



Rapport d'étude acoustique
n°22-22-60-00029-01-A-MFA

Etude d'impact acoustique
Dans le cadre de la ZAC La Duranne
à Aix-en-Provence (13)



AGENCE SUD EST
730 rue René Descartes
Les Pleiades II - Bâtiment B
13100 AIX-EN-PROVENCE
Tél. : +33 4 42 23 27 18
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 : 22-22-60-00029-01-A-MFA

Client

Établissement SEMEPA
Adresse 4 Rue Lapierre, 13090 Aix-en-Provence
Tél. 04 42 16 04 04

Interlocuteur

Nom Cédric SARLIN
Fonction
Courriel sarlin@semepe.fr
Tél. 06 37 44 98 60

Diffusion

Copie x
Papier
Informatique 1

Version

Date 17/05/2022

Rédaction	Vérification
Mickaël FAVRE-FELIX	Rafael TOBAL

La diffusion ou reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme d'un fac-similé comprenant 58 pages

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	4
2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE, NORMATIF ET PROGRAMMATIQUE	5
2.1 Réglementation	5
2.2 Normes	5
2.3 Autres référentiels	6
2.4 Programme technique	6
2.5 Programme environnemental	6
3. PRESENTATION DU PROJET	7
3.1 Présentation du site et du projet	7
3.2 Contexte acoustique du projet et description de la réglementation applicable	9
3.3 Seuils applicables pour les voies nouvelles et modifiées	9
3.4 Equipe VENATHEC intervenue sur le projet	10
4. ETAT SONORE INITIAL	11
4.1 Mesures acoustiques in situ	11
4.2 Modélisation acoustique de l'état existant	15
5. ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE DU PROJET	19
5.1 Méthodologie	19
5.2 Hypothèses de calcul	19
5.3 Impact des voies nouvelles	21
5.4 Impact de l'ensemble des voies sur les bâtiments en projet	26
5.5 Objectifs d'isolement de façade potentiels pour les futurs logements	31
6. TRAITEMENTS ACOUSTIQUES	32
6.1 Mise en œuvre d'un enrobé acoustique	32
6.2 Mise en œuvre d'un merlon ou d'un écran acoustique	32
6.3 Description des dispositifs de renforcement de façade	32
7. CONCLUSION	33
8. ANNEXES	34

1. INTRODUCTION

Le présent document s'inscrit dans le cadre des études d'impact du projet de ZAC La Duranne situé à Aix-en-Provence (13).

Dans le cadre de ces études, la SEMEPA a missionné le bureau d'études en acoustique VENATHEC pour la réalisation de l'étude d'impact acoustique du projet sur l'environnement.

L'étude s'appuie sur les différents documents fournis par la SEMEPA et notamment le plan masse du site (Plan O-A indice D daté du 10/07/2020, établi par Betem) et l'étude trafic du 28 mars 2022.

Elle fait suite à une première étude d'impact réalisée par Venathec en 2011 (référence du rapport : 11-11-60-0325-TLE indice 1, daté du 27/09/2011).

La présente étude constitue une mise à jour des études réalisées, en vue de prendre en compte les constructions actuelles (début 2022) et les évolutions du projet.

La prestation s'est déroulée comme suit :

- Etape 1 : Mesures acoustiques d'état initial ;
- Etape 2 : Analyse des résultats de mesures ;
- Etape 3 : Etude d'impact acoustique à l'horizon 2042 – Impact sur les habitations existantes ;
- Etape 4 : Etude d'impact acoustique à l'horizon 2042 – Impact sur les futurs logements ;
- Etape 5 : Discussion sur les traitements acoustiques envisageables.

2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE, NORMATIF ET PROGRAMMATIQUE

2.1 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
- **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'Etat concernant les opérations d'isolation acoustique des Points Noirs Bruit des réseaux routiers et ferroviaires nationaux
- **Arrêté du 9 mai 2016** portant sur le classement sonore des infrastructures de transport terrestre du département des Bouches-du-Rhône
- **Décret n°2006-1099** relatif à la lutte contre le bruit de voisinage du 31 août 2006
- **Arrêté du 5 décembre 2006** relatif aux modalités de mesurage des bruits de voisinage, modifié par l'**arrêté du 1^{er} août 2013**
- **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 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
- **Norme NF S 31-130 de décembre 2008** : Cartographie du bruit en milieu extérieur – Elaboration des cartes et représentation graphique.

2.3 Autres référentiels

- Note d'information 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

2.4 Programme technique

Aucun programme technique n'a été porté à notre connaissance. Les seuils à respecter correspondent aux exigences réglementaires.

2.5 Programme environnemental

Il n'est pas visé de démarche ou certification de type HQE sur l'opération.

3. PRESENTATION DU PROJET

3.1 Présentation du site et du projet

Le projet de ZAC La Duranne se situe à Aix-en-Provence (13). Il prévoit l'aménagement de l'éco-quartier au nord-ouest du giratoire de La Gremeuse.

Depuis le projet initial de 2012, la partie ouest de la ZAC s'est déjà construite. Les parties est et nord regroupent les zones en projet au moment de l'étude.

Les constructions concerneront des bâtiments de logements.

Les nouveaux accès nord et sud ont déjà été créés, via le carrefour de La Gremeuse et le bas de la Duranne.

Les illustrations ci-dessous permettent de visualiser les évolutions entre le projet 2012 et aujourd'hui, et l'environnement du site.



Projet 2012



Projet actuel
aux formes retravaillées
PLU modifié en 2019



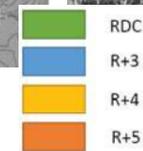
Plan masse d'ensemble

Dans le secteur nord, les bâtiments seront de type R+3 ou R+4.

Dans la zone du Coteau, les bâtiments seront de type RDC à R+5.



Typologie Le Coteau



Typologie secteur nord

3.2 Contexte acoustique du projet et description de la réglementation applicable

Il est important de recenser les différentes sources de bruit futures qui seront présentes dans la ZAC car le cadre réglementaire n'est pas le même selon la source de bruit concernée :

- Voies nouvellement créées ou modifiées : l'arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures de transport s'applique
- Equipements techniques futurs présents sur la ZAC : le décret 2006-1099 relatif à la lutte contre le bruit de voisinage s'applique et il appartient aux propriétaires des équipements techniques de s'assurer du respect de cette réglementation

Le but de la présente étude est donc d'étudier l'impact acoustique des voies nouvellement créées ou modifiées présentes dans la ZAC sur les bâtiments d'habitations et les bâtiments sensibles existants à proximité du projet et de vérifier le respect des réglementations applicables.

De plus, une comparaison des niveaux sonores avec et sans le projet de la ZAC sera donnée afin d'une part d'étudier l'impact acoustique de la ZAC sur son environnement et d'autre part, d'estimer les niveaux sonores dans la ZAC et au niveau des façades des futurs bâtiments à l'état futur.

Concernant les équipements techniques futurs, ils ne seront pas étudiés dans la présente étude puisqu'à ce stade, ces éléments ne sont pas connus et il appartiendra à leurs propriétaires de se conformer aux réglementations applicables.

Concernant les bâtiments d'habitation à construire dans la ZAC, leurs permis de construire 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 isolements de façade à respecter.

Dans la présente étude, nous étudierons également les niveaux sonores prévisionnels en façade des futurs bâtiments d'habitations et des bâtiments sensibles induits par l'ensemble des voiries à proximité (voies nouvelles ainsi que voies existantes). Ces niveaux sonores en façade permettront de donner à titre indicatif les isolements de façade minima à respecter pour ces logements futurs conformément aux réglementations acoustiques pour les logements. Ces niveaux sonores pourront être utilisés pour des voies nouvelles du projet qui n'ont pas encore fait l'objet d'un classement sonore ou si la voie n'est pas classée. Si la ou les voies sont classées, la MOA du projet du nouveau bâtiment devra se conformer strictement à la réglementation applicable pour les voies classées bruyantes.

3.3 Seuils applicables pour les voies nouvelles et modifiées

Le projet comprend la création de routes à l'intérieur de la ZAC.

Ainsi le but de la présente étude d'impact sonore est d'estimer l'impact acoustique des voies nouvelles sur les façades des tiers existants et de proposer des traitements acoustiques dans le cas où les niveaux sonores estimés dépassent les seuils réglementaires.

Des exigences réglementaires sont fixées pour chaque période réglementaire **diurne [6h-22h]** et **nocturne [22h-6h]**, en façade des bâtiments visés, à savoir les bâtiments voisins de l'infrastructure et antérieurs à celle-ci.

Ces exigences réglementaires dépendent de l'usage et la nature des locaux visés ainsi que de la notion de zone d'ambiance sonore préexistante. Une zone est considérée en ambiance sonore modérée si le niveau de bruit ambiant existant à deux mètres en avant des façades des bâtiments visés avant la réalisation de l'aménagement projeté est tel que les deux conditions suivantes soient 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.

Les exigences réglementaires pour la voie nouvelle sont des niveaux maximums admissibles pour la contribution sonore de la voie nouvelle, qui sont les suivants :

Usage et nature des locaux	L _{Aeq} (6h - 22h)	L _{Aeq} (22h - 6h)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale : <ul style="list-style-type: none"> • salles de soins et salles réservées au séjour des malades ; • autres locaux 	57 dBA 60 dBA	55 dBA 55 dBA
Etablissements d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)	60 dBA	Aucune obligation
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	60 dBA	55 dBA
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée de nuit	65 dBA	55 dBA
Autres logements	65 dBA	60 dBA
Locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	65 dBA	Aucune obligation

En outre, une zone peut être considérée comme un Point Noir Bruit PNB si elle est exposée à plus de 70 dBA en façade en période diurne (6h-22h), ou à plus de 65 dBA en période nocturne (22h-6h) et construit antérieurement à la voie. La circulaire applicable du 25 mai 2004 recommande alors que le niveau sonore en façade des bâtiments de cette zone soit ramené à moins de 65 dBA pour la période diurne et 60 dBA pour la période nocturne, ou à son équivalent à l'intérieur du logement dans le cas d'une protection par isolation de façade.

Il appartient au Maître d'Ouvrage d'une route nouvelle de prendre toutes dispositions, lors de la conception ou de la réalisation, de nature à protéger les bâtiments qui existaient avant la voie pour éviter que leurs occupants ne subissent des nuisances sonores excessives et pour respecter les seuils applicables définis ci-avant.

La protection à la source (type écran acoustique) est recherchée en priorité mais le cas d'une protection par isolation de façade est également possible. Dans ce cas, on substitue l'objectif d'exposition sonore maximale en façade (Obj) par son équivalent à l'intérieur du logement. L'isolement requis (D_{nt,A,lr}) est déterminé conformément à l'arrêté du 5 mai 1995 par la formule suivante :

$$D_{nt,A,lr} = L_{Aeq} - Obj + 25 \text{ dB (avec } D_{nt,A,lr} \geq 30 \text{ dB)}$$

avec :

- L_{Aeq} : contribution sonore de l'infrastructure ;
- Obj : contribution sonore maximale admissible.

3.4 Equipe VENATHEC intervenue sur le projet

LYBEERT Maxime	FAVRE-FELIX Mickaël
Technicien chargé de la réalisation des mesures	Responsable projet, ingénieur en charge des études
Qualification : Chargé de mesure	Qualification : Chef de projet

4. ETAT SONORE INITIAL

L'objectif de cet état initial est d'établir le niveau sonore existant au droit des habitations proches du futur projet afin de qualifier l'ambiance sonore de la zone d'habitations.

Les mesures ont été réalisées en simultané de comptage de trafic sur différents axes nous renseignant sur le trafic différencié VL/PL heure par heure afin de recalculer précisément la modélisation acoustique d'état 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 24 février à 10 h au 25 février à 12 h, par Monsieur LYBEERT Maxime, technicien 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	60794
Microphone	Associé au sonomètre	
Calibreur	CAL 31 de 01dB-ACOEM	87832

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.

Le tableau ci-dessous récapitule le matériel utilisé pour les comptages routiers lors des mesures.

Matériel	Type et marque	Numéro de série
Compteurs routiers	TMS-SA de chez ICOMS	17B0009
		17B0165
	CA Traffic de chez TAG MASTER	202102066

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 31-010 : les méthodes de définition de ces couples sont explicitées en Annexe D du document.

