

LUXTRAM TRONÇON K2

Étude des incidences acoustiques

Client	Luxplan s.a. 85-87 Parc d'activités L-8303 Capellen
Coordination	Simon-Christiansen & Associés
Votre réf.	E2_B_K2_tramway_étude
Commande	Offre signée du 22-11-2021
Référence	K4751/R05B
Date	27-10-2022
Rédigé par	Wouter Beeterens
Vérifié par	Bert Stallaert
Approuvé par	Tom Vanhonacker
Agrément	OA/2021/010

Signature



dr. ir. Bert Stallaert

CONTRÔLE DE RÉVISION

Issu	Date	Description
Original	31-03-2022	1 ^{re} diffusion
A	19-10-2022	Mesures de mitigation – phase chantier
B	27-10-2022	Modifications après remarques

La version présente remplace et annule la précédente.

DISTRIBUTION

n°	Entreprise	Nom
1	Simon Christiansen	Carine Kolber
2	Luxplan	Josephine Klein

TABLE DES MATIÈRES

0	Introduction.....	1
1	Description des zones étudiées.....	2
2	Cadre légal et réglementation.....	4
3	Établissement de l'environnement sonore existant / état des lieux acoustique actuel	5
3.1	Campagne de mesure	5
3.2	Cartes de bruit stratégiques	11
4	Détermination des incidences du projet	13
4.1	Méthodologie	13
4.2	Modélisation 3D IMMI 2021	14
4.3	Calcul des incidences.....	14
4.4	Effet cumulatif ligne existante Avenue J.F. Kennedy.....	19
5	Phase chantier	22
5.1	Méthodologie	22
5.2	Sources	22
5.3	Critères.....	23
5.4	Phasage.....	25
5.5	Récepteurs	25
5.6	Scénarios à étudier.....	25
5.6.1	Scénario 1 – terrassement superficiel.....	26
5.6.2	Scénario 2 – terrassement dans la roche	26
5.6.3	Scénario 3 – terrassement superficiel ponctuel	27
5.6.4	Scénario 4 – terrassement dans la roche ponctuel.....	27
5.6.5	Scénario 5 – travaux de bétonnage et d'aménagement général.....	28
5.6.6	Scénario 6 – forage des micropieux	28
5.7	Bilan des différents impacts.....	29
5.7.1	Actions d'isolation dans le projet de base	29

5.7.2 Impact acoustique	29
6 Conclusions	47
Annexe A – Détails de mesures acoustiques	
Annexe B – Futurs niveaux maximaux devant les bâtiments	
Annexe C – Cartes de bruit calculés	
Annexe D – Cartes de bruit calculés – phase chantier	

0 INTRODUCTION

Ce rapport présente les résultats de l'étude des incidences acoustiques sur l'environnement humain dans le cadre du projet du tramway, première section du tronçon « K2 ».

Cette étude a pour but d'évaluer les niveaux acoustiques générés par le tram dans les immeubles situés le long des nouveaux tronçons de tram à Luxembourg après l'installation des voies de tramway. Un modèle 3D acoustique des tronçons a été établi avec le logiciel IMMI pour cette évaluation. Le cas échéant, des mesures d'atténuation sont proposées.

Le tronçon K2 est une extension à concevoir au niveau du tronçon A de la ligne existante entre l'arrêt Pfaffenthal et l'arrêt Luxexpo ou bien le CRM existant.

La méthodologie de cette étude suit les considérations de la guide « *Approche systématique de la réalisation des études acoustiques sur l'environnement humain* » de décembre 2018.

Le rapport est structuré comme suit : le chapitre 1 décrit les zones étudiées ; le chapitre 2 présente le cadre normatif. Le chapitre 3 décrit l'établissement de l'environnement sonore existant et l'état des lieux acoustique actuel. Le chapitre 4 présente la détermination des incidences du projet ; le chapitre 5 décrit la phase chantier. Finalement, le chapitre 6 donne la conclusion

1 DESCRIPTION DES ZONES ÉTUDIÉES

La section 1 du tronçon K2 (K2A) commence à la bifurcation de l'avenue John F. Kennedy pour emprunter le boulevard Konrad Adenauer jusqu'à environ 200 m après la station Laangfur.

