06).

Dans le cadre de ces études, EVEN CONSEIL a missionné le bureau d'études en acoustique VENATHEC pour la réalisation de l'étude acoustique du projet.

La prestation s'est déroulée comme suit :

- Etape 1 : Réalisation d'une campagne de mesures in situ afin de qualifier l'ambiance sonore initiale du site et caler le modèle de calcul utilisé dans le cadre de l'étude ;
- Etape 2 : Modélisation du secteur d'étude en situation initiale et analyse de l'état sonore initial ;
- Etape 3 : Etude d'impact acoustique du projet en situation future ;
- Etape 4 : Proposition de principes de solutions acoustiques.

## 2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE, NORMATIF ET PROGRAMMATIQUE

### 2.1 Réglementation

Dans le cadre du projet, les textes règlementaires 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
- **Directive européenne 2002/49/CE**, du 25 juin 2002, relative à l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement
- **Articles L571-9 et R571-44 à R571-52** du Code de l'Environnement
- **Décret n°2006-1110 du 11 août 2016** relatif à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programmes
- **Circulaire du 25 mai 2004** relative aux nouvelles instructions à suivre concernant le recensement des Points Noirs Bruit des transports terrestres et les opérations de résorptions de ces PNB
- **Circulaire du 12 juin 2001** relative à l'observatoire du bruit des transports terrestres et à la résorption des points noirs du bruit des transports terrestres
- **Décret n° 2002-867 du 3 mai 2002** (et l'arrêté de la même date), précisant les modalités de subventions accordées par l'État concernant les opérations d'isolation acoustique des Points Noirs Bruit des réseaux routiers et ferroviaires nationaux
- **Décret 95-22 du 9 janvier 1995** relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres
- **Circulaire n° 97-110 du 12 décembre 1997** relative à la prise en compte du bruit dans la construction de routes nouvelles ou l'aménagement de routes existantes du réseau national
- **Arrêté du 5 mai 1995** relatif au bruit des infrastructures routières

## 2.2 Normes

### 2.2.1 Matériel

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

### 2.2.2 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
- **Norme NF EN ISO 3741** (2012) : Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique
- **Norme NF S 31-085** : Caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier

### 2.2.3 Calculs

- **Norme ISO 9613** : Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre
- **Norme NF S 31-130 de décembre 2008** : Cartographie du bruit en milieu extérieur – Elaboration des cartes et représentation graphique.
- **Norme NF S 31-131** : Descriptif technique des logiciels
- **Norme NF S 31-132** : Méthodes de prévision du bruit des infrastructures de transports terrestres en milieu extérieur
- **Norme NF S 31-133** : Bruit dans l'environnement – Calcul de niveaux sonores

## 2.3 Autres référentiels

- Note d'information n°77 du Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (Sétra) - *Calcul prévisionnel de bruit routier* – Avril 2007
- Guide Sétra/Certu – *Bruit et études routières – Manuel du chef de projet* – Octobre 2001

### 3. PRESENTATION DU PROJET

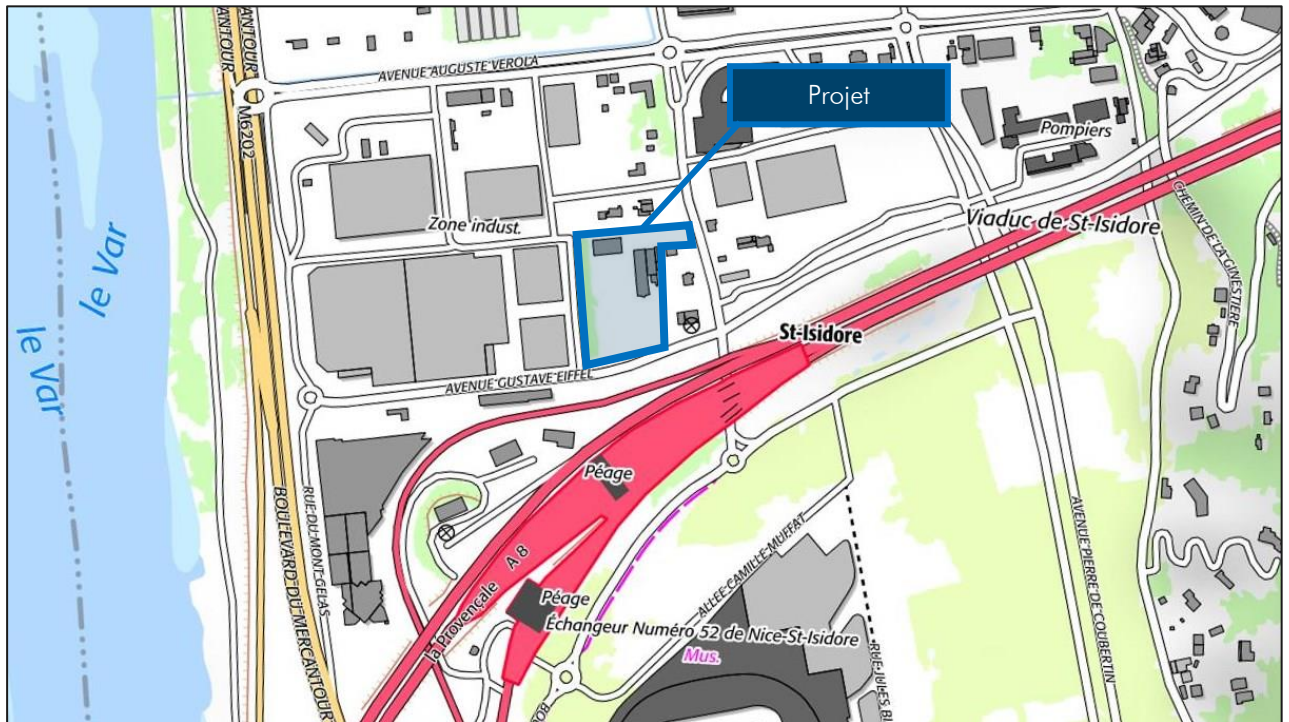
#### 3.1 Présentation du site et du projet

La société Cogedim Méditerranée, prévoit la réalisation d'un projet de construction réhabilitation, dans la commune de Nice, au 137 boulevard des Jardinier.

Le site de projet est bordé au sud par l'Avenue Gustave Eiffel et à l'Est par le Boulevard des Jardiniers.

Cette parcelle CA 175 comporte à l'Ouest le centre commercial E. Leclerc et 2 autres grandes surfaces d'un seul niveau à rez-de-chaussée. À l'est de celle-ci, se trouve la zone servant d'assiette foncière du projet et représentant environ 6 528m<sup>2</sup>.

L'illustration ci-dessous permet de visualiser le projet dans son environnement et le périmètre de l'étude.



Localisation du projet dans son environnement

Le projet prévoit la construction de 6 bâtiments, disposés comme présenté ci-dessous :



La répartition des typologies des logements est répartie comme suit :

- Bâtiment 1 : 38 logements - Logement social
- Bâtiment 2 : 15 logements - Logement social
- Bâtiment 3 : 26 logements - Logement libre
- Bâtiment 4 : 23 logements - Logement intermédiaire
- Bâtiment 5 : 35 logements - Logement libre
- Bâtiment 6 : 10 logements - Logement libre



### 3.2 Contexte acoustique du projet et description de la réglementation applicable

Les exigences d'isolement de façade réglementaires des nouveaux bâtiments sont définies par l'arrêté du 30 mai 1996, modifié par l'arrêté du 23 juillet 2013. Dans ces arrêtés, les exigences sont définies en fonction du classement sonore des infrastructures de transports situées à proximité du projet (classement de 1 à 5, la catégorie 1 étant la plus bruyante), soit par une méthode de calcul forfaitaire, soit par une estimation précise du niveau sonore en façade (par calcul ou par mesures in situ). Dans le cadre de cette étude, l'estimation du niveau sonore en façade en situation future est retenue.

Les permis de construire des nouveaux bâtiments construits dans le cadre du projet seront postérieurs aux démarches effectuées pour la création des infrastructures de transport : c'est donc à la Maîtrise d'Ouvrage en charge de la construction des futurs bâtiments de se conformer aux exigences réglementaires applicables et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit. Cet aspect réglementaire concerne également les établissements sensibles (bâtiment d'enseignement et de santé). La réglementation n'impose cependant pas de limite particulière quant aux bureaux et aux établissements industriels, mais des normes permettent de définir différents niveaux de confort à l'intérieur des espaces du bâtiment qui conditionnent des isollements de façade à respecter.

L'article 9 de l'Arrêté du 23 Juillet 2013 précise que les valeurs d'isolement acoustique sont déterminées de telle sorte que le niveau de bruit à l'intérieur des logements soit inférieur à 35 dBA en période diurne et à 30 dBA en période nocturne. Dans tous les cas, cette valeur d'isolement ne sera jamais inférieure à 30 dBA.

La méthode consiste en conséquence à déterminer les valeurs des niveaux de bruit émanant des infrastructures de transport en façade des nouveaux bâtiments et à en déduire l'isolement de façade correspondant en prenant en compte les objectifs décrits ci-dessus. Les exigences règlementaires concernent en effet l'isolement acoustique des façades en fonction de la distance à la voie bruyante dans le but de limiter la gêne à l'intérieur des logements, mais aucun seuil n'est défini pour la gêne sonore extérieure.

**Note :** Un niveau de 65dBA de jour en façade donnera lieu à un isolement de 65dBA (niveau extérieur) - 35dBA (niveau intérieur) soit 30dB. Tout niveau inférieur à 65dBA en façade ne nécessitera pas de prescriptions acoustiques particulières (un vitrage thermique correctement posé permettant d'assurer les isollements requis de 30dB).

## 4. ETAT SONORE INITIAL

### 4.1 Mesures acoustiques in situ

#### 4.1.1 Contexte d'intervention

##### 4.1.1.1 Période d'intervention

Les mesures d'état initial ont été effectuées du 29 au 30 juin 2021, par Monsieur LYBEERT, acousticien.

##### 4.1.1.2 Appareillage de mesures utilisé

Le tableau ci-dessous récapitule le matériel utilisé pour la réalisation des mesures.

Matériel	Type et marque	Numéro de série
Sonomètre	Solo de 01dB-ACOEM	60836
	Cube de 01dB-ACOEM	10636
	Fusion de 01dB-ACOEM	10667
Microphone	Associé au sonomètre	
Calibreur	CAL 31 de 01dB-ACOEM	34393177

Ce matériel est conforme aux normes NF EN 61672-1 et NF EN 60942.

Avant et après chaque série de mesurage, chaque chaîne de mesure a été calibrée à l'aide du calibreur. Aucune dérive supérieure à 0,5 dB n'a été constatée.