Conditions météorologiques rencontrées sur site

Période d'observation	Vitesse de vent	Précipitation	Couverture nuageuse
Période diurne 1 [24/02/22 de 9h à 22h]	Faible	Nulle	Dégagé

Période d'observation	Vitesse de vent	Précipitation	Couverture nuageuse
Période nocturne [du 24/02/22 au 25/02/22 de 22h à 6h]	Faible	Nulle	Dégagé
Période diurne 2 [25/02/22 de 6h à 12h]	Moyen à fort	Nulle	Dégagé

- En période diurne 1 : U2/T2 → Etat météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore
- En période nocturne : U3/T5 → Etat météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore
- En période diurne 2 : U1/T2 → Etat météorologique conduisant à une atténuation très forte du niveau sonore

Remarques

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

Dans le cas d'une mesure de bruit routier, le trafic routier est une source de bruit localisée. Les conditions météorologiques peuvent donc exercer une influence.

Ici, le vent a perturbé le point 2, point le plus exposé au vent.

4.1.2 Localisation des points de mesure

Les points de mesures (longue durée LD) sont localisés sur le plan ci-dessous ainsi que les emplacements des compteurs routiers.

Le point LD 1 est positionné dans le collège La Nativité – Sainte Victoire, proche des terrains de sports à 1,5m du sol.

Le point LD 2 est positionné sur le balcon d'un riverain rue Sœur Emmanuelle au 3^e étage, à 1,5m du balcon.

Le point LD 3 est situé sur une terrasse au premier étage d'un bâtiment rue du Dr Albert Aynaud, à 1,5m de la terrasse.



Localisation des points de mesure

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

4.1.3 Résultats de mesures

Les résultats de mesures détaillés sont explicités pour chacun des points dans des fiches de mesures en annexes du document (Cf. Annexe A).

Nous avons synthétisé ces résultats dans le tableau ci-après, pour l'ensemble des points de mesures.

Les données de trafic mesurées en simultané des mesures de bruit.

Pour rappel (Cf. § 3.3), une zone est considérée en ambiance sonore modérée si le niveau de bruit ambiant existant à deux mètres en avant des façades des bâtiments est tel que les deux conditions suivantes soient 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.

Point de mesure	Niveaux sonores mesurés LAeq [dBA]		Voie	Ambiance sonore préexistante
	Période diurne 6-22h	Période nocturne 22-6h		
LD 1	48,0	39,0	RD543	Modérée
LD 2	56,0	44,0	RD543	Modérée
LD 3	61,5	51,0	RD543	Modérée

Les résultats ont été arrondis à 0,5dBA près.

Commentaires et analyse des résultats

Nous considérons bien ici l'indice LAeq (et non l'indice fractile L50) car cet indice prend en compte l'ensemble des niveaux sonores, même pour des élévations ponctuelles des niveaux qui peuvent correspondre à des passages plus ou moins fréquent de véhicules (notamment en période nocturne).

Les niveaux de bruit mesurés aux différents points de mesure sont représentatifs de l'environnement sonore des différentes zones d'habitations considérées.

Les niveaux mesurés sur tous les points LD sont caractéristiques d'une zone d'ambiance sonore modérée.

Pour le point LD1, le niveau de bruit mesuré a été perturbé par l'activité du collège. Certaines périodes n'ont pas été prises en compte lors de l'analyse. Malgré ça, les niveaux sonores sont plutôt corrélés avec le trafic de jour. De nuit, le niveau mesuré surestime le bruit de la route car le bruit mesuré est parfois impacté par des bruits environnants lié à de l'activité humaine.

Pour le point LD2, le niveau de bruit mesuré a été perturbé par des bruits venants des travaux avoisinants ainsi que par le vent fort en début de matinée du 25/02. Ces périodes n'ont pas été prises en compte lors de l'analyse mais le niveau a tendance à surestimer le bruit de la route.

Pour le point LD3, le niveau de bruit mesuré en période nocturne surestime le bruit de la route car le bruit mesuré est certainement du bruit d'équipement technique appartenant à l'hôtel proche de la mesure.

4.2 Modélisation acoustique de l'état existant

4.2.1 Logiciel de simulation

L'objectif de cette étape est de recalculer un modèle numérique en fonction des données de bruit, de trafic et des données géographiques de la zone étudiée.

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 : 0,4 (terrain de type semi-urbain)
- Nombre de réflexions : 3 ;
- Réflexion sur bâtiment : -1dB par réflexion (bâtiment réfléchissant) ;
- Hygrométrie de 70 % ;
- Cartographie acoustique : maillage de 10m x 10m, à une hauteur de 4m du sol.

4.2.2.2 Topographies

Les données topographiques de la zone d'étude ont été exploitées à partir de nos bases de données (BDTopo de l'IGN).

4.2.2.3 Bâtiments existants

Le repérage des bâtiments visés par l'étude a été réalisé à partir de vues aériennes du site et complété par un repérage de type Google Street View. La hauteur des bâtiments est définie en tenant compte d'une hauteur forfaitaire de 2,7 mètres par étage.

4.2.2.4 Type de revêtement de chaussée

En l'absence d'informations concernant le type de chaussée des différentes infrastructures, nous avons retenu par défaut un revêtement de type R2 correspondant à un revêtement dit « standard » au niveau acoustique de type BBSG 0/10.

Aux endroits où des mesures de bruit ont été réalisées, le type de revêtement a pu être défini afin de recalculer au mieux les niveaux mesurés au modèle numérique.

4.2.2.5 Données de trafic routier

Nous avons recalculé notre modèle en fonction des données de trafic mesurées par le bureau Trans Mobilités en 2022. Les données sont les suivantes :

Infrastructure concernée	Vitesse de circulation (VL-PL)	Trafic	Jour (6-22h)	Nuit (22-6h)
D9	50-60 km/h	Trafic horaire	820	41
		% PL	2,8	0,4
D543	83-80 km/h	Trafic horaire	667	29
		% PL	2,7	0,3
Rte de Calas	47-39 km/h	Trafic horaire	556	32
		% PL	2,3	0,2
Rue Gabriel Lippmann	35-30 km/h	Trafic horaire	55	33
		% PL	3,4	0,4
Rue Edmond Halley	35-30 km/h	Trafic horaire	83	5
		% PL	1,5	0,5
Rue Lagremeuse	45-40 km/h	Trafic horaire	179	10
		% PL	2,3	0,2
Av. Léonard de Vinci	35-30 km/h	Trafic horaire	67	4
		% PL	7	2
Av. Nicolas Copernic	35-30 km/h	Trafic horaire	2,7	3
		% PL	40	2
Rte du Val d'Arbois	50 km/h	Trafic horaire	63	4
		% PL	0	0

A défaut d'information plus pertinente, on considérera que les données de l'étude trafic 2022 correspondent au TMJA.

4.2.3 Recalage du modèle

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 (leur localisation est indiquée au § 4.2.4).

Points de mesure	Niveaux mesurés LAeq [dBA]		Niveaux simulés LAeq [dBA]		Différence Δ = Lmes - Lsim [dBA]	
	Jour (6-22h)	Nuit (22-6h)	Jour (6-22h)	Nuit (22-6h)	Jour (6-22h)	Nuit (22-6h)
LD 1	48,0	39,0	44,3	30,6	3,7	8,4
LD 2	56,0	44,0	52,9	37,9	3,1	6,1
LD 3	61,5	51,0	61,4	46,2	0,1	4,8

Commentaires

Les écarts entre les niveaux sonores mesurés et calculés sont supérieurs à 2 dBA pour les deux premiers points de mesure. Cet écart s'explique par le fait que les prises de mesures sur ces deux points ont été perturbées, majoritairement par l'activité humaine, et ne correspondent pas au niveau sonore provoqué par le trafic routier.

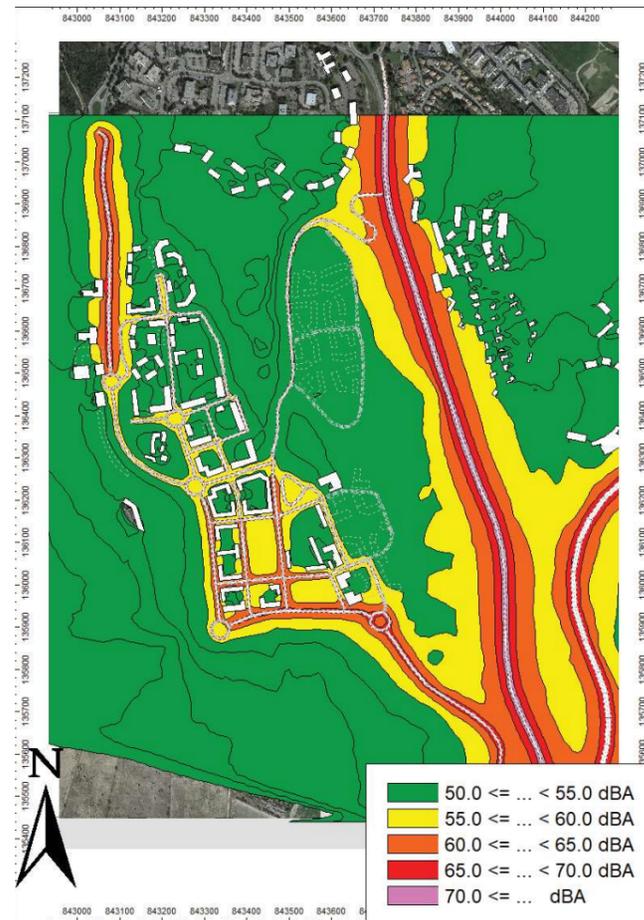
Ces mêmes perturbations se retrouvent sur le troisième point de mesure, durant la nuit. Toutefois la mesure, en journée, de ce point LD 3, est représentative du niveau engendré par le trafic routier. C'est donc sur ce dernier que la simulation se concentre et que la différence entre les niveaux mesurés et simulés est très faible.

Le recalage du modèle numérique est donc considéré comme **valide** et peut être utilisé pour projeter la situation actuelle sur l'ensemble de la zone de l'étude.

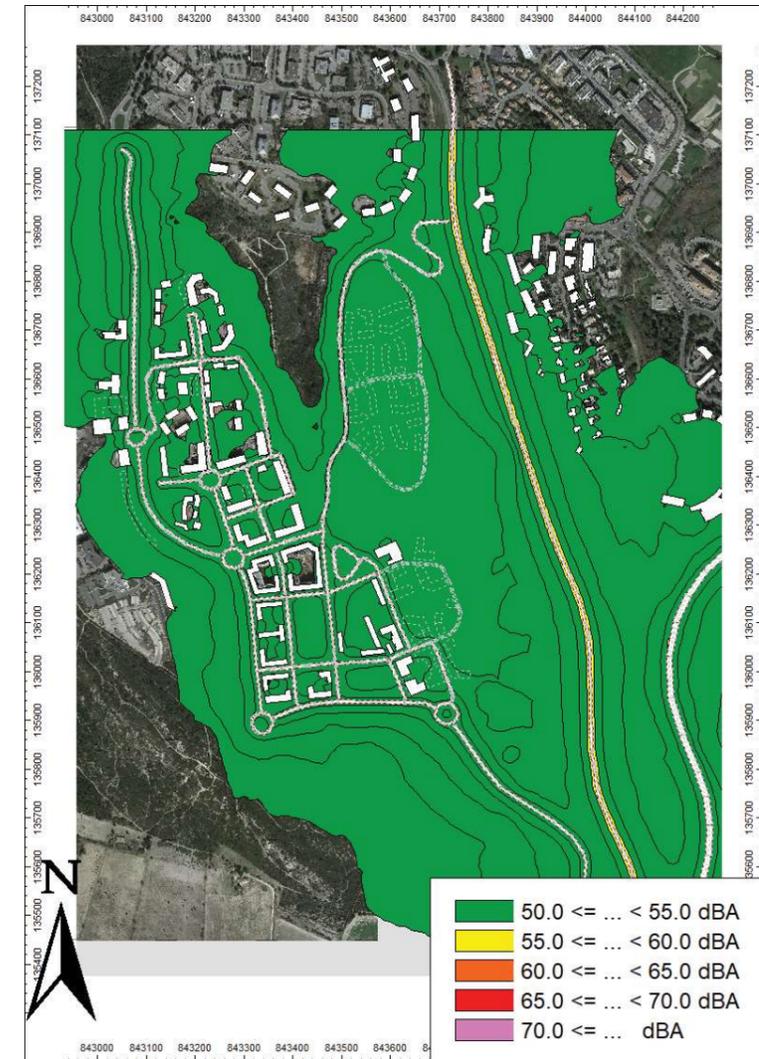
4.2.4 Cartographies de l'état sonore initial

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 de haut.



Carte de bruit - Etat initial - Période diurne - Horizon 2022



Carte de bruit - Etat initial - Période nocturne - Horizon 2022

5. ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE DU PROJET

5.1 Méthodologie

L'objectif de cette partie est de déterminer si l'impact acoustique du projet respecte ou non les seuils réglementaires définis au niveau des habitations existantes et d'évaluer les niveaux sonores sur les futures habitations.