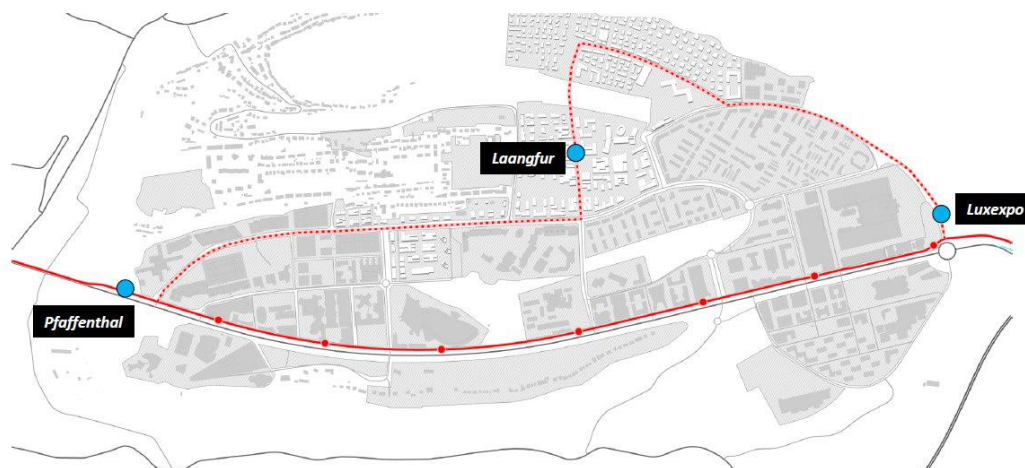


Figure 1.1 Localisation du tronçon K2 (entre Pfaffenthal et Laangfur)

La figure Figure 1.2 montre le plan d'aménagement général « PAG » de Kirchberg où le tronçon K2 sera construit. Le tronçon étudié est montré en bleu clair.

Le long du tracé, il y a plusieurs zones définies par le PAG :

- la zone mixte SPEC-MIX-cen en orange,
- la zone mixte MIX-u en rouge, et
- la zone résidentielle HAB-2 en beige.

Entre l'arrêt Pfaffenthal et Pont Joseph Bech, la zone se compose principalement des bâtiments administratifs. Entre Pont Joseph Bech et rue Érasme, il y a une zone mixte urbaine du côté nord du boulevard Konrad Adenauer. À partir de la rue Érasme, une zone d'habitation (HAB-2) commence d'un côté et une zone mixte (SPEC-MIX-cen) de l'autre côté du boulevard. Dans cette zone mixte se situent quelques écoles (école Européenne secondaire, école Européenne Luxembourg). Au niveau du parking existant (Parking Boulevard Konrad Adenauer), les voies tournent à gauche vers Laangfur, une zone d'habitation (HAB-2) où sera construit le nouveau centre de Kirchberg.