L'analyse des mesures est réalisée avec le logiciel dBTrait de 01dB-ACOEM.

##### 4.1.1.3 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques rencontrées sur site doivent être identifiées selon les couples ( $U_i$  ;  $T_i$ ) conformément à la norme NF S 31-085: les méthodes de définition de ces couples sont explicitées en annexe du document.

#### Conditions météorologiques rencontrées sur site

Période d'observation	Vitesse de vent	Précipitation	Couverture nuageuse
Période diurne	Moyen	Nulle	Dégagé
Période nocturne	Moyen	Nulle	Dégagé

- En période diurne :  $U_2/T_2$  → Etat météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore
- En période nocturne :  $U_2/T_4$  → Effets météorologiques nuls ou négligeables

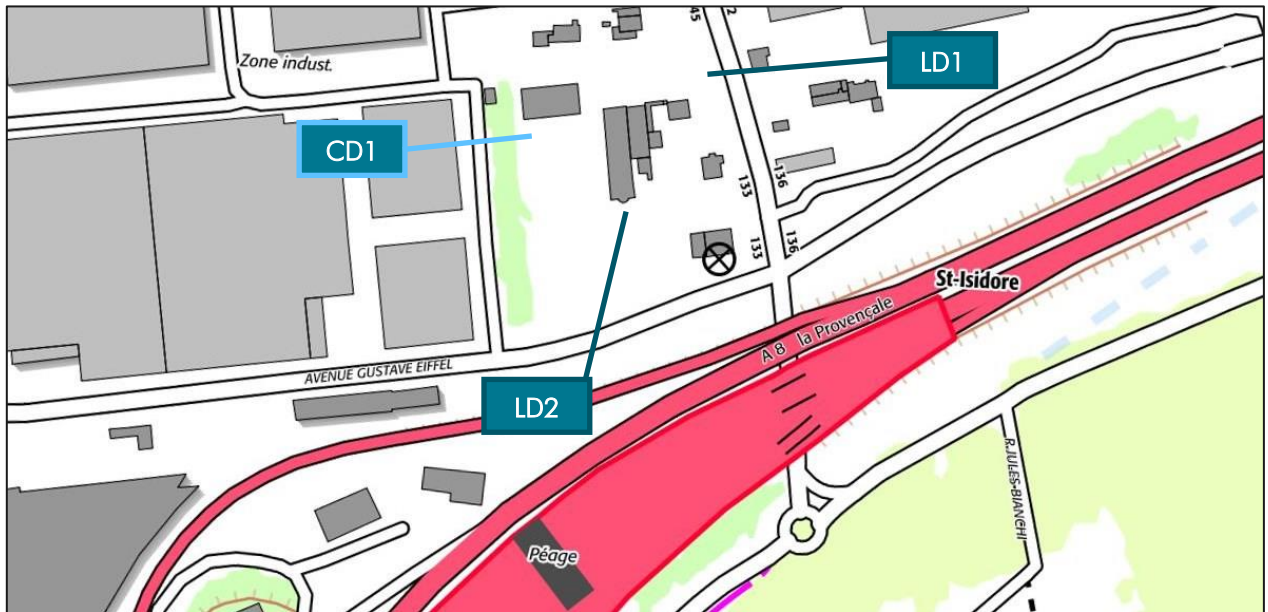
#### Remarques

A noter que les conditions météorologiques décrites ci-dessus sont une simple constatation normative, présentée à titre indicatif.

#### 4.1.2 Localisation des points de mesure

Les points de mesures (longue durée LD et courte durée CD) sont localisés sur le plan ci-dessous, ils sont positionnés à 1,6 m du sol.

Les photos des points de mesures sont disponibles dans les fiches de mesure en Annexe.



Emplacement des points de mesure

#### 4.1.3 Résultats de mesures

Les résultats de mesures détaillés sont explicités pour chacun des points dans des fiches de mesures en Annexe du document. Pour rappel, une zone est considérée en ambiance sonore modérée si le niveau de bruit ambiant existant est tel que les deux conditions suivantes sont réunies :

- LAeq (6h-22h) < 65 dBA
- LAeq (22h-6h) < 60 dBA

Une zone peut être qualifiée en ambiance sonore modérée, modérée de nuit (si seul le critère nuit est vérifié) ou non modérée. Le tableau suivant récapitule les résultats des mesures (valeurs arrondies au demi-décibel près) :

Point de mesure	Adresse	Niveau de bruit LAeq mesuré en dBA			Ambiance sonore préexistante
		11h-12h	6h-22h	22h-6h	
LD1	50 Route de Clermont 38850 CHIRENS	60,5	60,5	53,0	Modérée
LD2	680 Route du Bourg 38850 CHIRENS	62,5	62,0	54,0	Modérée
CD1	66 Route de Chartreuse 38850 CHIRENS	59,0	58,5*	-	Modérée

\* : Le point CD1 est recalé sur le point LD2 pour déduire le LAeq sur la période 6h-22h

Résultats aux points de mesure

#### Commentaires et analyse des résultats

L'ensemble des mesures effectuées est représentatif d'une zone d'ambiance sonore modérée.

## 4.2 Modélisation acoustique de l'état existant

### 4.2.1 Logiciel de simulation

Toutes les simulations numériques ont été réalisées sur le logiciel CADNAA de chez DATAKUSTIC, logiciel d'acoustique environnementale.

Les logiciels de propagation environnementale sont des logiciels d'acoustique prévisionnelle basés sur des modélisations des sources et des sites de propagation, et sont destinés à décrire quantitativement des répartitions sonores pour des classes de situations données.

Ils permettent 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.

La modélisation est effectuée à partir de la norme NF S 31-133 « *Acoustique – Bruit des infrastructures de transports terrestres – Calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques* », complétée par la méthode NMPB 2008 développée par le SETRA, en collaboration avec le CSTB.



### 4.2.2 Hypothèses de calcul

Nous considérons que les infrastructures de transport constituent les sources principales de bruit sur le périmètre de l'étude.

Pour le calcul, notre logiciel prend en compte les paramètres suivants :

- Topographie du site,
- Bâtiments,
- Conditions météorologiques,
- Trafic routier,
- Vitesse de circulation sur les différents secteurs du projet,
- Type de revêtement de chaussée, la granulométrie et l'année de réalisation.

#### 4.2.2.1 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 ;
- Absorption au sol : 0,5;
- Absorption des bâtiments : 0,1;
- Nombre de réflexions : 5;
- Cartographie acoustique : maillage de 5m x 5m, à une hauteur de 4m du sol;
- Géométrie du modèle de calcul : données issues de la BDTOPO de l'IGN.

#### 4.2.2.2 Données de trafic routier

Les données de trafic utilisées sur l'autoroute A8 proviennent de comptages automatiques réalisés par la DREAL PACA et la DIRMED.

Sur les autres axes routiers, les données prises en compte ont été transmises par la société TECHNISIM.

La répartition du trafic moyen journalier annuel (TMJA) sur les périodes 6h-22h et 22h-6h est calculée en suivant la note SETRA de 2007 intitulé « Calcul prévisionnel de bruit routier - Profils journaliers de trafic sur routes et autoroutes interurbaines ».

Ces trafics sont récapitulés dans les tableaux ci-dessous :

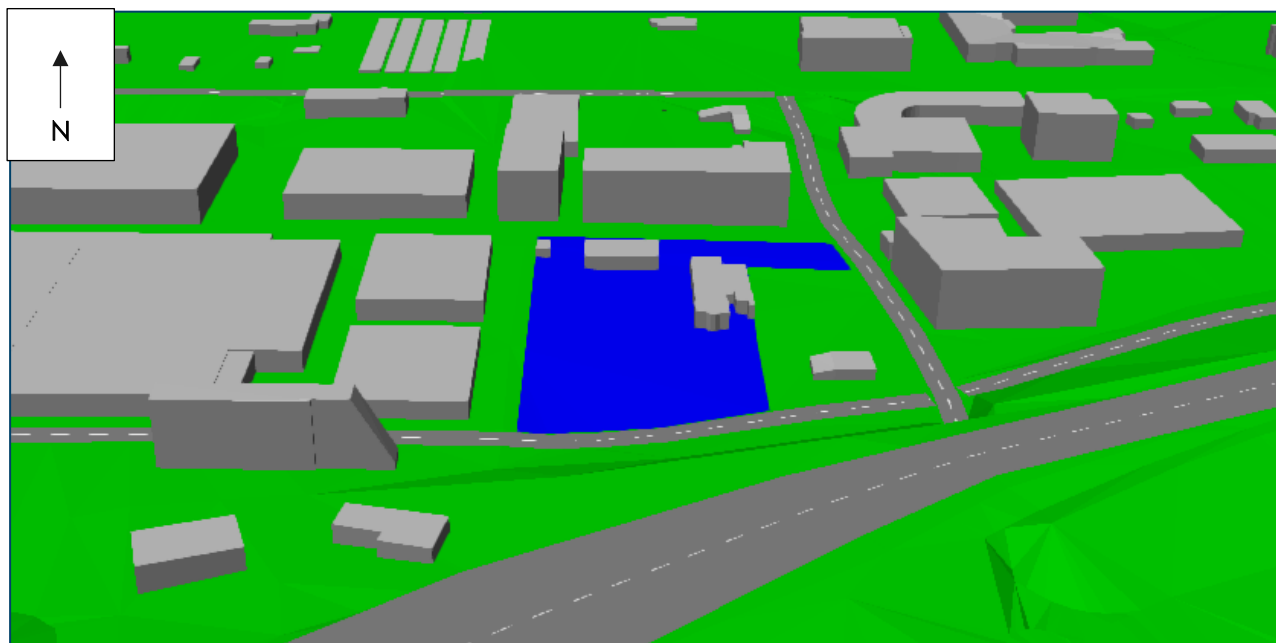
Tronçon	TMJA		6h-22h		22h-6h	
	Tout véhicules	%PL	Trafic TV (véh/h)	%PL	Trafic TV (véh/h)	%PL
Avenue Gustave Eiffel ouest	6800	5,0%	399	4,7%	58	8,0%
Avenue Gustave Eiffel est	5200	10,0%	304	9,5%	46	15,4%
Boulevard des Jardiniers centre	4200	6,0%	246	5,7%	36	9,5%
Boulevard des Jardiniers nord	4200	6,0%	246	5,7%	36	9,5%
Avenue Auguste Vérola ouest	20000	3,0%	1175	2,8%	170	4,8%
Autoroute A8	71833	9,0%	3955	8,2%	963	17,2%

*Données de trafics routiers utilisés dans le modèle de calcul de l'état initial*

#### 4.2.3 Présentation du modèle 3D

Le modèle de calcul réalisé dans le cadre de cette étude est présenté ci-dessous en 3 dimensions. Le périmètre du projet est représenté en bleu.