La démarche consiste à réaliser 2 modèles de calcul :

- Un modèle de la zone n'incluant que les futures voies et étudiant leurs impacts sur les habitations existantes, à l'horizon 2042 ;
- Un modèle de la zone incluant l'ensemble des voies et étudiant leurs impacts sur les habitations futures, à l'horizon 2042.

5.2 Hypothèses de calcul

Le paragraphe suivant présente les hypothèses retenues pour réaliser le modèle acoustique de l'état futur.

Les hypothèses retenues pour la modélisation de l'impact acoustique du projet sont identiques à celles utilisées pour l'état existant (Cf. § 4.2.2) sauf pour les voies explicitées ci-après où les trafics à l'état futur ont été projetés.

Les données de trafic routier correspondant aux voies nouvelles ont été établies en extrapolant à partir du trafic équivalent à l'horizon 2022.

Données de trafic routier projetées

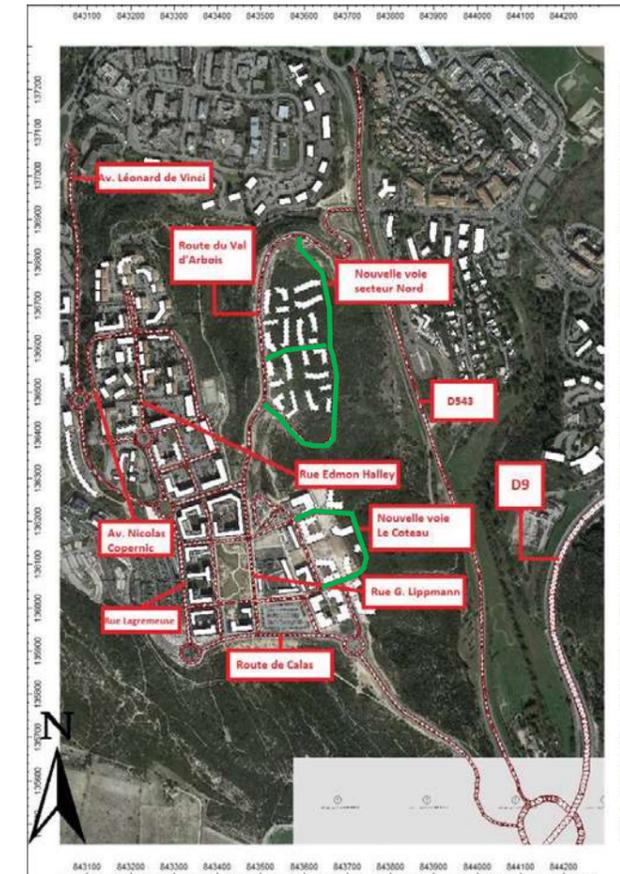
Les données du trafic routier des voies existantes projetés à l'horizon 2042 correspondent aux trafics 2022 auxquels une augmentation annuelle de 1,5% est appliquée.

Infrastructure concernée	Vitesse de circulation	Trafic	Jour (6-22h)	Nuit (22-6h)
D9	50-60 km/h	Trafic horaire	1104	55
		% PL	2,8	0,4
D543	83-80 km/h	Trafic horaire	898	39
		% PL	2,7	0,3
Rte de Calas	47-39 km/h	Trafic horaire	749	43
		% PL	2,3	0,2
Rue Gabriel Lippmann	35-30 km/h	Trafic horaire	75	4
		% PL	3,4	0,4
Rue Edmond Halley	35-30 km/h	Trafic horaire	112	6
		% PL	1,5	0
Av. Galilée	45-40 km/h	Trafic horaire	285	16
		% PL	4	0,4
Rue Lagremeuse	45-40 km/h	Trafic horaire	241	14
		% PL	2,3	0,2
Av. Léonard de Vinci	35-30 km/h	Trafic horaire	91	5
		% PL	7	2
Av. Nicolas Copernic	35-30 km/h	Trafic horaire	54	3
		% PL	2,7	0,3
Rte du Val d'Arbois	50 km/h	Trafic horaire	85	5
		% PL	0	0

Données de trafic routier correspondant aux nouvelles voies.

Infrastructure concernée	Vitesse de circulation	Trafic	Jour (6-22h)	Nuit (22-6h)
Secteur Nord	35-30 km/h	Trafic horaire	54	3
		% PL	2,7	0,3
Le Coteau	35-30 km/h	Trafic horaire	75	4
		% PL	3,4	0,4

Les différentes infrastructures concernées sont visibles sur le plan ci-dessous :

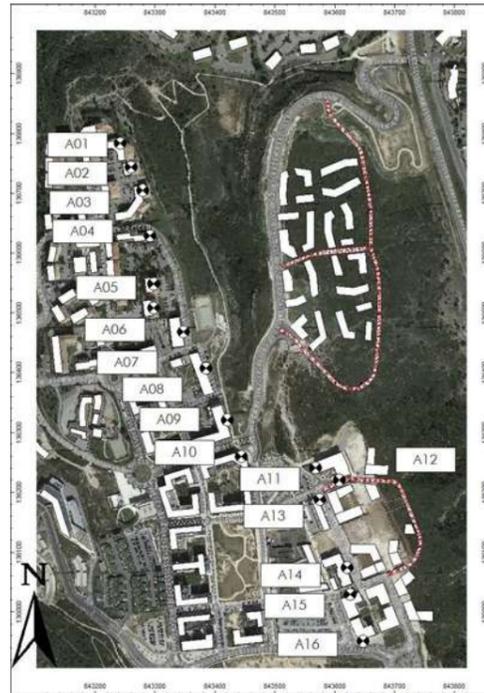


Plan de localisation des infrastructures

5.3 Impact des voies nouvelles

L'objectif de cette partie est d'étudier l'impact acoustique des futures voies sur les bâtiments existants.

Les illustrations ci-dessous permettent de visualiser la modélisation de l'état futur avec la position de l'ensemble des récepteurs.



Carte de localisation des points de calcul

5.3.1 Niveaux sonores calculés aux points de l'étude

Une analyse spécifique est réalisée en façades des habitations et bureaux/bâtiments sensibles existants potentiellement impactés. Cette analyse ne prend en compte que les voies créées à l'horizon 2042.

Les calculs sont réalisés à l'étage le plus impacté par le trafic routier. Des tests sont ainsi réalisés et des niveaux sonores supérieurs sont enregistrés à l'étage R+1. De ce fait les points se situent tous à 2 mètres en avant des façades, à une hauteur de 4,7m du sol.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après avec le code couleur suivant selon la zone d'ambiance sonore préexistante :

	Modérée		Non modérée
	Modérée de nuit uniquement		Point Noir de Bruit (PNB)
	Modérée de jour uniquement		



Localisation des points d'étude

Le tableau ci-dessous présente les résultats aux points retenus pour l'étude :

Récepteur	Niveaux sonores à l'état initial [dBA]		Impact des nouvelles voies [dBA]		Objets à respecter [dBA]		Dépassements des objectifs [dBA]	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
A01	46,0	31,5	24,0	11,5	60	55	0	0
A02	46,5	32,0	27,5	14,5	60	55	0	0
A03	47,0	33,0	28,5	15,0	60	55	0	0
A04	53,5	39,0	29,5	16,0	60	55	0	0
A05	49,5	35,5	30,5	17,0	60	55	0	0
A06	48,5	34,5	29,5	16,5	60	55	0	0
A07	53,5	39,0	29,0	15,5	60	55	0	0
A08	56,0	42,0	29,5	16,5	60	55	0	0
A09	50,0	36,0	27,5	14,0	60	55	0	0
A10	55,0	41,0	28,0	14,0	60	55	0	0
A11	54,0	39,5	38,5	24,0	60	55	0	0
A12	52,0	37,5	57,5	43,0	60	55	0	0
A13	56,5	42,0	47,0	33,0	60	55	0	0
A14	56,5	42,5	26,0	11,5	60	55	0	0
A15	57,0	43,0	36,5	22,5	60	55	0	0
A16	62,5	49,0	14,0	0,0	60	55	0	0

Les résultats sont arrondis à 0,5 dBA près

Analyse des résultats

Les niveaux simulés sont en-deçà des seuils réglementaires à respecter : le projet est conforme à la réglementation au niveau de ces points. Aucune mesure compensatoire ne s'avère donc nécessaire.

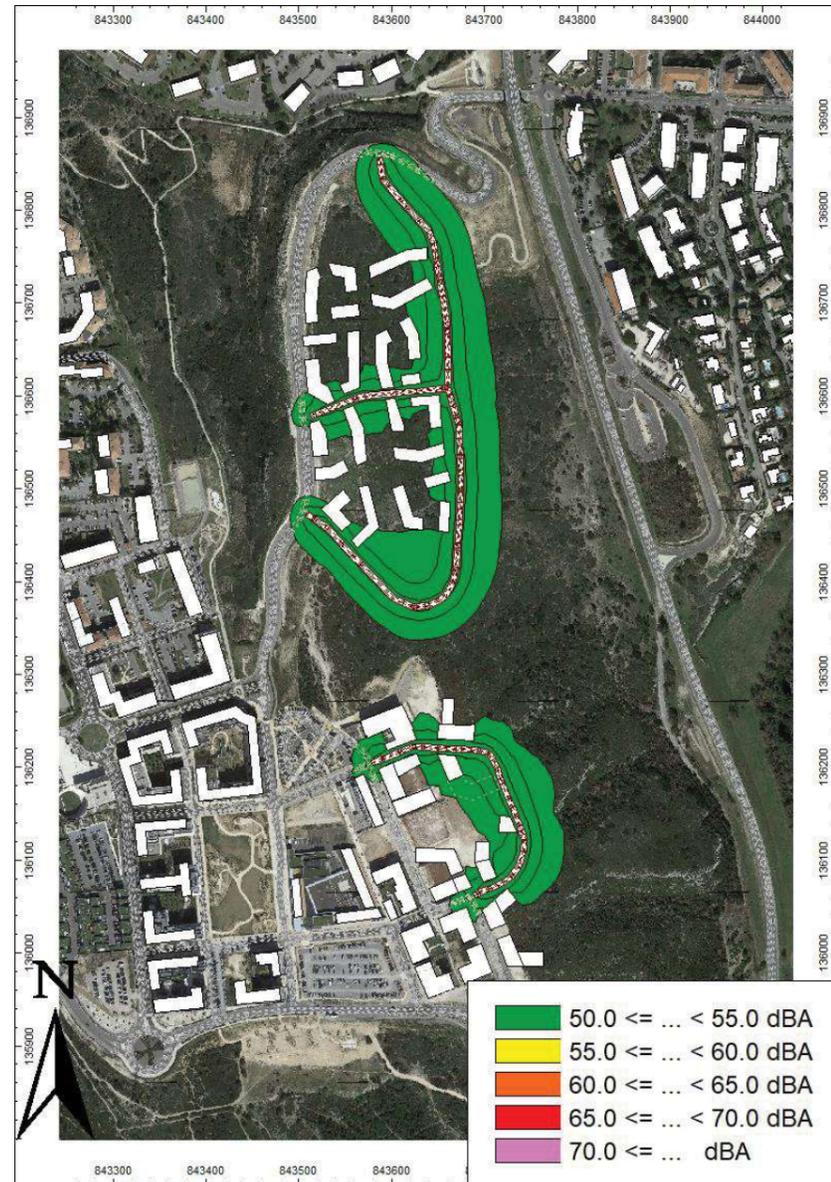
5.3.2 Cartographies de l'état futur

Les cartographies de bruit de l'état futur 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 de haut.