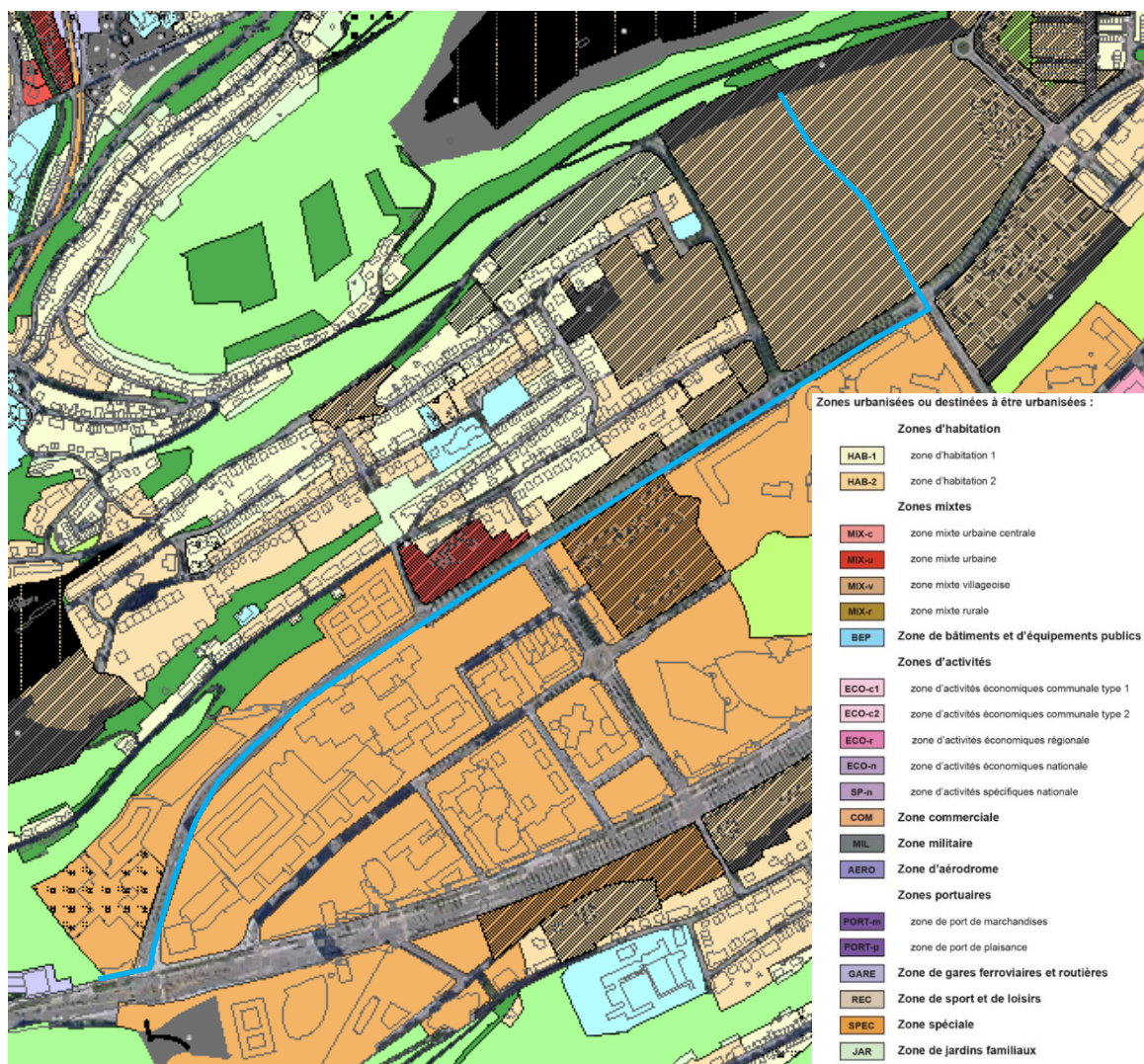


Figure 1.2 Plan d'aménagement général de la zone concernée – Luxembourg Kirchberg

2 CADRE LÉGAL ET RÉGLEMENTATION

Au Luxembourg, il n'existe actuellement aucun texte réglementaire visant l'impact sonore admissible des infrastructures routières et ferroviaires concernant les niveaux de bruit à respecter. À défaut d'une réglementation nationale, les études d'incidences réalisées au Luxembourg s'orientent sur la réglementation allemande « 16. BIm Sch V. ». Celle-ci définit non seulement des valeurs limites à ne pas dépasser dans les alentours immédiats, mais aussi les méthodes à utiliser pour caractériser les niveaux acoustiques.

Les indicateurs à utiliser dans les EIE sont établis sur la base des L_{Tag} et L_{nacht} , le tableau 2.1 ci-après résume les seuils à appliquer à ces indicateurs.