Ce modèle de calcul permettra de calculer les niveaux sonores issus des axes routiers et ferroviaires en situation initiale.



*Vue 3D depuis le sud de la zone d'étude*

#### 4.2.4 Recalage du modèle de calcul

Le tableau ci-dessous énonce les niveaux calculés via la modélisation en fonction des trafics implémentés et les niveaux mesurés in situ, pour chacun des points de mesure retenus dans l'étude.

N° du point de mesure	LAeq(6h-22h) en dBA			LAeq(22h-6h) en dBA		
	Mesure	Calcul	Ecart	Mesure	Calcul	Ecart
LD1	60,5	61,5	1,0	53,0	55,0	2,0
LD2	62,0	61,0	-1,0	54,0	55,0	1,0
CD1	58,5	59,0	0,5			

#### Commentaires

Les écarts entre les niveaux sonores mesurés et calculés sont inférieurs ou égaux à 2 dBA, le recalage du modèle numérique est donc considéré comme valide et le modèle peut être utilisé pour projeter la situation actuelle sur l'ensemble de la zone de l'étude.

#### 4.2.5 Résultats des calculs aux points récepteurs

Les niveaux sonores estimés par modélisation aux points retenus pour cette étude sont indiqués ci-après.

L'objectif est de déduire de ces niveaux estimés les ambiances sonores initiales pour l'ensemble des façades des habitations impactées par le projet.

Pour rappel, les différentes ambiances sonores sont classées selon le tableau ci-dessous :

Niveaux LAeq en situation initiale [dBA]		Ambiance sonore préexistante
6h-22h	22h-6h	
< 65	< 60	Modérée
≥ 65	< 60	Modérée de nuit
≥ 65	≥ 60	Non modérée
≥ 70	ou ≥ 65	Point Noir Bruit

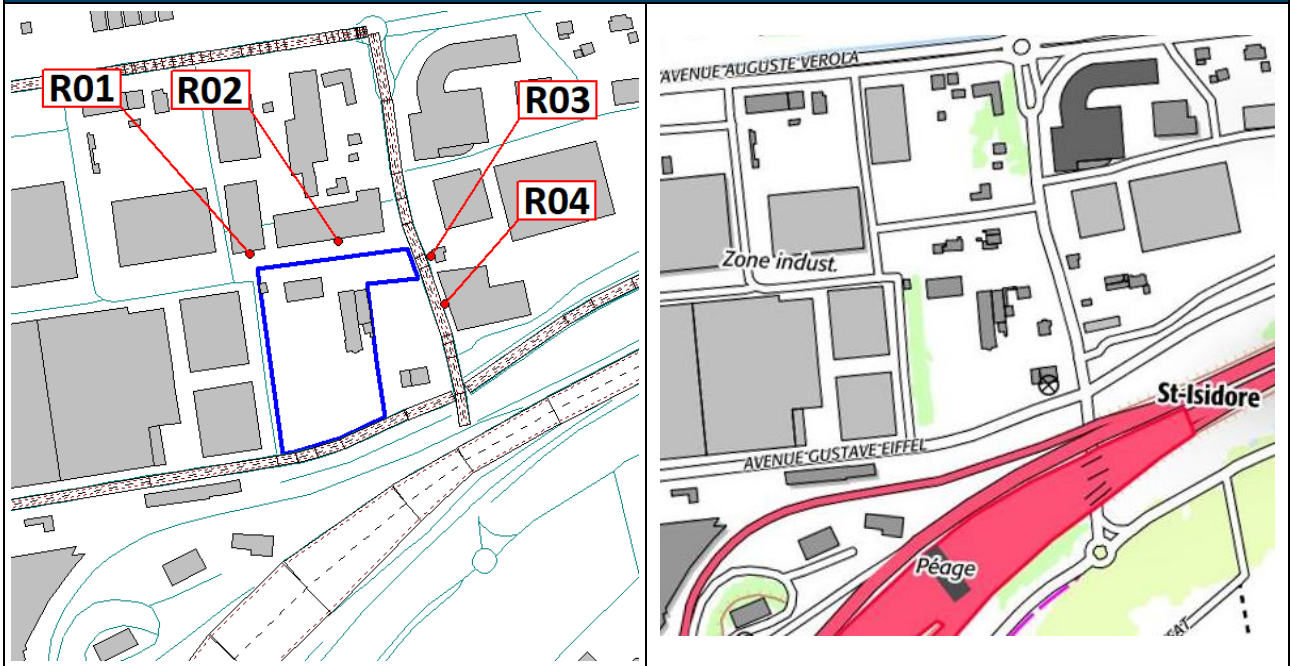
Les points de calcul se situent à 2 mètres en avant des façades, à une hauteur de 1,5m du sol pour les RdC, et à une hauteur de +3m par étage au-dessus du RdC.

Les résultats sont présentés dans les tableaux ci-après avec le code couleur suivant :

Point Noir Bruit

Ambiance sonore non modérée

### Niveaux sonores en façade des bâtiments en dBA - Situation actuelle



Point de calcul	Niveaux LAeq estimés [dBA]	
	6h-22h	22h-6h
R01 RdC	57,5	51,5
R01 R+1	59,0	53,0
R01 R+2	59,0	53,5
R01 R+3	59,5	54,0
R01 R+4	60,0	54,5
R01 R+5	60,0	55,0
R02 RdC	59,0	53,0
R02 R+1	60,0	54,5
R02 R+2	61,0	55,0
R02 R+3	61,5	55,5
R02 R+4	61,5	56,0
R02 R+5	62,0	56,5
R03 RdC	64,0	57,0
R03 R+1	63,5	56,5
R04 RdC	65,0	58,0
R04 R+1	65,0	58,0
R04 R+2	64,5	57,5
R04 R+3	64,0	57,5
R04 R+4	64,0	58,0
R04 R+5	64,0	58,0

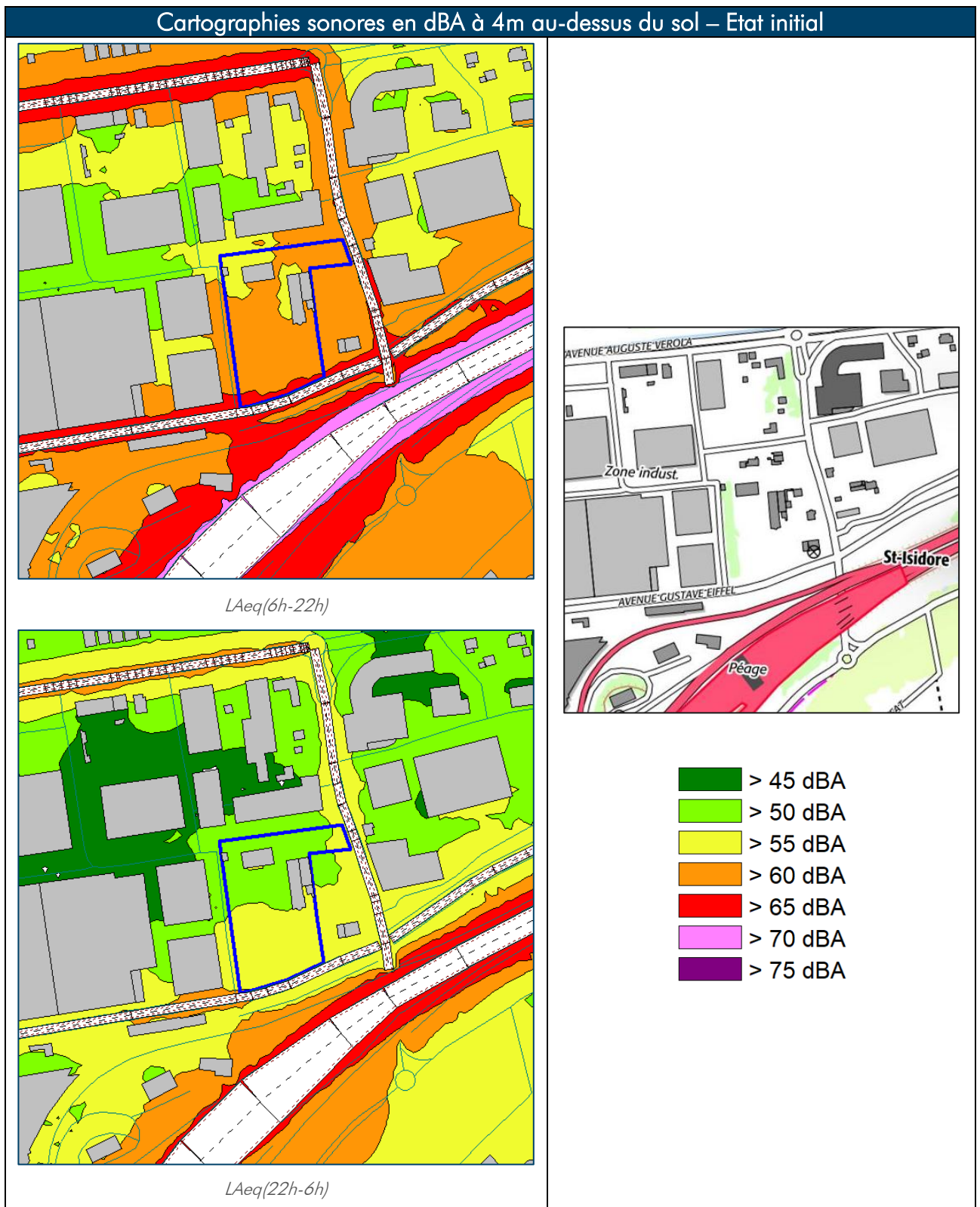
La majorité des points de calcul sont caractéristique d'une zone d'ambiance sonore préexistante modérée.

Seul le point de calcul R04 fait ressortir une zone d'ambiance sonore préexistante non modérée de jour (modérée de nuit) au rez-de-chaussée et au premier étage. Ce point de calcul est à proximité direct du boulevard des Jardiniers.

#### 4.2.6 Cartographies sonores de l'état initial

Les cartographies de bruit de l'état initial sont présentées ci-après et permettent d'évaluer l'ambiance sonore pour chacune des périodes diurne (6-22h) et nocturne (22-6h) sur l'ensemble du périmètre de l'étude.

Les cartographies de bruit sont réalisées à une hauteur de 4m au-dessus du sol.





## 5. ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE DU PROJET

### 5.1 Méthodologie

L'objectif de cette partie est de déterminer l'impact acoustique du projet selon les différents cas de figure considérés à l'horizon 2045 (20 ans après la fin des travaux), à savoir :

- **La comparaison entre les situations futures avec et sans projet.** Cette comparaison a pour but de présenter l'impact de l'implantation de la ZAC dans son environnement. Elle n'est soumise à aucun critère réglementaire, elle n'est donnée qu'à titre informatif.
- **La détermination de l'impact global de toutes les voiries sur les nouveaux bâtiments** de manière à pouvoir dimensionner dans le cadre de l'Arrêté du 23 Juillet 2013, les isollements de façade nécessaires au respect de la réglementation pour ces nouveaux bâtiments.