Carte de bruit – Etat futur Horizon 2042 – Période diurne – Voies créées uniquement



Carte de bruit – Etat futur Horizon 2042 – Période nocturne – Voies créées uniquement

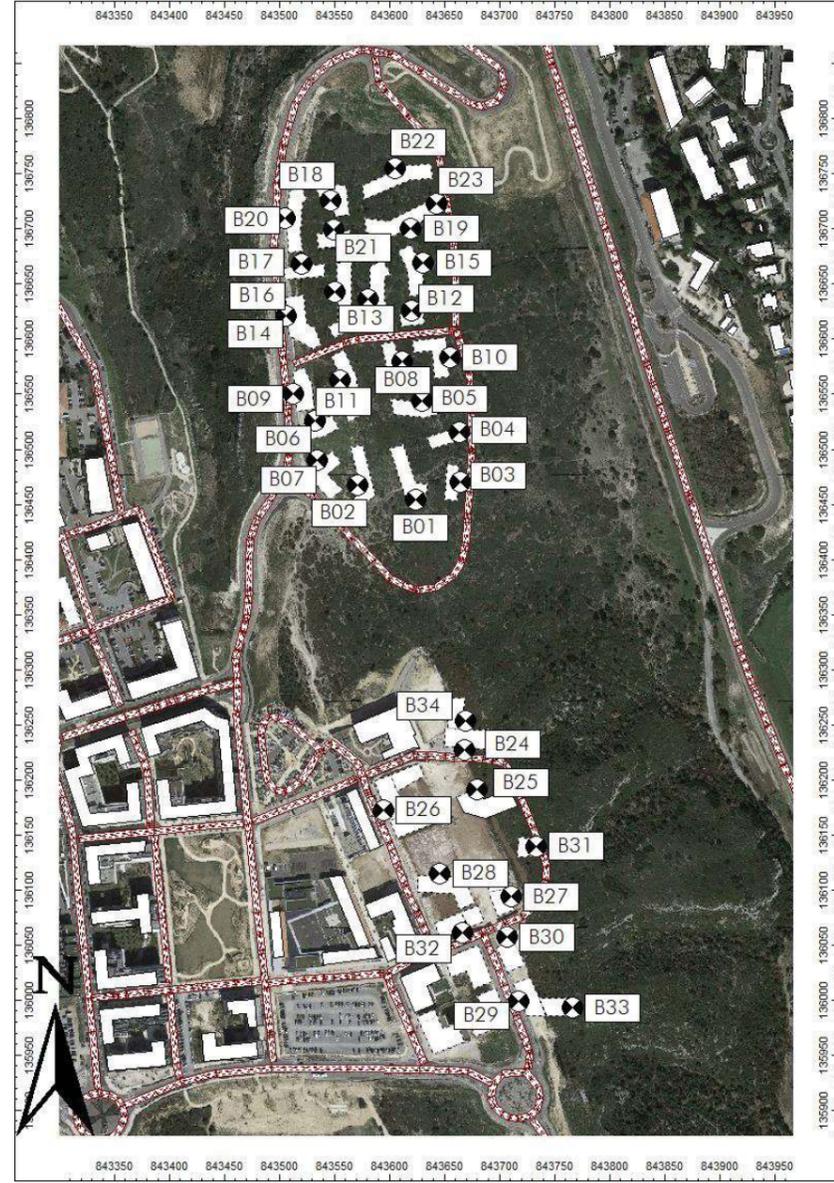
5.4 Impact de l'ensemble des voies sur les bâtiments en projet

L'objectif de cette partie est d'étudier l'impact acoustique de l'ensemble des voies dans le périmètre de l'étude à l'état futur (à l'horizon +20 ans) sur les futurs bâtiments présents dans la ZAC.

5.4.1 Niveaux sonores calculés aux points de l'étude

Des points de calculs sont positionnés en façades des futurs logements. Ils sont placés à chaque étage.

Les points de calculs sont localisés sur la carte ci-dessous :



Localisation des points de calcul sur les bâtiments en projet

Le tableau ci-dessous présente les résultats aux points retenus pour l'étude (nouveaux bâtiments dans la ZAC) :

Récepteur	Niveaux sonores simulés - Etat futur (2042) – Ensemble des voies existantes et nouvelles [dBA]	
	Jour	Nuit
B01	51,0	36,5
B02	43,5	29,5
B03	57,0	43,0
B04	57,0	43,0
B05	51,0	36,0
B06	47,0	33,0
B07	49,0	35,0
B08	48,0	33,5
B09	55,5	41,5
B10	57,5	43,0
B11	46,0	32,0
B12	53,0	38,5
B13	44,5	30,0
B14	55,5	42,0
B15	57,0	42,0
B16	40,5	26,5
B17	47,5	33,5
B18	39,5	25,5
B19	55,0	40,5
B20	54,5	40,5
B21	44,5	30,0
B22	54,0	39,5
B23	57,0	42,5
B24	55,0	40,0
B25	57,0	43,0
B26	56,5	41,5
B27	50,5	36,0
B28	59,0	44,0
B29	56,5	42,0
B30	58,0	43,0
B31	57,5	43,0
B32	56,5	41,5
B33	59,0	44,5
B34	54,5	39,5

Analyse des résultats

Pour les bâtiments correspondants à la zone Nord situés aux points B 01 à B 23, les niveaux sonores diurnes oscillent entre 39,5 et 57,5 dBA. Les niveaux nocturnes se situent eux entre 36 et 44,0 dBA et suivent une évolution similaire aux niveaux diurnes.

Pour les points situés dans la zone du Coteau, points B 24 à B 34, les niveaux oscillent entre 50,5 dBA et 59,0 dBA pour la période diurne et entre 36,0 dBA et 44,5 dBA pour la période nocturne.

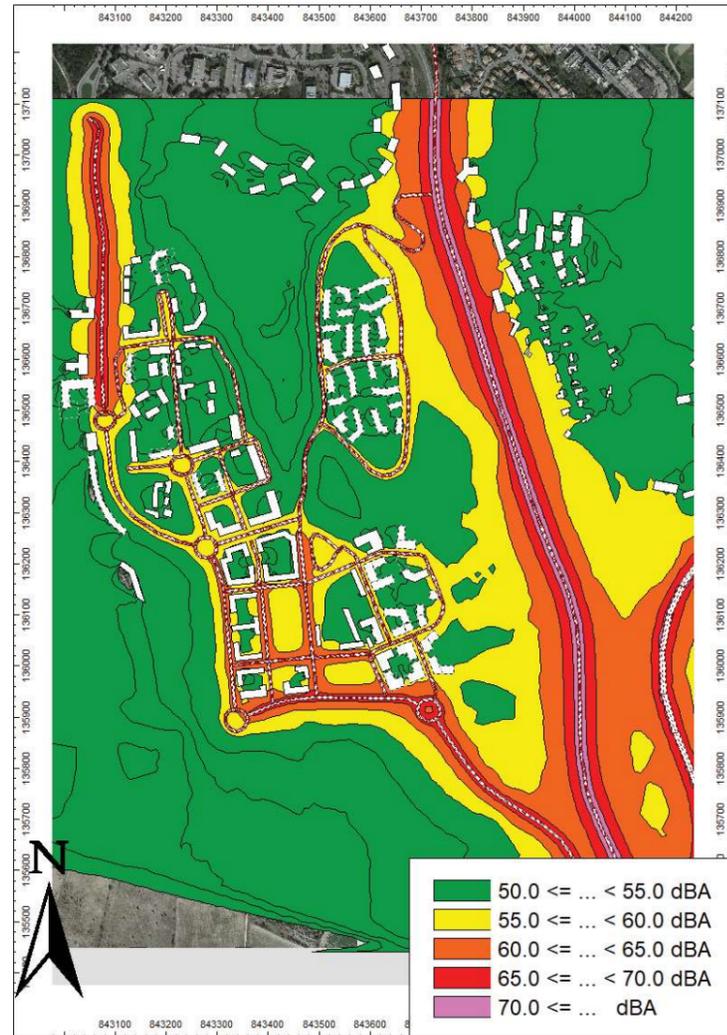
Pour rappel, les valeurs maximums à partir desquelles un renforcement des façades pourrait être nécessaire sont de 65 dBA de jour et de 60 dBA de nuit. Tous les niveaux estimés sont inférieurs à ces valeurs, ainsi aucun traitement acoustique n'est à prévoir.

Les résultats sont arrondis à 0,5 dBA près

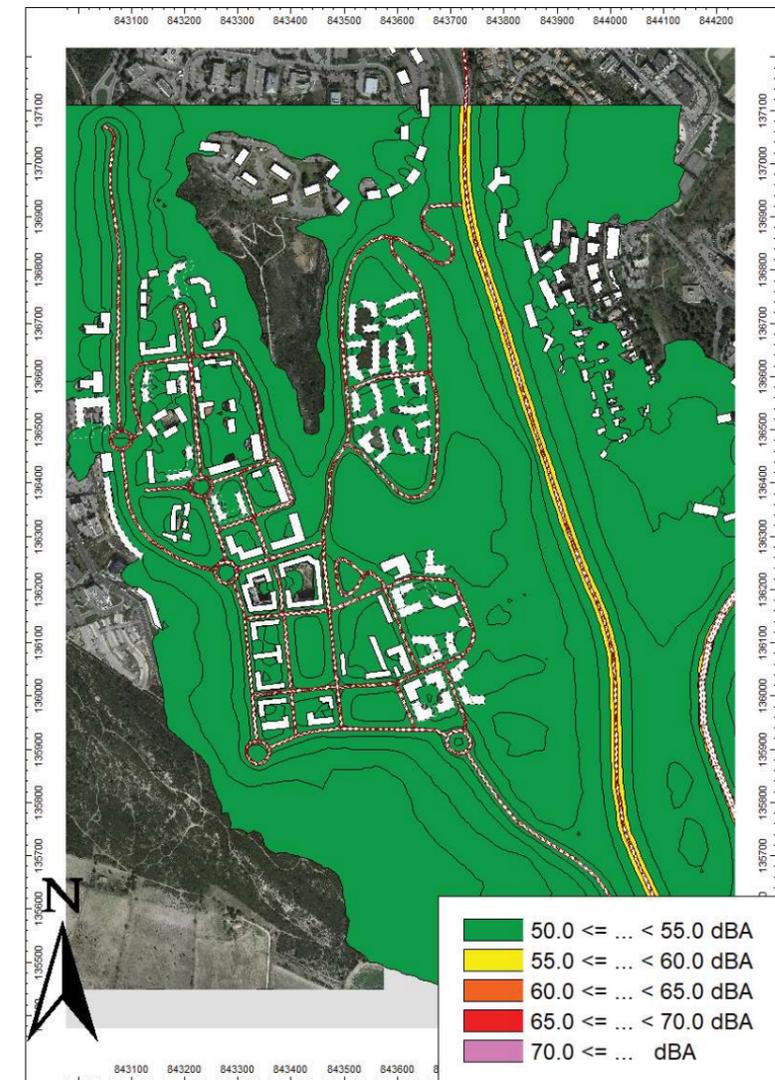
5.4.2 Cartographies de l'état futur pour l'ensemble des voies

Les cartographies de bruit de l'état futur sont présentées ci-après et permettent d'évaluer les niveaux sonores induits par l'ensemble des infrastructures pour chacune des périodes diurne (6-22h) et nocturne (22-6h).

Les cartographies de bruit sont réalisées à une hauteur de 4m de haut.



Carte de bruit – Etat futur Horizon 2042 – Période diurne – Ensemble des voies



Carte de bruit – Etat futur Horizon 2042 – Période nocturne – Ensemble des voies

5.5 Objectifs d'isolement de façade potentiels pour les futurs logements

D'après les niveaux sonores estimés en façade des futurs logements en considérant l'ensemble des infrastructures de transport à l'état futur, les isollements de façade dans les pièces de vie des logements ont pu être calculés conformément à l'arrêté du 23 juillet 2013 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit.

D'après cet arrêté, l'isolement de façade est déterminé de telle sorte que le niveau sonore à l'intérieur du logement ne dépasse pas 35 dBA de jour (et 30 dBA de nuit). Ainsi, un niveau sonore de 65dBA de jour en façade donnera lieu à un isolement de façade de 30 dB (65 -35 = 30). Enfin l'isolement de façade ne peut être inférieur à 30 dB.

Dans le cas présent, puisque les niveaux sonores simulés sont inférieurs à 65 dBA de jour et à 60 dBA de nuit, sur tous les points de mesure, aucun renforcement des isollements de façade n'est prévu pour les futurs logements.

6. TRAITEMENTS ACOUSTIQUES

Cette partie répertorie des solutions acoustiques pour traiter les habitations impactées par des infrastructures de transports bruyantes, à titre indicatif puisqu'aucun dépassement de seuils réglementaires n'a été enregistré. Ces solutions se répartissent en deux catégories :

- Traitements acoustiques à la source,
- Traitements acoustiques sur le bâtiment d'habitation.

Nous détaillons ci-après les principales solutions acoustiques envisageables à ce jour.

6.1 Mise en œuvre d'un enrobé acoustique

La mise en œuvre d'un enrobé acoustique a pour effet de réduire significativement les bruits de roulement (contact pneu /chaussée) qui sont prépondérants à partir de 50 km/h.

Pour une vitesse inférieure ou égale à 50km/h, le bruit du moteur est encore très important et l'intérêt de réduire le bruit de roulement est négligeable.

Compte tenu des vitesses de circulations limitées à 50 km/h sur les voies nouvelles, la mise en œuvre d'un enrobé acoustique n'est donc pas préconisée car la réduction de bruit associée sera négligeable.

6.2 Mise en œuvre d'un merlon ou d'un écran acoustique

Ce type de protection n'est pas adapté au projet car les infrastructures sont trop proches des immeubles habitations.