Zone	Description	Jour (06h00-22h00)	Nuit (22h00-06h00)
		[dB(A)]	
1	Hôpitaux, écoles, maisons de cures et séniories	57	47
2	Zones résidentielles pures et générales, petites agglomérations	59	49
3	Zones centre-ville, zones villageoises et mixtes	64	54
4	Zones d'activités	69	59

Tableau 2.1 [Seuils recommandés suivant la zone](#)

Comme il n'existe pas de lien direct entre les zones définies dans le tableau 2.1 et les PAG, l'attribution des zones se fait en tenant compte de la qualité de l'environnement sonore existant.

En ce qui concerne la réglementation à observer lors de la mission :

- la loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement ;
- les règles d'urbanisme applicables (PAG de la Ville de Luxembourg) ;
- le règlement grand-ducal du 13 février 1979 concernant le niveau de bruit dans les alentours immédiats des établissements et des chantiers.

3 ÉTABLISSEMENT DE L'ENVIRONNEMENT SONORE EXISTANT / ÉTAT DES LIEUX ACOUSTIQUE ACTUEL

3.1 CAMPAGNE DE MESURE

Une campagne de mesure a été effectuée dans 3 points dans la zone concernée, afin de déterminer l'état des lieux acoustique. Les points de mesure ont été choisis principalement le long du Boulevard Konrad Adenauer et sont montrés dans la figure 3.1. Des photos sont données dans les figures 3.2 à 3.4.

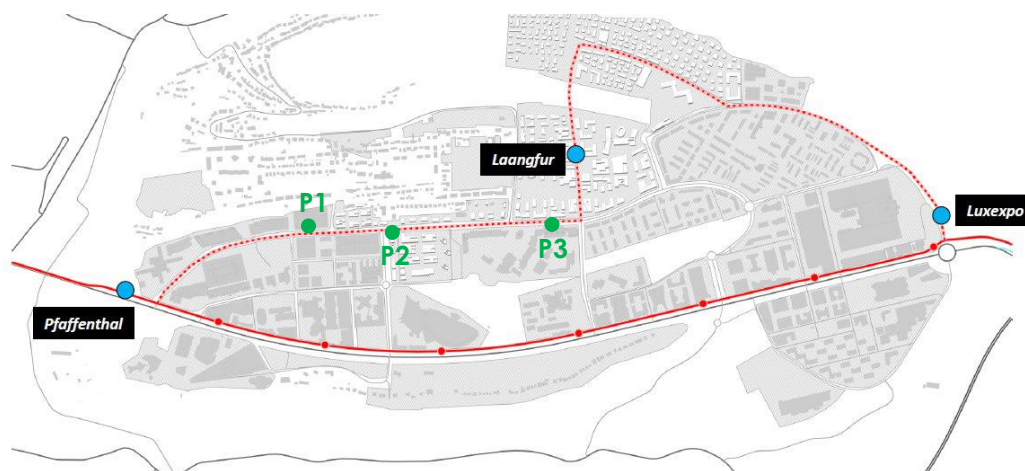


Figure 3.1 Localisation des points de mesures acoustiques P1, P2 et P3

Les mesures ont été effectuées selon les exigences de la guide avec des sonomètres dûment calibrés (conforme au manuel de qualité de D2S International) du type CESVA et NTL, et ceci dans la période entre mardi 14-12-2021 et mercredi 22-12-2021 pour les points de mesure P1 et P3. Dans le point P2, la mesure a été terminée le 29-12-2021. Vu la cohérence des mesures pendant les autres jours, le manque de ce jour n'a pas rendu invalide la mesure.

Les points de mesure ont été placés à une hauteur de minimum 4 mètres et à une distance de 2 mètres devant les façades. Dans chaque point de mesure, c'est surtout le trafic du Boulevard Konrad Adenauer qui représente la plupart du bruit.

Le point P1 se trouve à côté d'un arrêt de bus et est aussi entouré de plusieurs chantiers, mais bien à une grande distance.

Le point P2 se trouve devant un nouveau bâtiment administratif. Ce point se trouve le plus proche de la rue et du carrefour avec la rue Érasme qui forme le plus grand lien avec l'avenue John F. Kennedy.