### 5.2 Hypothèses de calcul

Les hypothèses de modélisation retenues pour la modélisation de l'impact acoustique du projet sont identiques à celles utilisées pour la modélisation de l'état existant.

En situation future, les données de trafic utilisées ont été transmises par la société TECHNISIM. Sur l'autoroute A8, les données proviennent de comptages automatiques réalisés par la DREAL PACA et la DIRMED auquel un taux d'accroissement proportionnel à celui pris en compte sur les autres voiries a été appliqué.

La répartition du trafic moyen journalier annuel (TMJA) sur les périodes 6h-22h et 22h-6h est calculée en suivant la note SETRA de 2007 intitulé « Calcul prévisionnel de bruit routier - Profils journaliers de trafic sur routes et autoroutes interurbaines ».

Ces trafics sont récapitulés dans les tableaux ci-dessous :

Tronçon	TMJA		6h-22h		22h-6h	
	Tout véhicules	%PL	Trafic TV (véh/h)	%PL	Trafic TV (véh/h)	%PL
Avenue Gustave Eiffel ouest	8135	5,0%	477	4,7%	70	8,0%
Avenue Gustave Eiffel est	6220	5,0%	365	4,7%	54	8,0%
Boulevard des Jardiniers centre	5025	5,0%	295	4,7%	43	8,0%
Boulevard des Jardiniers nord	5025	5,0%	295	4,7%	43	8,0%
Avenue Auguste Vérola ouest	23920	3,0%	1405	2,8%	203	4,8%
Autoroute A8	85863	9,0%	4727	8,2%	1151	17,2%

*Données de trafics routiers utilisés dans le modèle de calcul de l'état futur sans projet (horizon 2045)*

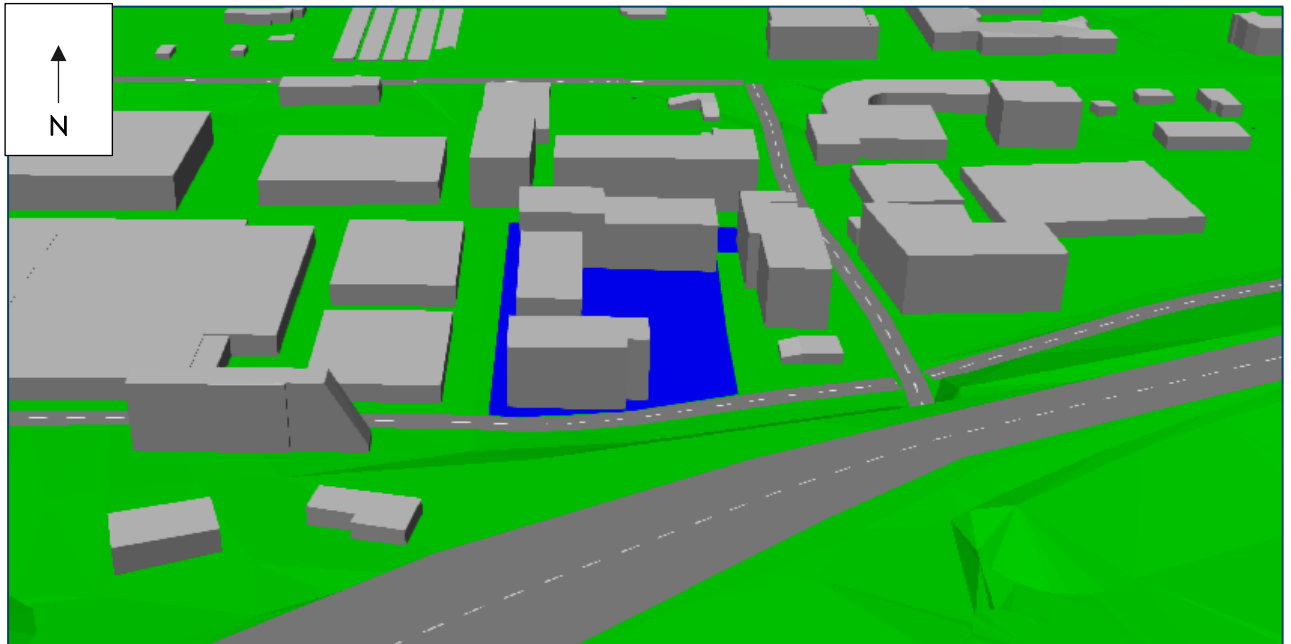
Tronçon	TMJA		6h-22h		22h-6h	
	Tout véhicules	%PL	Trafic TV (véh/h)	%PL	Trafic TV (véh/h)	%PL
Avenue Gustave Eiffel ouest	9020	5,0%	529	4,7%	78	8,0%
Avenue Gustave Eiffel est	6600	5,0%	387	4,7%	57	8,0%
Boulevard des Jardiniers centre	6325	5,0%	371	4,7%	54	8,0%
Boulevard des Jardiniers nord	6160	5,0%	361	4,7%	53	8,0%
Avenue Auguste Vérola ouest	26400	3,0%	1550	2,8%	224	4,8%
Autoroute A8	85863	9,0%	4727	8,2%	1151	17,2%

*Données de trafics routiers utilisés dans le modèle de calcul de l'état futur avec projet (horizon 2045)*

### 5.3 Présentation du modèle 3D

Le modèle de calcul réalisé dans le cadre de cette étude est présenté ci-dessous en 3 dimensions. Le périmètre du projet est représenté en bleu.

Ce modèle de calcul permettra de calculer les niveaux sonores issus des axes routiers et ferroviaires en situation future.



*Vue 3D depuis le sud de la zone d'étude*

### 5.4 Comparaison des situations futures avec et sans projet

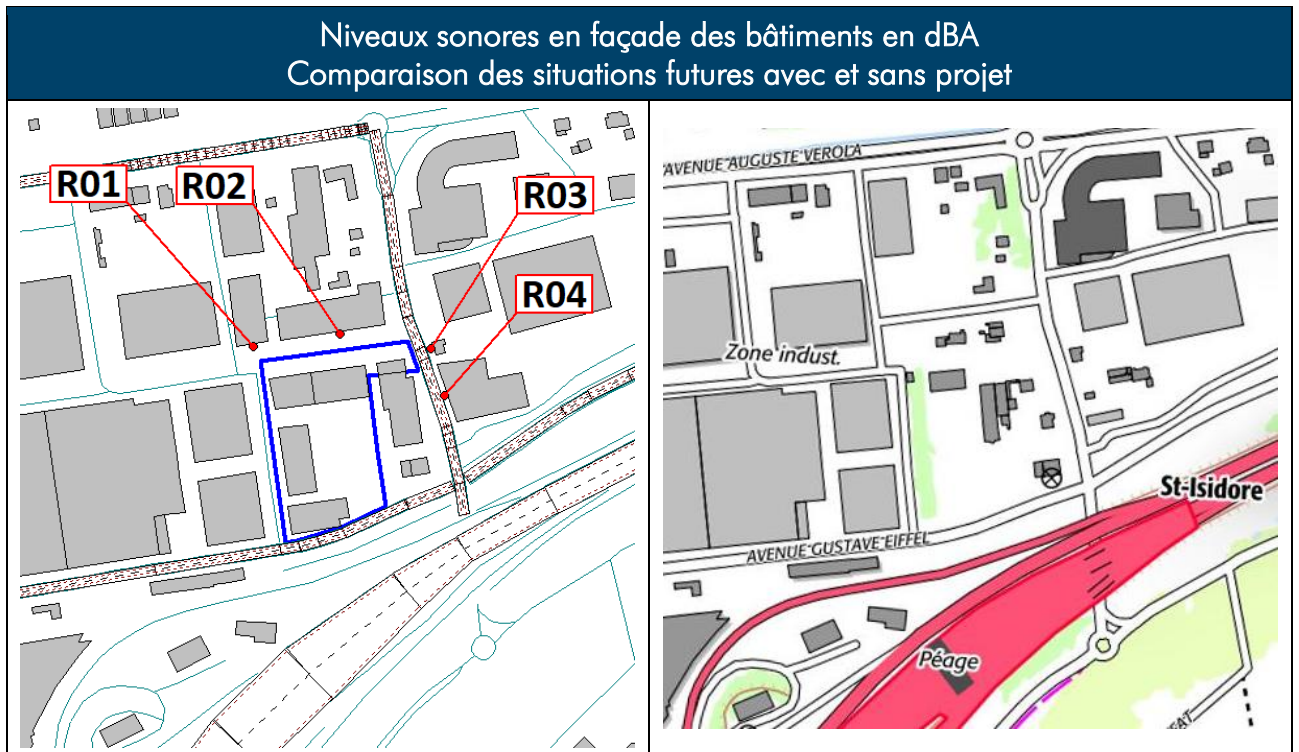
Cette comparaison a pour but de présenter l'impact de l'implantation de la ZAC dans son environnement. Elle n'est soumise à aucun critère réglementaire, elle n'est donnée qu'à titre informatif.

Les points de calcul se situent à 2 mètres en avant des façades, à une hauteur de 1,5m du sol pour les RdC, et à une hauteur de +3m par étage au-dessus du RdC.

Les résultats sont présentés dans les tableaux ci-après avec le code couleur suivant :

Point Noir Bruit

Ambiance sonore non modérée



Point de calcul	Niveaux $L_{Aeq}$ estimés [dBA]					
	Sans projet		Avec projet		Ecart	
	6h-22h	22h-6h	6h-22h	22h-6h	6h-22h	22h-6h
R01 RdC	58,5	52,5	54,5	49,0	-4,0	-3,5
R01 R+1	59,5	54,0	56,0	50,0	-3,5	-4,0
R01 R+2	60,0	54,5	56,0	50,5	-4,0	-4,0
R01 R+3	60,5	55,0	56,5	51,0	-4,0	-4,0
R01 R+4	60,5	55,5	57,5	51,5	-3,0	-4,0
R01 R+5	61,0	55,5	58,0	52,5	-3,0	-3,0
R02 RdC	60,0	54,0	56,0	50,5	-4,0	-3,5
R02 R+1	61,0	55,0	57,0	51,5	-4,0	-3,5
R02 R+2	61,5	56,0	57,5	51,5	-4,0	-4,5
R02 R+3	62,0	56,5	58,0	52,0	-4,0	-4,5
R02 R+4	62,5	57,0	58,0	52,5	-4,5	-4,5
R02 R+5	62,5	57,0	59,5	53,5	-3,0	-3,5
R03 RdC	64,5	57,5	65,5	58,0	1,0	0,5
R03 R+1	64,5	57,0	65,5	58,0	1,0	1,0
R04 RdC	65,5	58,5	66,5	59,5	1,0	1,0
R04 R+1	65,5	58,5	66,5	59,5	1,0	1,0
R04 R+2	65,0	58,5	66,5	59,5	1,5	1,0
R04 R+3	65,0	58,5	66,0	59,5	1,0	1,0
R04 R+4	65,0	58,5	66,5	60,0	1,5	1,5
R04 R+5	64,5	58,5	66,5	60,5	2,0	2,0

Au nord du projet (points R01 et R02), les nouveaux bâtiments ont un effet masquant sur les bâtiments existants vis-à-vis de l'autoroute A8 et les niveaux sonores calculés dans la situation avec projet sont plus faibles, de l'ordre de 3,0 à 4,5dBA par rapport à la situation sans projet.