De plus, outre les problèmes d'insertion paysagère que l'on rencontrerait avec ce type de protection, la hauteur des immeubles impliquerait la réalisation d'écrans ou le merlon de très grande dimension.

6.3 Description des dispositifs de renforcement de façade

La mise en œuvre de protections individuelles consiste à améliorer l'isolement acoustique des façades impactées. Dans la majorité des cas, cela passe par l'amélioration des performances acoustiques des éléments faibles des façades exposées à la voie nouvellement créée, c'est-à-dire bien souvent les fenêtres et/ou portes donnant directement sur l'infrastructure ainsi que les entrées d'air présentes sur les façades.

Dans le cas présent puisqu'aucun dépassement des seuils réglementaires n'est prévu, les renforcements de façade ne sont pas nécessaires.

7. CONCLUSION

Dans le cadre du projet ZAC la Duranne situé à Aix-en-Provence, la SEMEPA a missionné le bureau d'études VENATHEC afin de réaliser l'étude d'impact acoustique du projet.

Cette étude fait suite à une première étude d'impact réalisée par Venathec en 2011. Elle constitue une mise à jour des études réalisées, en vue de prendre en compte les constructions actuelles (début 2022) et les évolutions du projet.

La mission s'est articulée selon les étapes suivantes :

- Réalisation de l'état initial de l'environnement du projet (état 2022),
- Etude de l'impact acoustique du projet à l'horizon + 20 ans.

L'étude réalisée permet de conclure que :

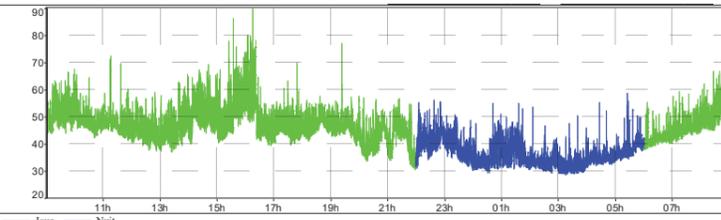
- Les niveaux sonores actuels sur la zone sont globalement compris entre 40 dBA et 60 dBA ; la zone peut donc être qualifiée d'ambiance sonore modérée au sens de l'Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières,
- Les voies nouvellement créées respecteront les seuils réglementaires : le projet est donc conforme à la réglementation et aucun traitement acoustique n'est nécessaire,
- Les futures habitations de la zone Nord et du secteur du Coteau seront exposées à des niveaux inférieurs à 65 dBA de jour et de 60 dBA de nuit : aucun traitement particulier des façades n'est donc à prévoir.

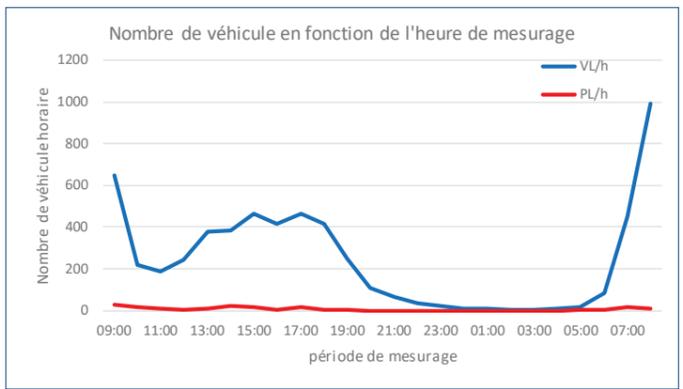
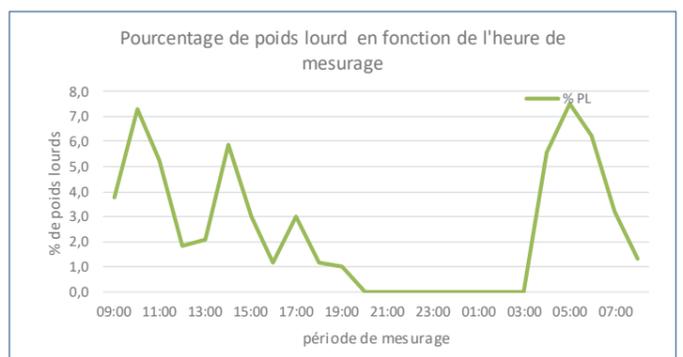
Cette étude a été réalisée à l'aide des données fournies et des hypothèses retenues pour le présent projet, détaillées dans le § 4.2.2.

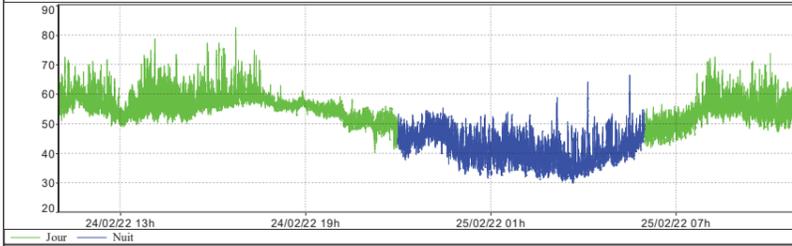
8. ANNEXES

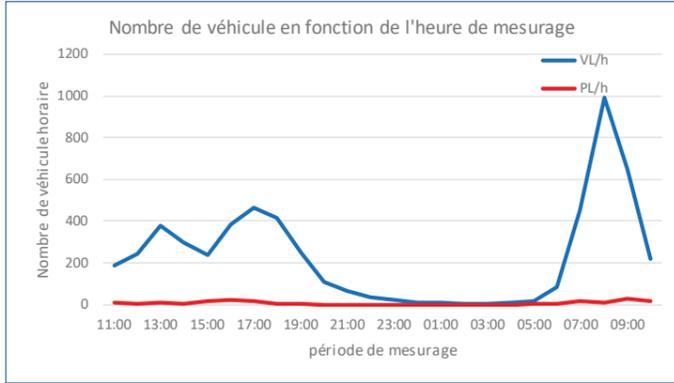
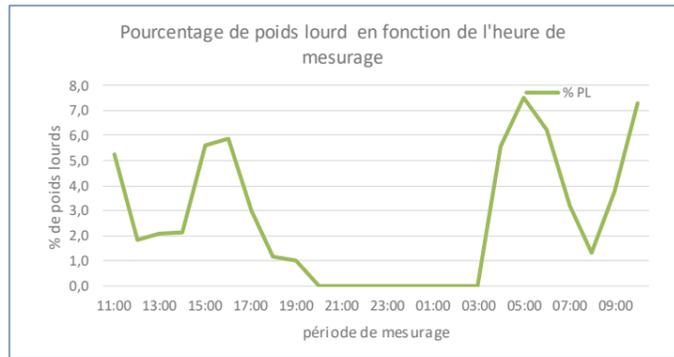
ANNEXE A – FICHES DE MESURES	35
ANNEXE B – TEST DE VALIDATION DES MESURES DE LONGUES DUREES.....	47
ANNEXE C – DONNEES DE TRAFFIC.....	49
ANNEXE D - CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES RENCONTRÉES SUR SITE	50
ANNEXE E – DETAIL DE LA REGLEMENTATION ACOUSTIQUE	53
ANNEXE F - GLOSSAIRE	57

ANNEXE A – FICHES DE MESURES

Fiche de Mesure Longue Durée		Point de mesure LD n° 1	
Emplacement du point de mesure			
Adresse	Collège La Nativité - Sainte Victoire	Photo du point de mesure	Emplacement du point sur plan
Type de bâtiment	Collège		
Sonomètre	SOLO 60836		
Date de début	24/02/22 09:00		
Date de fin	25/02/22 09:00		
Hauteur de prise de son	RdC		
Conditions météorologiques			
Période diurne		Période nocturne	
Couverture nuageuse	Ciel dégagé	Couverture nuageuse	Ciel dégagé
Humidité	Surface sèche	Humidité	Surface sèche
Vitesse de vent	Faible puis Fort	Vitesse de vent	Faible
Classe	U2/T2 puis U1/T2	Classe	U2/T4
Conditions de propagation	Atténuation forte puis atténuation très forte	Conditions de propagation	Négligeable
Evolution temporelle du niveau sonore			
			
Résultats acoustiques			
Date des mesures	Période	Contributions sonores particulières	
		LAeq Ambient (dBA)	
Du 24/02/22 09:00 au 25/02/22 09:00	JOUR (6h-22h)	48,0	
	NUIT (22h-6h)	39,0	
VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B			

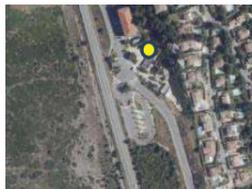
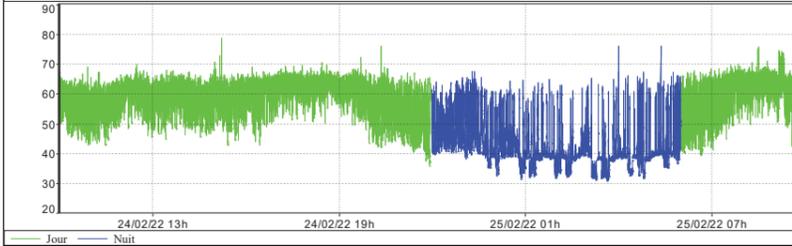
Fiche de Mesure Longue Durée		Point de mesure LD n° 1	
Données trafic du jeudi 24 au vendredi 25 février 2022			
Vitesse moyenne :	89,72	TMJ :	6051 %PL 2,4726
Point de comptage :	--	Voie :	RN 543
Trafic horaire : Nombre de véhicule en fonction de l'heure de la journée			
			
Pourcentage de poids lourds en fonction de la période de mesurage			
			
Interprétations des résultats :			
Il apparaît des pics de circulation aux heures de pointes (vers 8h le matin, vers 17h-18h le soir) en ce qui concerne les véhicules légers.			
VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B			

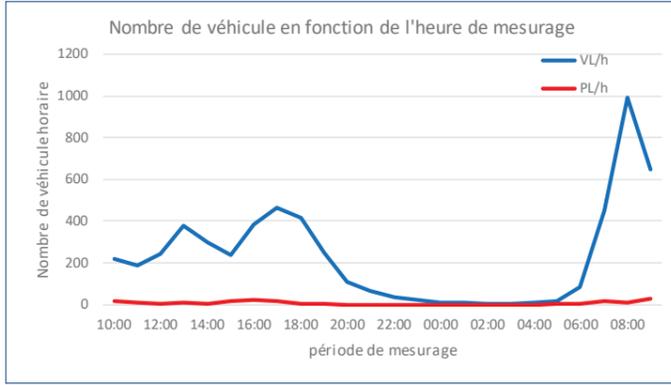
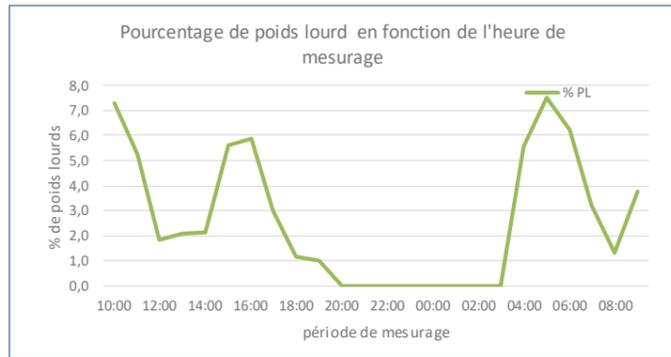
Fiche de Mesure Longue Durée		Point de mesure LD n° 2	
Emplacement du point de mesure			
Adresse	Rue Soeur Emmanuelle	Photo du point de mesure	Emplacement du point sur plan
Type de bâtiment	Résidence logements		
Sonomètre	CUBE 10995		
Date de début	24/02/22 11:00		
Date de fin	25/02/22 11:00		
Hauteur de prise de son	3e étage		
Conditions météorologiques			
Période diurne		Période nocturne	
Couverture nuageuse	Ciel dégagé	Couverture nuageuse	Ciel dégagé
Humidité	Surface sèche	Humidité	Surface sèche
Vitesse de vent	Faible puis Fort	Vitesse de vent	Faible
Classe	U2/T2 puis U1/T2	Classe	U2/T4
Conditions de propagation	Atténuation forte puis atténuation très forte	Conditions de propagation	Négligeable
Evolution temporelle du niveau sonore			
			
Résultats acoustiques			
Date des mesures	Période	Contributions sonores particulières	
		LAeq Ambient (dBA)	
Du 24/02/22 11:00	JOUR (6h-22h)	56,0	
ou 25/02/22 11:00	NUIT (22h-6h)	44,5	
VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B			