Le point P3 se trouve plus loin dans le Boulevard Konrad Adenauer, dans une zone qui apparaît un peu plus calme. Le point de mesure se trouve sur la propriété de l'école européenne secondaire. Le point a été installé derrière un mur d'environ 2.5 mètres de hauteur. Dans ce point, la hauteur du microphone est de 6 mètres, pour ne pas avoir d'influence du mur sur le bruit incident venant du Boulevard Konrad Adenauer.

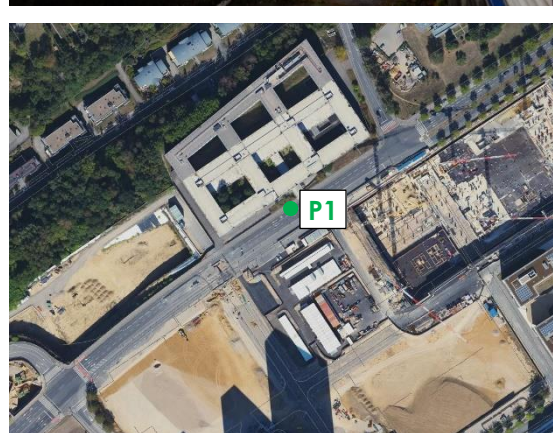
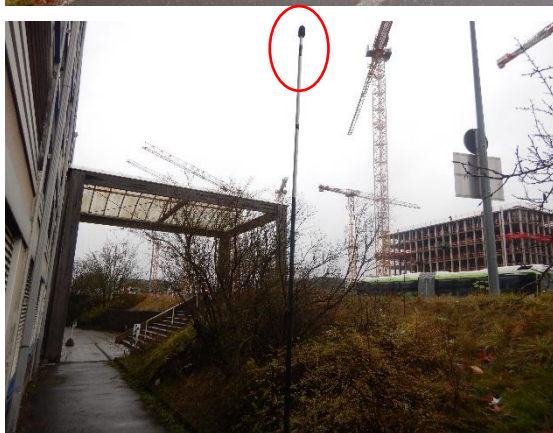


Figure 3.2 Point de mesure acoustique P1 – Boulevard Konrad Adenauer



Figure 3.3 Point de mesure acoustique P2 – Boulevard Konrad Adenauer / Rue Érasme



Figure 3.4 Point de mesure acoustique P3 – École Européenne Luxembourg (secondaire)

Les résultats de ces mesures sont présentés dans les tableaux montrés dans l'annexe A. Les niveaux équivalents $L_{A\acute{e}q(1\text{heure})}$, le SEL (Sound Exposure Level en dB(A)) et les intervalles de 5, 10, 50, 90, 95 et 99 pourcents y sont donnés. Les intervalles donnent les niveaux acoustiques en dB(A) atteints pendant le pourcentage de temps correspondant à la période de mesure (1 heure). Dans ces tableaux, la période de nuit est indiquée en gris. Les niveaux $L_{\acute{e}q}$ sont utilisés pour calculer les niveaux $L_{\text{Jour}} (06\text{h}00-22\text{h}00)$ et $L_{\text{Nuit}} (22\text{h}00-06\text{h}00)$. Ces niveaux se trouvent dans le tableau suivant (en dB(A)) et sont utilisés pour caractériser l'ambiance sonore préexistante. Il est constaté que, dans tous les points de mesure, le niveau moyen de jour se situe autour de 64 dB(A) et le niveau moyen de nuit autour de

56-58 dB(A). Ces niveaux correspondent aux niveaux d'une zone 3 (cf. tableau 2.1). Plus proche du carrefour Boulevard Konrad Adenauer / Av. John F. Kennedy, l'impact de l'Avenue John F. Kennedy augmentera, un effet qu'on voit clairement sur les cartes de bruit stratégiques (cf. chapitre 3.2).