A proximité du boulevard des Jardiniers, la hausse du trafic sur cet axe liée à la mise en place du projet entraîne une légère hausse des niveaux de bruit (points R03 et R04) de l'ordre de 1 à 2 dBA.

## 5.5 Niveaux sonores en façade des futurs bâtiments et objectifs $D_{nTA, tr}$

L'article 9 de l'Arrêté du 23 Juillet 2013 précise que les valeurs d'isolement acoustique sont déterminées de telle sorte que le niveau de bruit à l'intérieur des logements soit inférieur à 35 dBA en période diurne et à 30 dBA en période nocturne. Dans tous les cas, cette valeur d'isolement ne sera jamais inférieure à 30 dBA.

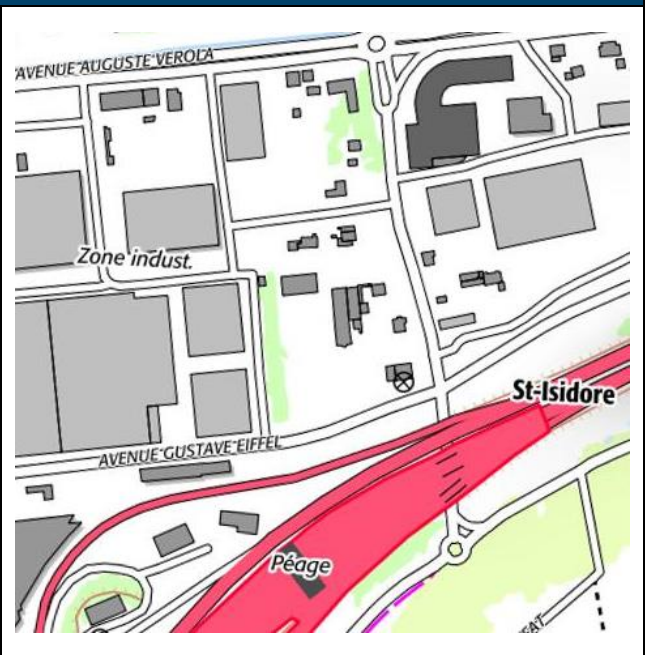
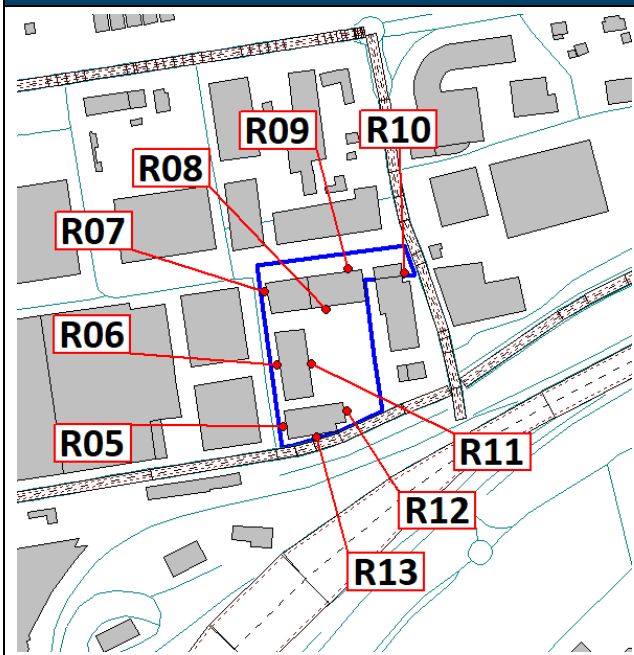
La méthode consiste en conséquence à déterminer les valeurs des niveaux de bruit émanant des infrastructures de transport en façade des nouveaux bâtiments et à en déduire l'isolement de façade correspondant en prenant en compte les objectifs décrits ci-dessus.

Les exigences réglementaires concernent en effet l'isolement acoustique des façades en fonction de la distance à la voie bruyante dans le but de limiter la gêne à l'intérieur des logements, mais aucun seuil n'est défini pour la gêne sonore extérieure.

**Note :** Un niveau de 65dBA de jour en façade donnera lieu à un isolement de 65dBA (niveau extérieur) - 35dBA (niveau intérieur) soit 30dB. Tout niveau inférieur à 65dBA en façade ne nécessitera pas de prescriptions acoustiques particulières (un vitrage thermique correctement posé permettant d'assurer les isolements requis de 30dB).

Les points de calcul se situent à 2 mètres en avant des façades, à une hauteur de 1,5m du sol pour les RdC, et à une hauteur de +3m par étage au-dessus du RdC.

Niveaux sonores en façade des bâtiments en dBA  
Niveaux sonores en façade des nouveaux bâtiments et objectifs DnTA,tr



Point de calcul	Niveaux LAeq estimés [dBA]		Objectif d'isolement DnTA,tr [dB]	Point de calcul	Niveaux LAeq estimés [dBA]		Objectif d'isolement DnTA,tr [dB]
	6h-22h	22h-6h			6h-22h	22h-6h	
R05 R+1	62,5	56,0	30	R10 R+1	64,5	57,5	30
R05 R+3	63,0	56,5	30	R10 R+3	64,5	57,5	30
R05 R+5	63,0	57,5	30	R10 R+5	64,5	58,0	30
R06 R+1	58,0	52,0	30	R11 R+1	61,5	56,0	30
R06 R+3	58,0	52,0	30	R11 R+3	63,0	58,0	30
R06 R+5	59,5	53,5	30	R11 R+5	63,5	58,5	30
R07 R+1	55,0	49,0	30	R12 R+1	65,5	59,5	31
R07 R+3	54,5	48,5	30	R12 R+3	67,5	62,0	33
R07 R+5	56,0	50,0	30	R12 R+5	67,5	62,0	33
R08 R+1	60,5	54,5	30	R13 R+1	68,0	61,0	33
R08 R+3	62,0	57,0	30	R13 R+3	68,5	63,0	34
R09 R+1	58,0	51,5	30	R13 R+5	68,0	62,5	33
R09 R+3	58,5	52,0	30				

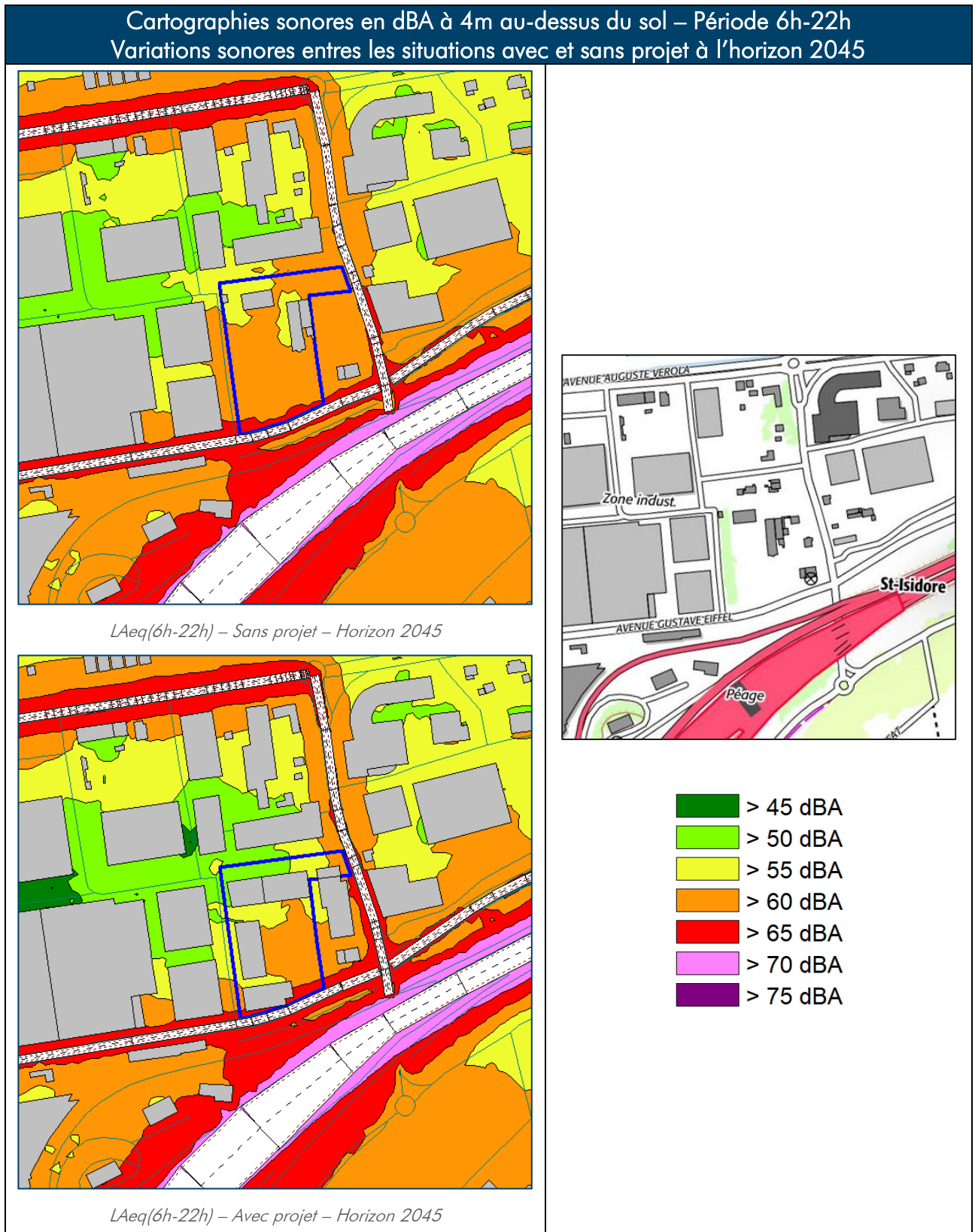
En façade des nouveaux bâtiments, les objectifs d'isolement calculés à l'horizon 2045 (20 ans après la fin des travaux) sont en majorité de 30 dB.