Fiche de Mesure Longue Durée		Point de mesure LD n° 2	
Données trafic du jeudi 24 au vendredi 25 février 2022			
Vitesse moyenne :	89,72	TMJ :	5704 %PL 2,6201
Point de comptage :	--	Voie :	RN 4
Trafic horaire : Nombre de véhicule en fonction de l'heure de la journée			
			
Pourcentage de poids lourds en fonction de la période de mesurage			
			
Interprétations des résultats :			
Il apparaît des pics de circulation aux heures de pointes (vers 8h le matin, vers 17h-18h le soir) en ce qui concerne les véhicules légers.			
VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B			

Fiche de Mesure Longue Durée		Point de mesure LD n°		2	
Test de continuité					
Le résultat du test de continuité de ce point de mesure longue durée est présenté ci-dessous.					
Taux de rejet		Validité			
16,19		OUI			
Pour ce point de mesure le pourcentage d'intervalles rejetés est inférieur à 20% ; les intervalles de base concernés sont donc gardés et la continuité du signal est validée.					
Test de répartition gaussienne					
		JOUR		NUIT	
L _{aeq} (dBA)	56,1	44,3			
Début période	LA,eq base	LA,eq Gauss	d=LA,eq base - LA,eq gauss	Validité	
24/02/2022 11:00	59,3	58,8	0,5	OUI	
24/02/2022 12:00	57,0	57,1	-0,1	OUI	
24/02/2022 13:00	56,5	55,9	0,6	OUI	
24/02/2022 14:00	59,2	59,7	-0,5	OUI	
24/02/2022 15:00	57,5	56,9	0,7	OUI	
24/02/2022 16:00	58,8	58,5	0,3	OUI	
24/02/2022 17:00	59,2	58,7	0,4	OUI	
24/02/2022 18:00	56,5	56,5	0,0	OUI	
24/02/2022 19:00	55,3	55,4	0,0	OUI	
24/02/2022 20:00	52,2	52,1	0,1	OUI	
24/02/2022 21:00	50,5	50,6	-0,1	OUI	
24/02/2022 22:00	46,7	46,6	0,1	OUI	
24/02/2022 23:00	47,4	47,7	-0,3	OUI	
25/02/2022 00:00	42,4	42,6	-0,2	OUI	
25/02/2022 01:00	42,8	42,8	0,0	OUI	
25/02/2022 02:00	40,0	39,8	0,2	OUI	
25/02/2022 03:00	38,8	38,3	0,4	OUI	
25/02/2022 04:00	41,4	40,6	0,8	OUI	
25/02/2022 05:00	44,9	44,4	0,5	OUI	
25/02/2022 06:00	48,8	48,8	0,0	OUI	
25/02/2022 07:00	52,7	52,8	0,0	OUI	
25/02/2022 08:00	57,3	56,7	0,6	OUI	
25/02/2022 09:00	56,5	56,5	0,0	OUI	
25/02/2022 10:00	55,8	55,8	0,0	OUI	
*La norme NF S31-085 impose pour ce test une différence maximale d du niveau dit gaussien L_{eq,Gauss} moins le niveau sonore mesuré L_{eq} , inférieure à 1 dBA, en valeur positive. Si tel n'est pas le cas, le bruit mesuré pour l'intervalle considéré n'est pas pour autant nécessairement jugé comme non représentatif du bruit de trafic routier.					
Interprétations des résultats :					
Les résultats du test permettent de conclure que le bruit est bien imputable au trafic routier de la RD543.					
VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B					

Fiche de Mesure Longue Durée		Point de mesure LD n°		2			
Test de corrélation trafic							
	TMJ	%PL	VL/h	PL/h	Q_{eq}	V	L_{aeq}
JOUR	5590	3,1142	339	10,344	390,75	89,676	56,1
NUIT	114	1,6319	13,938	0,25	15,188	89,762	44,3
Début période	LA,eq,mes	LA,eq Calculé	LA,eq mes-LA,eq calculé		Validité		
24/02/2022 11:00	59,3	54,0	5,3		NON		
24/02/2022 12:00	57,0	54,4	2,6		OUI		
24/02/2022 13:00	56,5	56,4	0,1		OUI		
24/02/2022 14:00	59,2	55,3	3,9		NON		
24/02/2022 15:00	57,5	55,0	2,6		OUI		
24/02/2022 16:00	58,8	57,1	1,7		OUI		
24/02/2022 17:00	59,2	57,5	1,7		OUI		
24/02/2022 18:00	56,5	56,6	0,1		OUI		
24/02/2022 19:00	55,3	54,3	1,0		OUI		
24/02/2022 20:00	52,2	50,5	1,6		OUI		
24/02/2022 21:00	50,5	48,3	2,2		OUI		
24/02/2022 22:00	46,7	48,2	-1,6		OUI		
24/02/2022 23:00	47,4	45,9	1,6		OUI		
25/02/2022 00:00	42,4	43,3	-0,9		OUI		
25/02/2022 01:00	42,8	42,1	0,7		OUI		
25/02/2022 02:00	40,0	34,3	5,7		NON		
25/02/2022 03:00	38,8	38,0	0,8		OUI		
25/02/2022 04:00	41,4	42,9	-1,5		OUI		
25/02/2022 05:00	44,9	46,6	-1,7		OUI		
25/02/2022 06:00	48,8	50,5	-1,8		OUI		
25/02/2022 07:00	52,7	57,4	-4,6		NON		
25/02/2022 08:00	57,3	60,4	-3,1		NON		
25/02/2022 09:00	56,5	59,1	-2,5		OUI		
25/02/2022 10:00	55,8	54,9	0,9		OUI		
Interprétations des résultats :							
Des écarts de plus de 3 dBA entre L _{aeq,mes} et L _{aeq,calc} ont été constaté, entre 11h et 12h, et de 14h à 15h. Ces écarts sont dus au bruit des travaux proche du point de mesure. Ensuite, des écarts ont été constaté entre 2h et 3h, surement due à des équipements techniques en fonctionnement au niveau du voisinage. Enfin, des écarts ont été constaté entre 7h et 8h, qui sont dus au vent fort. Ormis ces périodes, on remarque une validité dans le reste de la mesure. On peut donc interpréter que la							
Cohérence entre LAeq et trafic pour chaque intervalle de base au point LD2							
VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B							

Fiche de Mesure Longue Durée		Point de mesure LD n° 3	
Emplacement du point de mesure			
Adresse	Rue du Dr Albert Aynaud	Photo du point de mesure	Emplacement du point sur plan
Type de bâtiment	Résidence logements		
Sonomètre	SOLO 60794		
Date de début	24/02/22 10:00		
Date de fin	25/02/22 10:00		
Hauteur de prise de son	1er étage		
Conditions météorologiques			
Période diurne		Période nocturne	
Couverture nuageuse	Ciel dégagé	Couverture nuageuse	Ciel dégagé
Humidité	Surface sèche	Humidité	Surface sèche
Vitesse de vent	Faible puis Fort	Vitesse de vent	Faible
Classe	U2/T2 et U5/T2	Classe	U2/T4
Conditions de propagation	Atténuation forte et renforcement faible	Conditions de propagation	Négligeable
Evolution temporelle du niveau sonore			
			
Résultats acoustiques			
Date des mesures	Période	Contributions sonores particulières	
		LAeq Ambient (dBA)	
Du 24/02/22 10:00	JOUR (6h-22h)	61,5	
ou 25/02/22 10:00	NUIT (22h-6h)	51,0	
VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B			

Fiche de Mesure Longue Durée		Point de mesure LD n° 3	
Données trafic du jeudi 24 au vendredi 25 février 2022			
Vitesse moyenne :	89,72	TMJ :	5704
		%PL :	2,6201
Point de comptage :	--	Voie :	RD543
Trafic horaire : Nombre de véhicule en fonction de l'heure de la journée			
			
Pourcentage de poids lourds en fonction de la période de mesure			
			
Interprétations des résultats :			
Il apparaît des pics de circulation aux heures de pointes (vers 8h le matin, vers 17h-18h le soir) en ce qui concerne les véhicules légers.			
VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B			

Fiche de Mesure Longue Durée		Point de mesure LD n°		3
Test de continuité				
Le résultat du test de continuité de ce point de mesure longue durée est présenté ci-dessous.				
Taux de rejet		Validité		
1,56		OUI		
Pour ce point de mesure le pourcentage d'intervalles rejetés est inférieur à 20% ; les intervalles de base concernés sont donc gardés et la continuité du signal est validée.				
Test de répartition gaussienne				
		JOUR	NUIT	
L _{aeq} (dBA)	61,6	51,1		
Début période	L _{A,eq} base	L _{A,eq} Gauss	d=L _{A,eq} base - L _{A,eq} gauss	Validité
24/02/2022 10:00	58,9	59,1	-0,3	OUI
24/02/2022 11:00	58,6	59,0	-0,4	OUI
24/02/2022 12:00	61,6	61,9	-0,2	OUI
24/02/2022 13:00	61,2	61,5	-0,3	OUI
24/02/2022 14:00	59,9	60,2	-0,3	OUI
24/02/2022 15:00	61,0	60,9	0,1	OUI
24/02/2022 16:00	62,1	62,4	-0,3	OUI
24/02/2022 17:00	63,5	63,6	-0,1	OUI
24/02/2022 18:00	63,6	63,8	-0,2	OUI
24/02/2022 19:00	62,4	62,7	-0,3	OUI
24/02/2022 20:00	58,9	59,1	-0,2	OUI
24/02/2022 21:00	55,7	58,4	-2,7	OUI
24/02/2022 22:00	53,4	56,5	-3,0	OUI
24/02/2022 23:00	53,7	59,9	-6,1	OUI
25/02/2022 00:00	48,9	48,6	0,3	OUI
25/02/2022 01:00	47,2	43,4	3,8	NON*
25/02/2022 02:00	45,3	41,9	3,4	NON*
25/02/2022 03:00	46,7	41,4	5,2	NON*
25/02/2022 04:00	50,8	45,4	5,4	NON*
25/02/2022 05:00	54,0	59,4	-5,4	OUI
25/02/2022 06:00	57,8	60,1	-2,3	OUI
25/02/2022 07:00	62,5	62,9	-0,5	OUI
25/02/2022 08:00	64,2	64,3	-0,1	OUI
25/02/2022 09:00	64,1	63,7	0,3	OUI

*La norme NF S31-085 impose pour ce test une différence maximale **d** du niveau dit gaussien **L_{eq,Gauss}** moins le niveau sonore mesuré **L_{eq}**, inférieure à 1 dBA, en valeur positive. Si tel n'est pas le cas, le bruit mesuré pour l'intervalle considéré n'est pas pour autant nécessairement jugé comme non représentatif du bruit de trafic routier.

Interprétations des résultats :

Les résultats du test permettent de conclure que le bruit est bien imputable au trafic routier de la RD543. Entre 1h et 4h, les valeurs de d supérieures à 1 dB peuvent s'expliquer par la présence d'un équipement technique proche au point de mesure.

VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B

Fiche de Mesure Longue Durée		Point de mesure LD n°		3			
Test de corrélation trafic							
	TMJ	%PL	VL/h	PL/h	Q_{eq}	V	L_{aeq}
JOUR	5590	3,1142	339	10,344	390,75	89,676	61,6
NUIT	114	1,6319	13,938	0,25	15,188	89,762	51,1
Début période	L _{A,eq} mes	L _{A,eq} Calculé	L _{A,eq} mes-L _{A,eq} calculé		Validité		
24/02/2022 10:00	58,9	60,4	1,5		OUI		
24/02/2022 11:00	58,6	59,5	0,8		OUI		
24/02/2022 12:00	61,6	59,9	1,7		OUI		
24/02/2022 13:00	61,2	61,9	0,7		OUI		
24/02/2022 14:00	59,9	60,8	1,0		OUI		
24/02/2022 15:00	61,0	60,5	0,5		OUI		
24/02/2022 16:00	62,1	62,7	0,6		OUI		
24/02/2022 17:00	63,5	63,0	0,5		OUI		
24/02/2022 18:00	63,6	62,1	1,5		OUI		
24/02/2022 19:00	62,4	59,9	2,5		OUI		
24/02/2022 20:00	58,9	56,0	2,9		OUI		
24/02/2022 21:00	55,7	53,8	1,8		OUI		
24/02/2022 22:00	53,4	55,0	1,6		OUI		
24/02/2022 23:00	53,7	52,7	1,1		OUI		
25/02/2022 00:00	48,9	50,1	1,2		OUI		
25/02/2022 01:00	47,2	48,9	1,6		OUI		
25/02/2022 02:00	45,3	41,1	4,2		NON		
25/02/2022 03:00	46,7	44,8	1,9		OUI		
25/02/2022 04:00	50,8	49,7	1,1		OUI		
25/02/2022 05:00	54,0	53,4	0,6		OUI		
25/02/2022 06:00	57,8	56,0	1,8		OUI		
25/02/2022 07:00	62,5	62,9	0,4		OUI		
25/02/2022 08:00	64,2	65,9	1,8		OUI		
25/02/2022 09:00	64,1	64,6	0,5		OUI		

Interprétations des résultats :

Un écart de plus de 3 dBA entre L_{aeq,mes(t)} et L_{aeq,calc(t)} a été constaté, entre 2h et 3h. Cette écart est due à un équipement technique en fonctionnement proche du point de mesure. Ormis cette période, on remarque une validité dans le reste de la mesure. On peut donc interpréter que la mesure de bruit effectuée à ce point est donc bien corrélée avec le trafic de la voie départementale.