Date	Période	P1 [dB(A)]	P2 [dB(A)]	P3 [dB(A)]
	L _{Nuit} (22h00-06h00)	57.6	59.1	55.5
15/12/2021	L _{Jour} (06h00-22h00)	68.9	70.2	67.3
	L _{Nuit} (22h00-06h00)	57.0	58.1	55.3
16/12/2021	L _{Jour} (06h00-22h00)	68.7	70.5	67.0
	L _{Nuit} (22h00-06h00)	56.9	58.0	55.4
17/12/2021	L _{Jour} (06h00-22h00)	68.1	69.6	67.2
	L _{Nuit} (22h00-06h00)	57.7	58.9	57.0
18/12/2021	L _{Jour} (06h00-22h00)	65.1	66.4	65.1
	L _{Nuit} (22h00-06h00)	56.1	58.6	56.1
19/12/2021	L _{Jour} (06h00-22h00)	64.2	64.7	63.2
	L _{Nuit} (22h00-06h00)	55.9	57.2	55.4
20/12/2021	L _{Jour} (06h00-22h00)	65.9	61.8	65.9
	L _{Nuit} (22h00-06h00)	55.6		54.9
21/12/2021	L _{Jour} (06h00-22h00)	66.8		66.1
	L _{Nuit} (22h00-06h00)	56.5		55.3
	L _{Jour} (06h00-22h00) moyen	63.8	64.2	63.0
	L _{Nuit} (22h00-06h00) moyen	56.6	58.3	55.6

Tableau 3.1 Ambiance sonore préexistante L_{Jour} (06h00-22h00) et L_{Nuit} (22h00-06h00)

Le tableau 3.2 montre aussi les valeurs des indices de bruit prescrits au niveau européen par la directive 2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement ; l'indice L_{den} et l'indice L_{night}.

L_{den} est un indice de bruit moyen, représentatif pour une journée moyenne de 24 heures, pour lequel la soirée est pénalisée de 5 dB(A) et la période de nuit est pénalisée de 10 dB(A). La formule pour le calcul de la valeur L_{den} est donnée ci-dessous.

$$L_{den} = 10 \cdot 10^{\log \frac{12 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}}}{24}}$$

L_{night} est un indice de bruit moyen, représentatif pour une nuit moyenne de 8 heures. Dans ce contexte, les périodes jour, soirée et nuit ont été fixées comme suit :

- Day (07h00 – 19h00) ;
- Evening (19h00 – 23h00) ;
- Night (23h00 – 07h00).

Date	Période	P1 [dB(A)]	P2 [dB(A)]	P3 [dB(A)]
14/12/2022	D _(07h00-19h00)	66.1	67.7	64.9
14/12/2022	E _(19h00-23h00)	62.8	63.6	61.0
14-15/12/2022	N _(23h00-07h00)	58.9	60.9	57.0
	DEN	67.5	69.1	65.9
15/12/2022	D _(07h00-19h00)	66.4	67.7	64.9
15/12/2022	E _(19h00-23h00)	62.7	63.6	61.0
15-16/12/2022	N _(23h00-07h00)	58.2	59.3	56.4
	DEN	67.3	68.5	65.6
16/12/2021	D _(07h00-19h00)	66.2	68.2	64.6
16/12/2021	E _(19h00-23h00)	62.6	63.8	61.2
16-17/12/2021	N _(23h00-07h00)	58.1	59.4	56.7
	DEN	67.2	68.7	65.7
17/12/2022	D _(07h00-19h00)	65.5	67.1	64.7
17/12/2022	E _(19h00-23h00)	62.5	63.9	61.7
17-18/12/2021	N _(23h00-07h00)	57.1	58.7	56.5
	DEN	66.5	68.0	65.7
18/12/2022	D _(07h00-19h00)	62.6	63.8	62.7
18/12/2022	E _(19h00-23h00)	59.6	62.0	60.0
18-19/12/2021	N _(23h00-07h00)	55.6	57.9	55.4
	DEN	64.2	66.1	64.2
19/12/2022	D _(07h00-19h00)	61.7	62.1	60.7
19/12/2022	E _(19h00-23h00)	59.6	60.3	58.6
19-20/12/2021	N _(23h00-07h00)	56.9	58.6	56.1
	DEN	64.6	65.8	63.7
20/12/2022	D _(07h00-19h00)	63.4	65.6	63.4
20/12/2022	E _(19h00-23h00)	60.3		60.5
20-21/12/2021	N _(23h00-07h00)	56.7		55.5
	DEN	65.1		64.6
21/12/2022	D _(07h00-19h00)	64.1		63.6
21/12/2022	E _(19h00-23h00)	62.2		60.9
21-22/12/2021	N _(23h00-07h00)	57.3		55.8
	DEN	66.0		64.9
22/12/2022	D _(07h00-19h00)	64.7		63.5