Seules les façades sud et est du bâtiment le plus au sud ont des objectifs d'isolement de 31 à 34dB. Ces façades sont les plus exposées à l'autoroute A8.

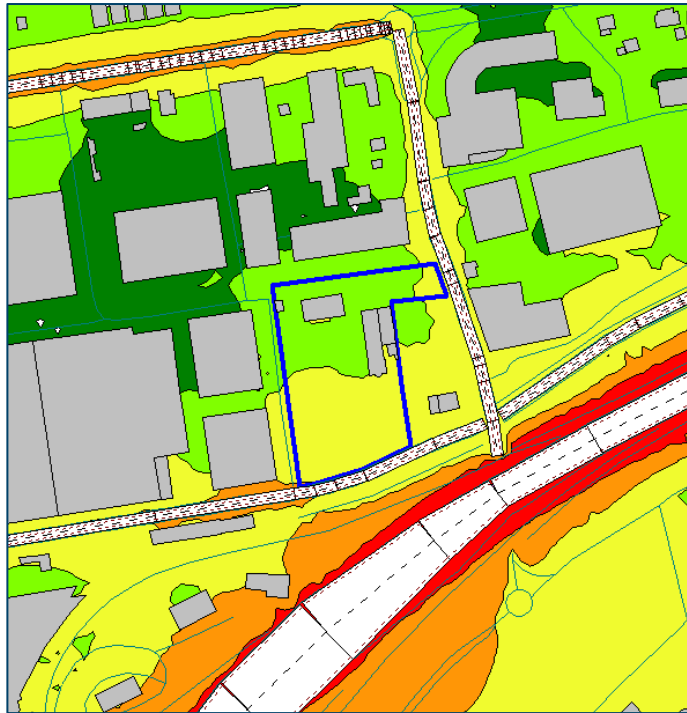
## 5.6 Cartographies sonores de l'état initial

Les cartographies de bruit de l'état initial sont présentées ci-après et permettent d'évaluer l'ambiance sonore pour chacune des périodes diurne (6-22h) et nocturne (22-6h) sur l'ensemble du périmètre de l'étude.

Les cartographies de bruit sont réalisées à une hauteur de 4m au-dessus du sol.



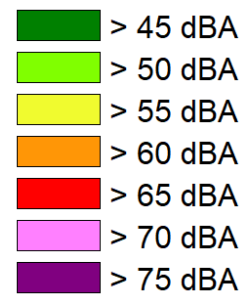
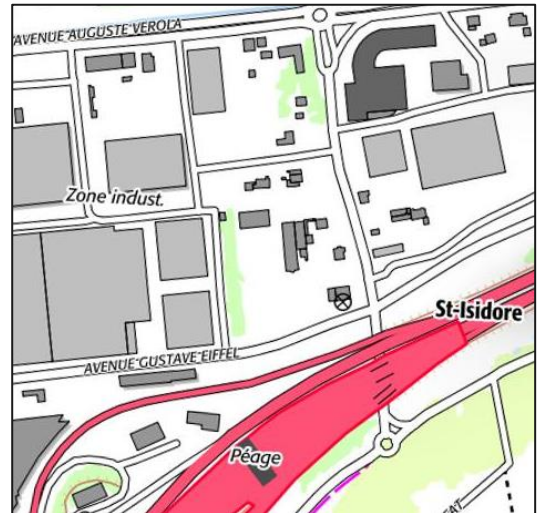
Cartographies sonores en dBA à 4m au-dessus du sol – Période 22h-6h  
Variations sonores entre les situations avec et sans projet à l'horizon 2045



*LAeq(22h-6h) – Sans projet – Horizon 2045*



*LAeq(22h-6h) – Avec projet – Horizon 2045*



## 5.7 Généralités sur les protections acoustiques envisageables

Aucune protection n'est à prévoir pour ce projet dans un contexte réglementaire. Toutefois, des idées d'optimisation acoustique du projet sont développées dans ce chapitre.

### 5.7.1 Mise en œuvre d'un merlon ou butte de terre

Les avantages de ce type de protection sont les suivants :

- Protection « économique » si l'emprise est disponible et si l'on dispose d'un excédent de terre (suite au chantier par exemple) ;
- Surface relativement absorbante par rapport aux écrans qui sont susceptibles de réfléchir le son ;
- Meilleure insertion paysagère du projet routier.

Les inconvénients principaux sont de deux ordres :

- L'emprise d'un merlon requiert une consommation importante d'espace : par exemple pour un merlon d'une hauteur de 3m, avec une pente de 2/1, l'emprise atteint 12m à la base ;
- Une arête plus éloignée de la voie qu'un écran nécessite, pour une efficacité acoustique comparable, une hauteur plus importante (Cf Schéma ci-dessous)

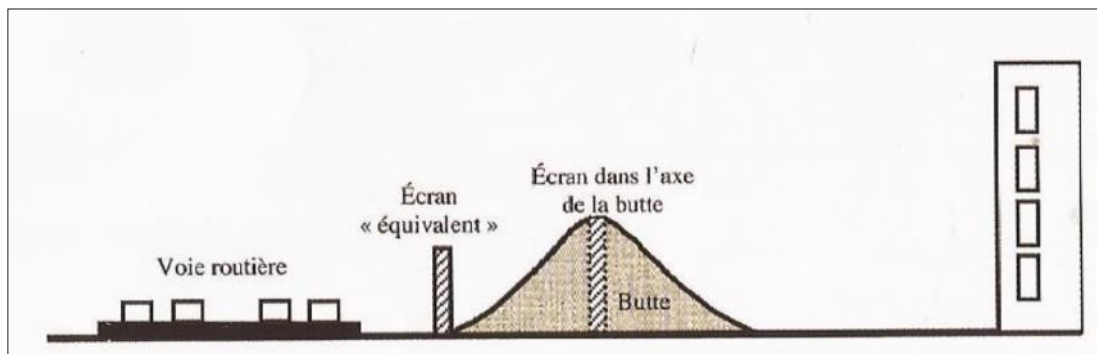


Schéma : équivalence Ecran / Merlon de terre

### 5.7.2 Mise en œuvre d'un écran acoustique

Les écrans constituent une solution privilégiée notamment lorsque l'emprise au sol est faible.

Leur fonction première est de protéger le riverain de la transmission directe du son, la propagation sonore s'effectuant ensuite derrière l'écran par diffraction sur les arêtes et les extrémités de l'écran.

#### 5.7.2.1 Type d'écran envisageable

Les écrans acoustiques peuvent être :

- Hors ouvrage ou sur ouvrage,
- Simple ou avec diffracteur,
- Vertical ou incliné,
- Réfléchissant, absorbant simple face, absorbant double face,
- En béton, béton bois, bois, métal, végétalisé, etc...



### 5.7.2.2 Exemples d'écrans acoustiques



*Ecran végétalisé avec mur béton*



*Ecran translucide*



*Ecran en béton bois*



*Ecran en gabions*



*Ecrans métalliques*



*Ecrans en bois sur GBA*

### 5.7.2.3 Performance en isolation de l'écran (transmission)

D'ordinaire, on considère que si le bruit transmis à travers l'écran est inférieur de 10 dB aux bruits réfléchis, diffractés et absorbés, ce premier peut être considéré comme négligeable.

En réalité, les fabricants fournissent à peu près tous des écrans dotés de performances isolantes  $D_{LR} \geq 25$  dB, ce qui est suffisant pour négliger le phénomène de transmission.

### 5.7.2.4 Performance en absorption de l'écran

Si nécessaire, l'écran préconisé peut être constitué de matériaux ou de formes géométriques permettant de lui administrer des performances d'absorption acoustique importantes. Cette caractéristique permet d'éviter une réflexion du son sur l'écran et le renvoi de celui-ci de l'autre côté de la voie.

### 5.7.2.5 Type de fondation

Les écrans sur GBA élargie ne nécessitent pas de fondations spécifiques, ces dernières étant réalisées à partir de semelles en béton. Le dimensionnement de la semelle en béton pourra cependant évoluer selon la hauteur de l'écran.

Pour le cas des écrans qui ne sont pas disposés sur GBA, les fondations peuvent être assez profondes et une étude de faisabilité par un bureau d'études compétent est nécessaire afin de connaître précisément les dimensions et le type de fondations en fonction des contraintes du site et des écrans.

### 5.7.2.6 Intégration paysagère de l'écran

La mise en place d'un écran acoustique le long d'une infrastructure de transport répond à la fonction principale d'atténuer le bruit de la circulation.

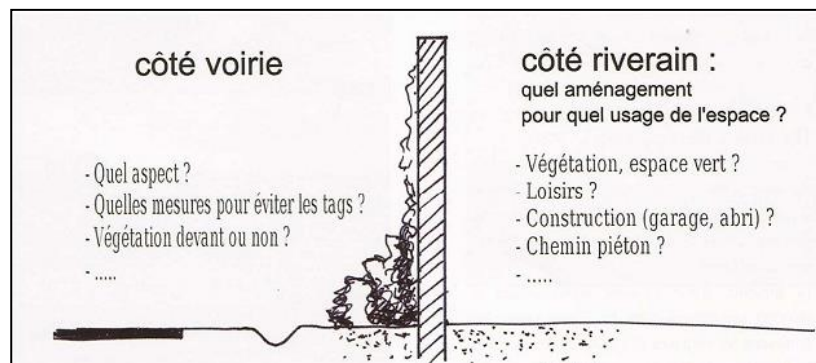
Pour autant, les dispositifs de protection acoustique doivent être conçus en tenant compte du contexte, du territoire, de la morphologie projetée des lieux.

Ces protections phoniques sont susceptibles d'engendrer des impacts visuels et paysagers non négligeables : fermeture visuelle du paysage, effet de coupure, arrière inesthétique de l'écran, etc...

Pour le confort des riverains de cette zone d'aménagement, l'objectif est double : assurer une protection vis-à-vis des nuisances sonores tout en assurant une qualité visuelle et paysagère.

De ce constat, découle la nécessité de travailler en relation avec l'équipe de concepteurs et notamment l'équipe en charge de l'aménagement paysager.

En effet, une bonne collaboration entre l'acousticien et le paysagiste permettra de trouver un compromis entre efficacité acoustique et qualité paysagère : le paysagiste pourra travailler sur les formes, les plantations, la végétation, les couleurs alors que l'acousticien va travailler sur le positionnement, la hauteur, la longueur ou les caractéristiques en affaiblissement acoustique et en absorption.