Cohérence entre L_{Aeq} et trafic pour chaque intervalle de base au point LD3

VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B

ANNEXE B – TEST DE VALIDATION DES MESURES DE LONGUES DUREES

Seuls les points situés à proximité de routes ayant un trafic important ont été testés.

Test de continuité du signal

Grâce à ce test, nous nous assurons que les niveaux sonores respectent une certaine continuité dans leur évolution temporelle pour être représentatif d'un bruit de trafic routier et éliminer les événements ponctuels parasites.

Pour ce faire, une étude est menée sur les intervalles élémentaires de 1 s, la différence des niveaux sonores par seconde ne devant pas excéder une certaine valeur sous peine de rejet du niveau sonore correspondant (Cf. tableau 2 ci-dessous).

Tableau 2 — Écarts admissibles en dB(A) entre deux valeurs successives des niveaux sonores sur des intervalles élémentaires de 1 s (en valeur absolue)

Vitesse maximale (km/h)	Distance au bord de voie (m)			
	5 à 10	10 à 30	30 à 100	> 100
inférieure à 70	15	10	5	2
70 à 130	20	15	7	3

Lorsque que le pourcentage d'intervalles élémentaires rejetés dépasse les 20% par heure alors l'intervalle de base (1h dans notre cas) considéré est éliminé. Dans ce cas les niveaux sont recalculés sans les parties éliminées.

Test statistique de répartition gaussienne

Suivant la norme NF S31-085, nous vérifions que le bruit mesuré est représentatif d'un bruit routier.

Dans ce but, nous réalisons un test statistique qui permet d'évaluer la répartition gaussienne du bruit routier.

La validation consiste pour un intervalle de base donné, à associer aux résultats, un test statistique simple, en supposant que la répartition des niveaux sonores générés par un trafic routier suit une loi normale (loi de Gauss).

Pour des mesures réalisées dans une rue en U relatives à des trafics réguliers, on définit pour chaque intervalle de base (1h dans notre cas), l'indice :

$$L_{A,eq,Gauss} = (L_{10} + L_{50}) / 2 + 0.0175 (L_{10}-L_{50})^2$$

Pour des mesures réalisées dans une rue dégagée relatives à des trafics réguliers, on définit pour chaque intervalle de base (1h dans notre cas), l'indice :

$$L_{A,eq,Gauss} = L_{50} + 0.07 (L_{10}-L_{50})^2$$

On effectue alors pour chaque intervalle de base la différence suivante :

$$d = L_{A,eq,base} - L_{A,eq,Gauss}$$

Les mesures sont validées comme représentatives du bruit routier si $d \leq 1$ dBA (en valeur positive).

Dans cette étude, tous les points de mesure sont placés dans des rues dégagées.

Test de cohérence entre LAeq et trafic pour chaque intervalle de base

Le principe de ce test est de comparer le niveau de pression acoustique **mesuré** sur un intervalle de base considéré, avec le niveau de pression acoustique **calculé à partir des données de trafic routier** sur le même intervalle de base.

La méthode de comparaison indiquée par la norme consiste à tracer les courbes de variation temporelle des deux fonctions suivantes décrites par les formules (1) et (2).

$$L_{A,eq,calc(i)} = L_{A,eq,ref} + 10 \log \left(\frac{Q_{eq(i)}}{Q_{eq(ref)}} \right) + C_v * \lg(V_{m(i)}/V_{m(ref)}) \quad (1)$$

Où :

$L_{A,eq,mes(i)}$ est le niveau sonore mesuré sur l'intervalle de base i .

$L_{A,eq,ref}$ est le niveau mesuré sur l'intervalle de référence considéré.

$Q_{eq(i)}$ est le débit horaire mesuré sur l'intervalle i , exprimé en v/h.

$Q_{eq,ref}$ est le débit horaire mesuré sur l'intervalle de référence considéré, exprimé en v/h.

$V_{m(i)}$ est la vitesse moyenne mesurée sur l'intervalle i , exprimée en km/h.

$V_{m,ref}$ est la vitesse moyenne mesurée sur l'intervalle de référence considéré, exprimée en km/h.

C_v est une valeur dépendant des conditions de circulation.

Le débit acoustiquement équivalent Q_{eq} est défini sur un intervalle donné par la formule :

$$Q_{eq} = Q_{VL} + ExQ_{PL}$$

Où :

Q_{VL} est le débit VL sur le même intervalle,

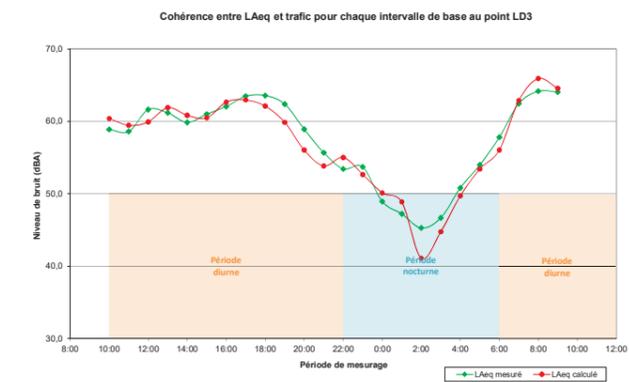
Q_{PL} est le débit PL sur le même intervalle,

E est le facteur d'équivalence acoustique dans le tableau ci-après :

Rampe de la voie (%)	≤ 2	3	4	5	≥ 6
Vm (km/h)					
120	4	5	5	6	6
100	5	5	6	6	7
80	7	9	10	11	12
50	10	13	16	18	20

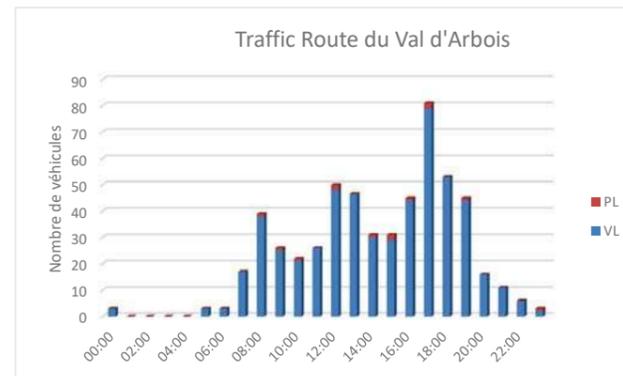
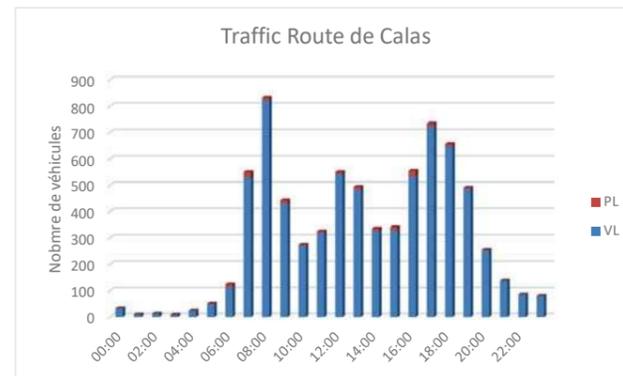
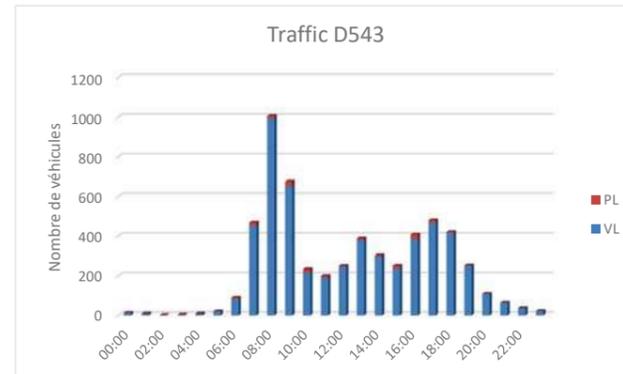
Les valeurs de E pour les vitesses non définies dans ce tableau sont calculées par régression linéaire.

Un exemple de corrélation est montré ci-dessous pour le point de mesure LD3, corrélé avec le trafic de la voie RD543 :



La corrélation est validée si la différence entre les deux indices est inférieure ou égale à 3 dBA.

ANNEXE C – DONNEES DE TRAFFIC



ANNEXE D - 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 m.s⁻¹, ou en cas de pluie marquée ;
- lorsque la (les) source(s) de bruit est (sont) éloigné(e)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.

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

Jedi 24 février 2022

Heure locale	Température	Humidité	Vent (rafales)	Précip. mm/h
23 h	6.8 °C	92%	↻ 0 km/h (6 km/h)	aucune
22 h	7.3 °C	94%	↻ 0 km/h (4 km/h)	aucune
21 h	7.6 °C	91%	↙ 2 km/h (7 km/h)	aucune
20 h	8.7 °C	89%	↙ 2 km/h (6 km/h)	aucune
19 h	10.6 °C	84%	→ 2 km/h (7 km/h)	aucune
18 h	11.9 °C	76%	↻ 0 km/h (8 km/h)	aucune
17 h	12 °C	76%	↑ 2 km/h (8 km/h)	aucune
16 h	11.9 °C	78%	↑ 4 km/h (16 km/h)	aucune
15 h	12.9 °C	65%	↗ 5 km/h (17 km/h)	aucune
14 h	13.5 °C	61%	↗ 5 km/h (21 km/h)	aucune
13 h	13.5 °C	63%	↑ 4 km/h (19 km/h)	aucune
12 h	13.2 °C	62%	↖ 8 km/h (20 km/h)	aucune
11 h	12.2 °C	67%	↖ 4 km/h (19 km/h)	aucune
10 h	11.4 °C	70%	↖ 6 km/h (21 km/h)	aucune
9 h	10.9 °C	75%	↖ 6 km/h (20 km/h)	aucune
8 h	9.6 °C	84%	↖ 9 km/h (20 km/h)	aucune
7 h	9 °C	84%	↑ 5 km/h (17 km/h)	aucune
6 h	9.7 °C	79%	↗ 5 km/h (15 km/h)	aucune
5 h	9.7 °C	77%	↗ 4 km/h (12 km/h)	aucune
4 h	9 °C	73%	↗ 5 km/h (14 km/h)	aucune
3 h	9.7 °C	71%	↖ 9 km/h (17 km/h)	aucune
2 h	4.6 °C	79%	↖ 4 km/h (9 km/h)	aucune
1 h	5.7 °C	71%	↖ 4 km/h (9 km/h)	aucune
0 h	6.9 °C	66%	↙ 4 km/h (13 km/h)	aucune

Vendredi 25 février 2022

Heure locale	Température	Humidité	Vent (rafales)	Précip. mm/h
23 h	6.5 °C	46%	↙ 9 km/h (25 km/h)	aucune
22 h	7.2 °C	43%	↙ 9 km/h (29 km/h)	aucune
21 h	7.5 °C	44%	↙ 12 km/h (48 km/h)	aucune
20 h	8.1 °C	42%	↙ 24 km/h (45 km/h)	aucune
19 h	8.7 °C	40%	↙ 13 km/h (56 km/h)	aucune
18 h	10.2 °C	34%	↙ 18 km/h (52 km/h)	aucune
17 h	11.8 °C	32%	↙ 15 km/h (41 km/h)	aucune
16 h	12.7 °C	29%	↙ 20 km/h (48 km/h)	aucune
15 h	12.5 °C	33%	↙ 24 km/h (54 km/h)	aucune
14 h	11.8 °C	38%	↙ 25 km/h (54 km/h)	aucune
13 h	11 °C	43%	↙ 21 km/h (49 km/h)	aucune
12 h	11.2 °C	45%	↙ 18 km/h (44 km/h)	aucune
11 h	10.5 °C	53%	↙ 19 km/h (40 km/h)	aucune
10 h	8.9 °C	57%	↙ 20 km/h (49 km/h)	aucune
9 h	7.6 °C	65%	↙ 22 km/h (51 km/h)	aucune
8 h	6.2 °C	69%	↙ 14 km/h (31 km/h)	aucune
7 h	6.5 °C	74%	↙ 13 km/h (32 km/h)	aucune
6 h	7.2 °C	83%	↙ 14 km/h (36 km/h)	aucune
5 h	7.2 °C	93%	↙ 12 km/h (31 km/h)	aucune
4 h	7.4 °C	99%	↙ 5 km/h (16 km/h)	aucune
3 h	7.1 °C	100%	↗ 3 km/h (8 km/h)	aucune
2 h	6.1 °C	99%	↻ 0 km/h (5 km/h)	aucune
1 h	6 °C	98%	↻ 0 km/h (5 km/h)	aucune
0 h	6.7 °C	98%	↙ 2 km/h (7 km/h)	aucune

ANNEXE E – DETAIL DE LA REGLEMENTATION ACOUSTIQUE

Les paragraphes ci-après décrivent les principaux points de l'arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières et les articles L571-9 et R571-44 à R571-52 du Code de l'Environnement.