Croquis issu du document « Les écrans acoustiques – Guide de conception et de réalisation » - Certu

### 5.7.2.7 Nota Bene

Outre les qualités d'isolation acoustique, le choix du type d'écran pourra également porter sur des aspects autres qu'acoustiques :

- Entretien, facilité de réparation,
- Nettoyage des graffitis,
- Transparence,
- Résistance au vent et aux intempéries,
- Dépollution.

Pour chaque écran, seront demandés des tests de résistances aux chocs, au vent et aux intempéries.

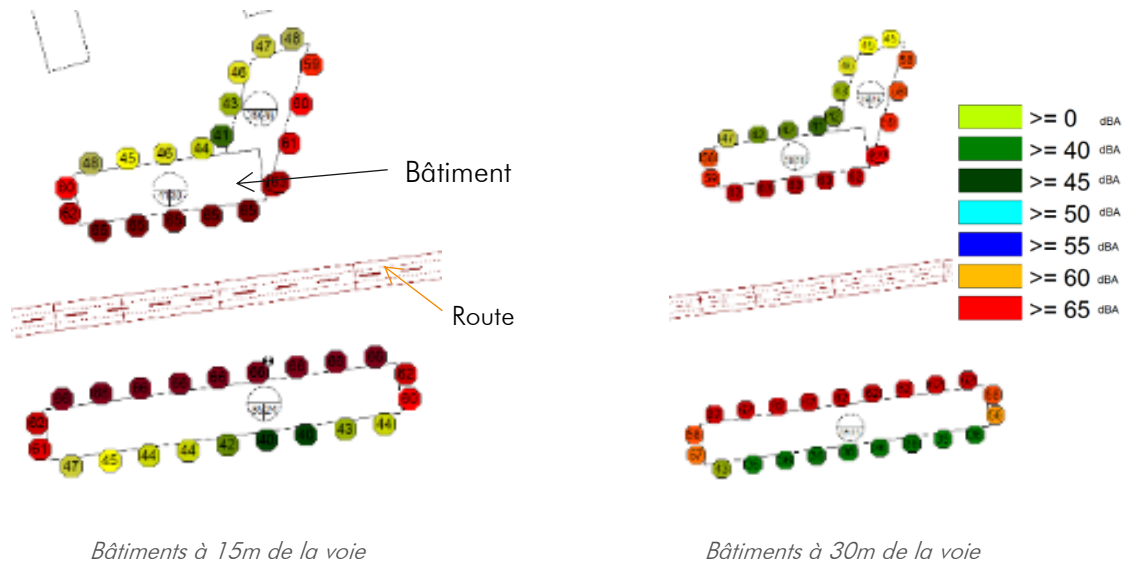
### 5.7.3 Dispositions à prendre lors de la conception des bâtiments

#### 5.7.3.1 Éloignement par rapport aux voies

Au plus les bâtiments sont éloignés de la voie, au moins ils seront impactés acoustiquement.

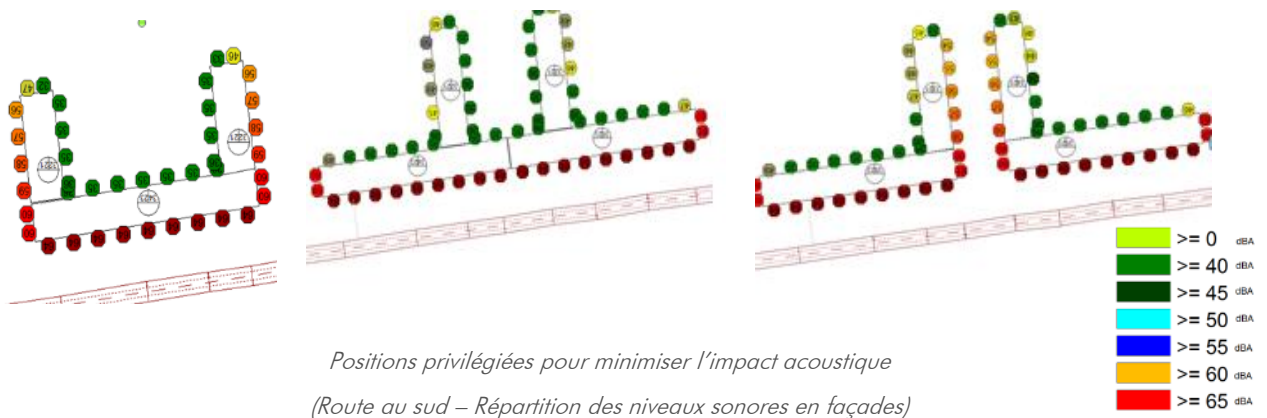
En doublant la distance par rapport à la voie (par exemple : distance initiale de 15 mètres, distance finale de 30 mètres), le gain acoustique est de l'ordre de 3 dBA.

Ci-après la modélisation de cet exemple avec l'incidence sur les niveaux sonores en façade.



#### 5.7.3.2 Forme et orientation des bâtiments par rapport aux voies

Indépendamment des considérations thermiques qui influent généralement sur la position des chambres dans le cas de projet de logements, trois positions sont à privilégier à proximité d'une voie afin de limiter l'impact acoustique sur les façades :



Ces trois positions de bâtiment ont l'avantage de présenter, dans le cas de **logements traversants**, des zones plus calmes à l'arrière (contrairement aux bâtiments perpendiculaires à la voie).

Sur ces zones calmes on positionnera plutôt les chambres des logements dans le but d'améliorer le confort des usagers dans les pièces de vie.

On favorisera également la mise en place des parties extérieures aux logements (jardins, terrasses, balcons...) du côté opposé aux routes principales.

Sur la façade la plus exposée, les pièces moins sensibles aux nuisances sonores pourront être positionnées : cuisine, salles d'eau, ...

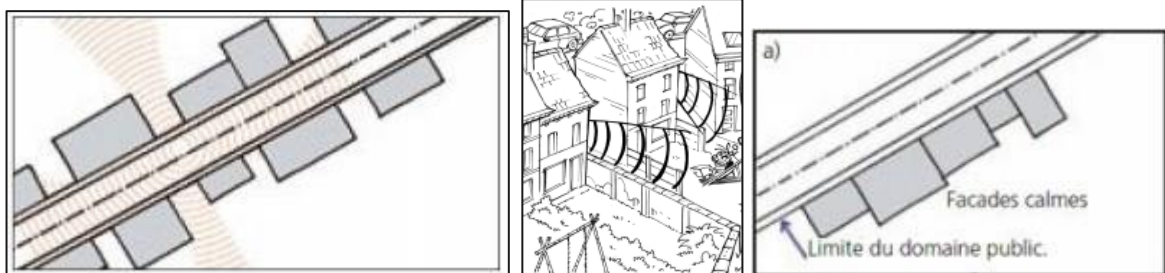
De plus, la construction de bâtiments perpendiculaires, derrière un bâtiment parallèle à la voie, permet la création de « cour intérieure » où le bruit ne s'engouffre pas.

Si les contraintes imposent une **disposition des bâtiments en peigne le long de la voie (forme inversée par rapport aux schémas ci-dessus)**, il convient d'étudier la possibilité de **mise en place d'écrans acoustiques entre les bâtiments** de manière à limiter la propagation vers les bâtiments en 2<sup>nd</sup> rideau.



*Projet Nutheschlange (Postdam – Allemagne) avec création d'écrans translucides entre les bâtiments*

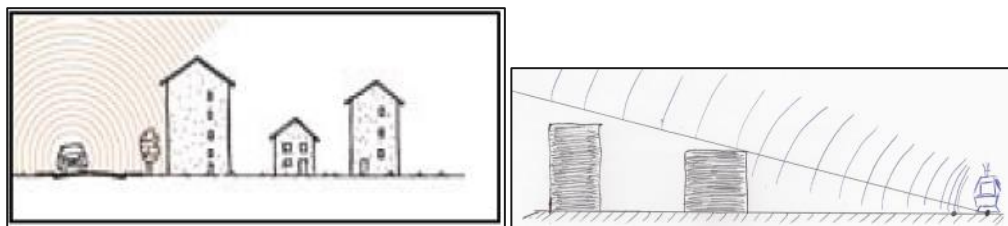
En effet, il conviendra d'éviter les espaces entre bâtiments afin de ne pas laisser le bruit entrer dans la zone calme.



*Problème de front de bâtiments non continu en bordure de voie*

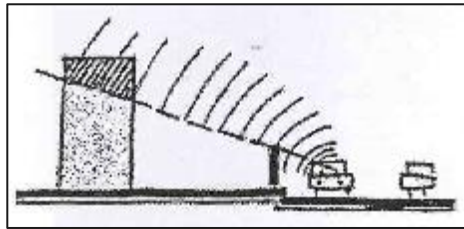
### 5.7.3.3 Gabarit du bâtiment par rapport aux voies et aux protections acoustiques

Lorsque plusieurs rangées de bâtiments sont prévues, la première rangée sera utilisée comme barrière sonore pour les autres bâtiments. En fonction de l'éloignement avec les voies, les bâtiments dotés d'un gabarit plus important pourront être positionnés en second plan et bénéficier de la protection de la première rangée.



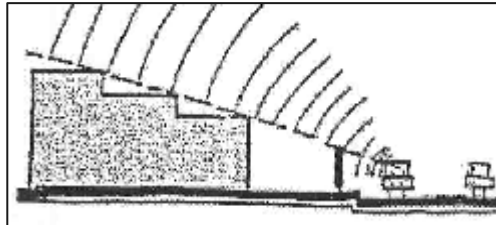
*Principe du bâtiment écran*

Dans le cas de mise en place d'une protection acoustique le long d'une voie, la hauteur des bâtiments à proximité devra être limitée. Si une protection acoustique (type écran anti bruit) est mise en place, l'objectif sera de concevoir des bâtiments bénéficiant de la protection sur toute leur hauteur.



*Écran anti-bruit ne protégeant pas toute la hauteur du bâtiment*

Particulièrement dans le cas de protections acoustiques, les bâtiments en terrasses peuvent constituer une solution satisfaisante en matière de réduction du niveau de bruit :



*Toiture terrasse conciliant gabarit du bâtiment et protection acoustique*

## 6. CONCLUSION

Dans le cadre du projet EIFFEL sur la commune de NICE (06), la société EVEN CONSEIL a missionné le bureau d'études VENATHEC afin de réaliser l'étude d'impact acoustique du projet.

Trois mesures de bruit ont été effectuées du 29 au 30 juin 2021 afin de déterminer l'ambiance sonore actuelle du site et de caler le modèle de calcul utilisé dans le cadre de cette étude.

Les modélisations des différentes configurations du site ont permis de déterminer que :

- La majorité des points de calcul sont caractéristique d'une zone d'ambiance sonore préexistante modérée. Seul un point de calcul fait ressortir une zone d'ambiance sonore préexistante non modérée de jour (modérée de nuit) au rez-de-chaussée et au premier étage. Ce point de calcul est à proximité direct du boulevard des Jardiniers.
- Au nord du projet, les nouveaux bâtiments ont un effet masquant sur les bâtiments existants vis-à-vis de l'autoroute A8 et les niveaux sonores calculés dans la situation avec projet sont plus faibles, de l'ordre de 3,0 à 4,5 dBA par rapport à la situation sans projet.  
A proximité du boulevard des Jardiniers, la hausse du trafic sur cet axe liée à la mise en place du projet entraîne une légère hausse des niveaux de bruit de l'ordre de 1 à 2 dBA.
- En façade des nouveaux bâtiments, les objectifs d'isolement calculés à l'horizon 2045 (20 ans après la fin des travaux) sont en majorité de 30 dB.  
Seules les façades sud et est du bâtiment le plus au sud ont des objectifs d'isolement de 31 à 34dB. Ces façades sont les plus exposées à l'autoroute A8.

## 7. ANNEXES

ANNEXE A – FICHES DE MESURE.....	31
ANNEXE B - CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES RENCONTRÉES SUR SITE.....	34
ANNEXE C - GLOSSAIRE.....	35

ANNEXE A – FICHES DE MESURE

LD1		Boulevard des Jardiniers 06200 NICE																			
Localisation du point de mesure		Photo depuis le point de mesure		Photo du point de mesure																	
																					
Evolution temporelle																					
																					
Résultats (en dBA)																					
		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Date</th> <th rowspan="2">Durée</th> <th colspan="2">LAeq en dBA</th> <th colspan="2">L50 en dBA</th> </tr> <tr> <th>6h-22h</th> <th>22h-6h</th> <th>6h-22h</th> <th>22h-6h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>29/06/2021 à 11h00</td> <td>24:00</td> <td>60,5</td> <td>53,0</td> <td>58,5</td> <td>51,0</td> </tr> </tbody> </table>		Date	Durée	LAeq en dBA		L50 en dBA		6h-22h	22h-6h	6h-22h	22h-6h	29/06/2021 à 11h00	24:00	60,5	53,0	58,5	51,0		
Date	Durée	LAeq en dBA				L50 en dBA															
		6h-22h	22h-6h	6h-22h	22h-6h																
29/06/2021 à 11h00	24:00	60,5	53,0	58,5	51,0																
Observations																					
<p><b>Période jour :</b> ambiance sonore modérée</p>			<p><b>Période nuit :</b> ambiance sonore modérée</p>																		
<p>Conditions météorologiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>En période diurne : U2/T2 → Etat météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore</li> <li>En période nocturne : U2/T4 → Effets météorologiques nuls ou négligeables</li> </ul>																					



LD2		Boulevard des Jardiniers 06200 NICE			
Localisation du point de mesure		Photo depuis le point de mesure		Photo du point de mesure	
					
Evolution temporelle					
					
Résultats (en dBA)					
		LAeq en dBA		L50 en dBA	
Date	Durée	6h-22h	22h-6h	6h-22h	22h-6h
29/06/2021 à 11h00	24:00	62,0	54,0	58,5	48,0
Observations					
<u>Période jour</u> : ambiance sonore modérée			<u>Période nuit</u> : ambiance sonore modérée		
Conditions météorologiques :					
<ul style="list-style-type: none"> <li>En période diurne : U2/T2 → Etat météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore</li> <li>En période nocturne : U2/T4 → Effets météorologiques nuls ou négligeables</li> </ul>					



## ANNEXE B - CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES RENCONTRÉES SUR SITE

Les conditions météorologiques peuvent influencer sur le résultat de deux manières :

- par perturbation du mesurage, en particulier par action sur le microphone, il convient donc de ne pas faire de mesurage quand la vitesse du vent est supérieure à  $5 \text{ m.s}^{-1}$ , ou en cas de pluie marquée ;
- lorsque la (les) source(s) de bruit est (sont) éloignée(s), le niveau de pression acoustique mesuré est fonction des conditions de propagation liées à la météorologie. Cette influence est d'autant plus importante que l'on s'éloigne de la source.

Il faut donc tenir compte de deux zones d'éloignement :

- la distance source/récepteur est inférieure à 40 m : il est juste nécessaire de vérifier que la vitesse du vent est faible, qu'il n'y a pas de pluie marquée. Dans le cas contraire, il n'est pas possible de procéder au mesurage ;
- la distance source/récepteur est supérieure à 40 m : procéder aux mêmes vérifications que ci-dessus. Il est nécessaire en complément d'indiquer les conditions de vent et de température, appréciées sans mesure, par simple observation, selon le codage ci-après.

Les conditions météorologiques doivent être identifiées conformément aux indications du tableau ci-après.

<b>U1</b> : vent fort (3 m/s à 5 m/s) contraire au sens source - récepteur	<b>T1</b> : jour <b>et</b> fort ensoleillement <b>et</b> surface sèche <b>et</b> peu de vent
<b>U2</b> : vent moyen à faible (1 m/s à 3 m/s) contraire <b>ou</b> vent fort, peu contraire	<b>T2</b> : mêmes conditions que T1 mais au moins une est non vérifiée
<b>U3</b> : vent nul <b>ou</b> vent quelconque de travers	<b>T3</b> : lever du soleil <b>ou</b> coucher du soleil <b>ou</b> (temps couvert <b>et</b> venteux <b>et</b> surface pas trop humide)
<b>U4</b> : vent moyen à faible portant <b>ou</b> vent fort peu portant ( $\pm 45^\circ$ )	<b>T4</b> : nuit <b>et</b> (nuageux <b>ou</b> vent)
<b>U5</b> : vent fort portant	<b>T5</b> : nuit <b>et</b> ciel dégagé <b>et</b> vent faible

Il est nécessaire de s'assurer de la stabilité des conditions météorologiques pendant toute la durée de l'intervalle de mesurage. L'estimation qualitative de l'influence des conditions météorologiques se fait par l'intermédiaire de la grille ci-dessous :

- - État météorologique conduisant à une atténuation très forte du niveau sonore ;
- État météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore ;
- Z Effets météorologiques nuls ou négligeables ;
- + État météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore ;
- + + État météorologique conduisant à un renforcement moyen du niveau sonore.

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		- -	-	-	
T2	- -	-	-	Z	+
T3	-	-	Z	+	+
T4	-	Z	+	+	++
T5		+	+	++	

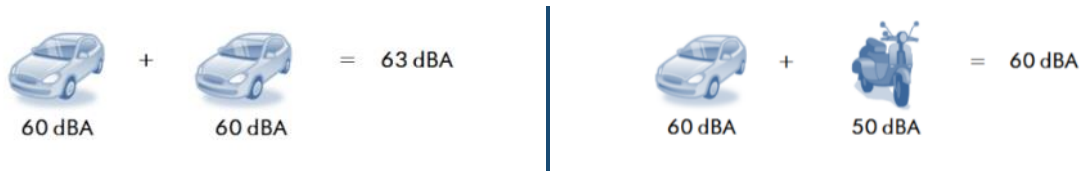
## ANNEXE C - GLOSSAIRE

### Décibel (dB)

Le son est une sensation auditive produite par une variation rapide de la pression de l'air. Dans la pratique, l'échelle de perception de l'oreille humaine étant très vaste, on utilise une échelle logarithmique, plus adaptée pour caractériser le niveau sonore. Cette échelle réduite s'exprime en décibel (dB).

On ne peut donc pas ajouter arithmétiquement les décibels de deux bruits pour arriver au niveau sonore global. À noter 2 règles simples :

- 60 dB + 60 dB = 63 dB ;
- 60 dB + 50 dB ≈ 60 dB.



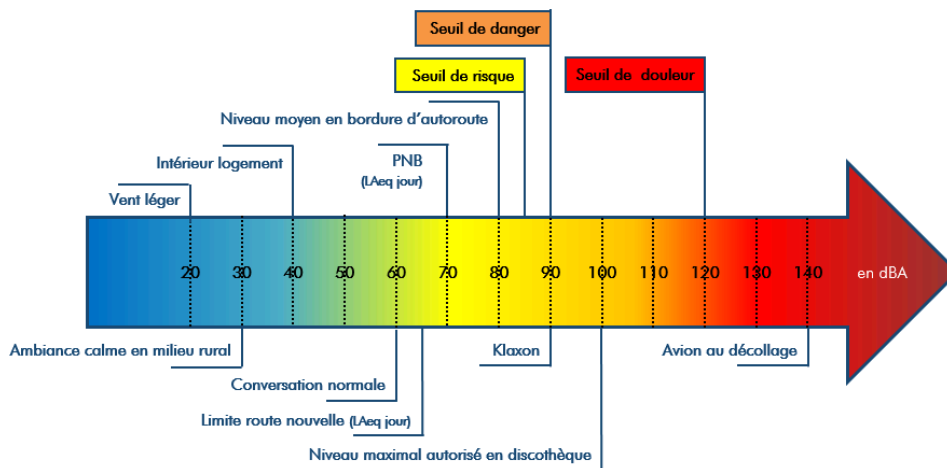
### Décibel pondéré A (dBA)

La forme de l'oreille humaine influençant directement le niveau sonore perçu par l'être humain, on applique généralement au niveau sonore mesuré, une pondération dite de type A pour prendre en compte cette influence. On parle alors de niveau sonore pondéré A, exprimé en dBA.

À noter 2 règles simples :

- L'oreille humaine 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 sonore



### Fréquence / Octave / 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 bande de 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 $Leq,T$

Niveau sonore en dB intégré sur une période de mesure T. 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  $Leq,T$ , il s'exprime en dB.

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

### Niveau de puissance acoustique

Ce niveau caractérise l'énergie acoustique d'une source sonore. Elle est exprimée en dBA et permet d'évaluer le niveau de bruit émis par un équipement indépendamment de son environnement.

### Niveau résiduel ( $L_{res}$ )

Le niveau résiduel caractérise le niveau de bruit obtenu dans les conditions environnementales initiales du site, c'est-à-dire en l'absence du bruit généré par l'établissement.

### Niveau particulier ( $L_{part}$ )

Le niveau particulier caractérise le niveau de bruit généré par l'activité de l'établissement.

### Niveau ambiant ( $L_{amb}$ )

Le niveau ambiant caractérise le niveau de bruit obtenu en considérant l'ensemble des sources présentes dans l'environnement du site. En l'occurrence, ce niveau sera la somme logarithmique du bruit résiduel et du bruit particulier de l'établissement.

### Emergence acoustique (E)

L'émergence acoustique est fondée sur la différence entre le niveau de bruit équivalent pondéré A du bruit ambiant (comportant le bruit particulier de l'établissement en fonctionnement) et celui du résiduel.

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

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

### Niveau fractile ( $L_n$ )

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