Infrastructures concernées

Deux types d'infrastructures de transport sont concernées par cette réglementation :

- les voies nouvelles,
- les voies existantes modifiées de manière significative.

Pour ces infrastructures, le **Maître d'Ouvrage est soumis à une obligation de résultat** : il se doit de prendre les dispositions nécessaires pour que les nuisances sonores affectant les populations voisines de ces infrastructures soient limitées à des niveaux compatibles avec le mode d'occupation ou d'utilisation normal des bâtiments riverains ou des espaces traversés (*Art R571-44*).

La modification ou la transformation d'une infrastructure existante est considérée comme significative lorsqu'elle résulte d'une intervention ou de travaux successifs qui à terme, entraînerait une augmentation de plus de 2 dBA de la contribution sonore de cette voie au niveau des bâtiments riverains (*Art R571-45*).

Ne constituent pas une modification ou une transformation significative (*Art R571-46*) :

- Les travaux d'entretien, de réparation, d'électrification ou de renouvellement des infrastructures ferroviaires,
- Les travaux de renforcement des chaussées, d'entretien ou de réparation des voies routières,
- Les aménagements ponctuels des voies routières ou des carrefours non dénivelés (l'implantation d'un giratoire n'est donc pas visée).

Notion d'antériorité

Seuls les bâtiments voisins de l'infrastructure et antérieurs à celle-ci sont concernés par l'obligation de mise en place de protection acoustique par le maître d'ouvrage de l'infrastructure.

Les bâtiments voisins dont la construction a été autorisée après l'intervention de l'une des mesures suivantes ne sont pas concernés (*Art R571-52*) :

- Publication de l'acte décidant l'ouverture d'une enquête publique portant sur le projet d'infrastructure,
- Mise à disposition du public de la décision, ou de la délibération, arrêtant le principe et les conditions de réalisation d'un projet d'infrastructure,
- Inscription du projet d'infrastructure en emplacement réservé dans un plan local d'urbanisme, un plan d'occupation des sols, un plan d'aménagement de zone ou un plan de sauvegarde et de mise en valeur, opposable,
- Mise en service de l'infrastructure,
- Publication des arrêtés préfectoraux portant classement de l'infrastructure et définition des secteurs affectés par le bruit situés à son voisinage.

En outre, deux typologies de bâtiment sont à prendre en compte dans le cadre de l'étude d'impact acoustique :

- Cas n°1 : les bâtiments existants et conservés
- Cas n°2 : les bâtiments à construire

Cas n°1 :

Concernant les bâtiments conservés et vérifiant le principe d'antériorité, c'est la **Maîtrise d'Ouvrage en charge de la création des infrastructures**, qui doit s'assurer du respect des exigences réglementaires.

Cas n°2 :

Concernant les bâtiments à construire, leurs permis de construire seront postérieurs aux démarches effectuées pour le projet étudié ici.

Par conséquent, il est de la responsabilité de la **Maîtrise d'Ouvrage en charge des futurs bâtiments** de se conformer aux exigences réglementaires de l'Arrêté du 23 Juillet 2013 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit. Ce critère concerne également les établissements sensibles.

Seuils réglementaires à respecter en façade des bâtiments visés

Des exigences réglementaires sont fixées pour chaque période réglementaire **diurne [6h-22h]** et **nocturne [22h-6h]**, en façade des bâtiments visés.

Les indicateurs utilisés sont les niveaux sonores équivalents L_{Aeq} (*Art 1 de l'arrêté du 5 mai 1995*).

Seule est prise en compte la contribution de l'infrastructure elle-même, abstraction faite des autres sources en présence sur le site.

Notion de zone d'ambiance sonore modérée

Une zone est considérée en ambiance sonore modérée si le niveau de bruit ambiant existant à deux mètres en avant des façades des bâtiments visés avant la réalisation de l'aménagement projeté est tel que les deux conditions suivantes soient réunies :

- L_{Aeq} (6h-22h) < 65 dBA
- L_{Aeq} (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.

Seuils applicables aux voies nouvelles

Les niveaux maximums admissibles pour la contribution sonore d'une infrastructure nouvelle sont fixés aux valeurs suivantes (*Art 2 de l'arrêté du 5 mai 1995*)

Usage et nature des locaux	L_{Aeq} (6h - 22h)	L_{Aeq} (22h - 6h)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale : <ul style="list-style-type: none"> • salles de soins et salles réservées au séjour des malades ; • autres locaux 	57 dBA 60 dBA	55 dBA 55 dBA
Etablissements d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)	60 dBA	Aucune obligation
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	60 dBA	55 dBA
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée de nuit	65 dBA	55 dBA
Autres logements	65 dBA	60 dBA
Locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	65 dBA	Aucune obligation

Ces valeurs tiennent compte de la réflexion du bruit sur la façade. Elles sont donc supérieures de 3 dBA à celles qui seraient mesurées en champ libre ou en façade, dans le plan d'une fenêtre ouverte, dans les mêmes conditions de trafic, à un emplacement comparable.

Modifications de voies existantes

Il s'agit de déterminer si le projet d'aménagement est une transformation significative d'un point de vue acoustique.

Une modification est considérée comme significative si, à terme, l'aménagement engendre une augmentation des contributions sonores de la voie en façade des habitations riveraines supérieure à 2 dBA par rapport à ce que serait cette contribution à terme en l'absence de la modification.

Si la modification est considérée comme significative, les niveaux maximums admissibles pour la contribution sonore de l'infrastructure modifiée significativement sont fixés aux valeurs suivantes (*Art 3 de l'arrêté du 5 mai 1995*) :

Période considérée	Niveau sonore ambiant initial (avant transformation)	Seuil à respecter pour la seule route après transformation
--------------------	--	--

Diurne [6h-22h]	$L_{Aeq} [6h-22h] \leq 60$ dBA	$L_{Aeq} [6h-22h] \leq 60$ dBA
	60 dBA < $L_{Aeq} [6h-22h] \leq 65$ dBA	Valeur de la contribution actuelle de la route (avant transformation)
	$L_{Aeq} [6h-22h] > 65$ dBA	$L_{Aeq} [6h-22h] \leq 65$ dBA
Nocturne [22h-6h]	$L_{Aeq} [22h-6h] \leq 55$ dBA	$L_{Aeq} [22h-6h] \leq 55$ dBA
	55 dBA < $L_{Aeq} [22h-6h] \leq 60$ dBA	Valeur de la contribution actuelle de la route (avant transformation)
	$L_{Aeq} [22h-6h] > 60$ dBA	$L_{Aeq} [22h-6h] \leq 60$ dBA

Dans le cas où les aménagements prévus ne constituent pas de modifications significatives des voies, en période diurne, les bâtiments visés dont les niveaux sonores sont supérieurs à 70 dBA (Points Noirs de Bruit) après travaux devront être ramenés en-dessous de 65 dBA à l'occasion d'une opération de rattrapage. Pour la période nocturne, les bâtiments visés dont les niveaux sonores sont supérieurs à 65 dBA (Point Noirs de Bruit) devront être ramenés en-dessous de 60 dBA.

Bâtiment sensible visé

La réglementation acoustique s'applique aux bâtiments sensibles répertoriés ci-dessous avec certaines nuances selon leur type :

- **Logements et établissements de santé, de soins et d'action sociale** (à l'exception des salles de soins et salles réservées au séjour des malades) : aucune disposition particulière n'est à appliquer par rapport aux seuils indiqués ci-dessus ;
- **Salles de soins et salles réservées au séjour des malades** : le seuil diurne de 60 dBA est abaissé à 57 dBA. Les seuils nocturnes ne sont en revanche pas modifiés ;
- **Etablissements d'enseignement** (sauf ateliers bruyants et locaux sportifs) : la réglementation ne prévoit pas d'objectif nocturne. Les bâtiments d'internat doivent toutefois être considérés comme des habitations ;
- **Locaux à usage de bureaux** : s'ils sont situés en zone d'ambiance sonore préexistante modérée, la contribution sonore maximale diurne est fixée à 65 dBA. La réglementation ne prévoit pas d'objectif nocturne.

Remarque : les activités artisanales ou industrielles ne sont pas soumises à ces critères, à savoir qu'il n'y a pas obligation de protéger les façades de ces bâtiments par rapport aux infrastructures de transport neuves ou existantes. Par contre, ces locaux doivent limiter le bruit émis par leurs propres activités dans l'environnement (réglementation sur le bruit de voisinage ou réglementation sur les installations classées pour la protection de l'environnement).

Traitement des Points Noirs de Bruit (PNB)

Un Point Noir Bruit est une zone où des bâtiments à usage d'habitation, d'enseignement ou de soins sont exposés à plus de 70 dBA en façade en période diurne (6h-22h), ou à plus de 65 dBA en période nocturne (22h-6h) et construit antérieurement à la voie.

La circulaire applicable du 25 mai 2004 recommande que le niveau sonore en façade des bâtiments soit ramené à moins de 65 dBA pour la période diurne et 60 dBA pour la période nocturne, ou à son équivalent à l'intérieur du logement dans le cas d'une protection par isolation de façade.

Mesures de protection sonore

Il appartient au Maître d'Ouvrage d'une route nouvelle ou modifiée significativement de prendre toutes dispositions, lors de la conception ou de la réalisation, de nature à protéger les bâtiments qui existaient avant la voie (ou avant sa modification significative), pour éviter que ses occupants ne subissent des nuisances sonores excessives et pour respecter les seuils applicables définis ci-avant.

La protection à la source (type écran acoustique) est recherchée en priorité.

Dans le cas d'une protection par isolation de façade, on substitue l'objectif d'exposition sonore maximale en façade (Obj) par son équivalent à l'intérieur du logement. L'isolement requis ($D_{nT,A,lr}$) est déterminé conformément à l'arrêté du 5 mai 1995 par la relation suivante :

$$D_{nT,A,lr} = L_{Aeq} - Obj + 25 \text{ dB (avec } D_{nT,A,lr} \geq 30 \text{ dB)}$$

avec :

- L_{Aeq} : contribution sonore de l'infrastructure ;
- Obj : contribution sonore maximale admissible.

Cet isolement est déterminé pour une durée de réverbération égale à 0,5 seconde. Ce calcul sera effectué s'il y a lieu pour les deux périodes, et la valeur d'isolement la plus élevée sera retenue.

Quand l'application de cette règle conduit à procéder effectivement à des travaux d'isolation de façade, l'isolement résultant ne devra pas être inférieur à 30 dB.

Pour les locaux d'habitation, la valeur de cet isolement devra être respectée dans les pièces principales et les cuisines.

ANNEXE F - 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 :

- $60 \text{ dB} + 60 \text{ dB} = 63 \text{ dBA}$;
- $60 \text{ dB} + 50 \text{ dB} \approx 60 \text{ dBA}$.



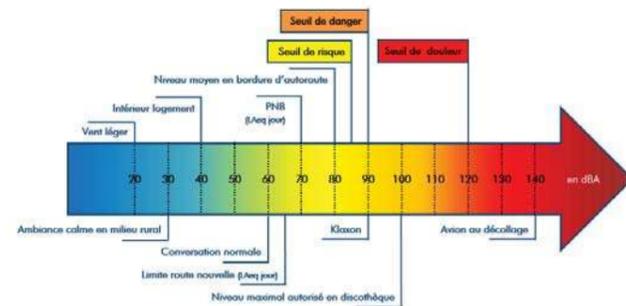
Décibel pondéré A (dBA)

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. À 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 $L_{eq,T}$

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 L_{eq} court). Le niveau global équivalent se note $L_{eq,T}$, il s'exprime en dB.

Lorsque les niveaux sont pondérés selon la pondération A, on obtient un indicateur noté $L_{Aeq,T}$.

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.

Émergence 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'événements perturbateurs et non représentatifs.