Tableau 3.2 Ambiance sonore préexistante L_D (07h00-19h00), L_E (19h00-23h00), L_N (23h00-07h00) et L_{DEN}

3.2 CARTES DE BRUIT STRATÉGIQUES

À titre informatif, les cartes de bruit stratégiques de Kirchberg sont montrées ci-dessous. Les observations des cartes sont cohérentes avec les mesures ; des niveaux entre environ 60 et 65 dB pendant le jour et autour de 55 dB(A) pendant la nuit. Ceci confirme que la source de bruit principale est le trafic routier.

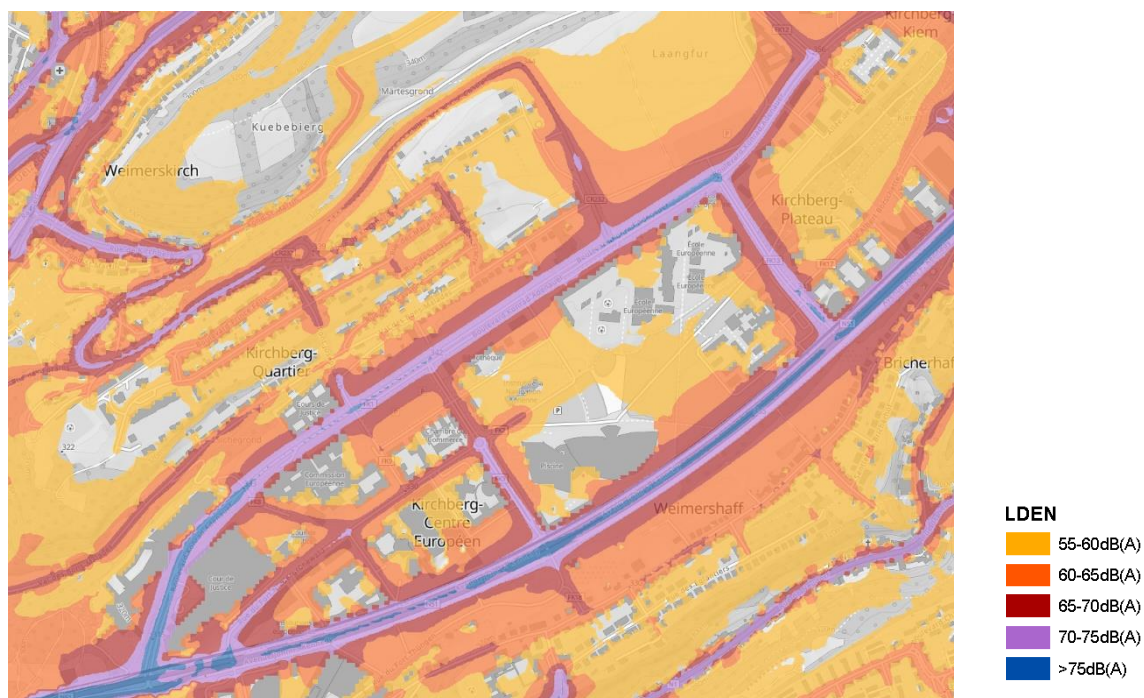


Figure 3.5 Routes principales 2016, LDEN

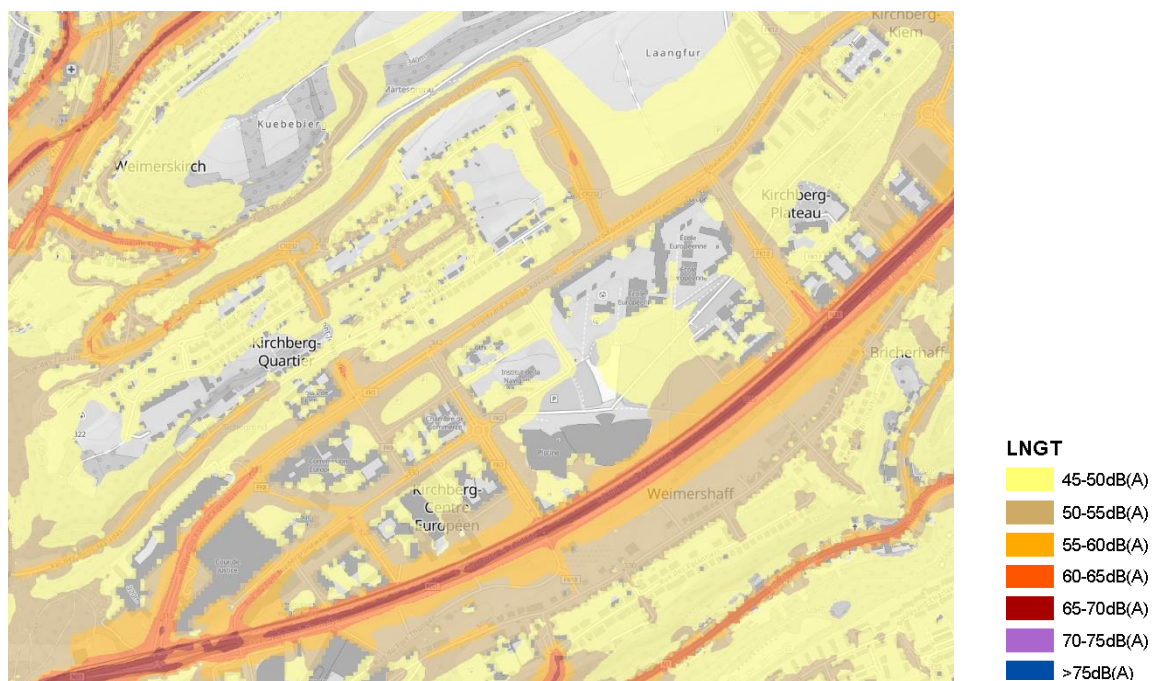


Figure 3.6 Routes principales 2016, LNGT

4 DÉTERMINATION DES INCIDENCES DU PROJET

4.1 MÉTHODOLOGIE

La méthodologie suit les considérations de la guide « *Approche systématique de la réalisation des études acoustiques sur l'environnement humain* » de décembre 2018.

Afin de d'évaluer les incidences du projet, l'approche suivante a été adoptée.

Le bruit spécifique du tramway dans la situation future a été calculé et comparé avec l'état actuel, sur la base des mesures de l'état actuel, combiné avec les données disponibles, comme la cartographie de bruit (année de référence 2016).

Les niveaux maximaux au niveau des bâtiments existants et futurs ont été calculés et comparés aux limites applicables.

Les résultats des mesures de l'environnement sonore existant ont démontré que les niveaux de bruit actuels correspondent avec les niveaux d'une zone 3. Plus proche du carrefour Boulevard Konrad Adenauer / Av. John F. Kennedy, l'impact du trafic sur l'Avenue John F. Kennedy augmente, un effet qu'on voit sur les cartes de bruit stratégiques. Dans la zone PAP Laangfur, des mesures de l'environnement sonore existant ne sont pas possibles. Le PAP prévoit des commerces et des zones d'habitation. Aussi bien le long du Boulevard Konrad Adenauer que dans la zone PAP Laangfur, des zones résidentielles pures ont été remarquées dans le plan PAG (figure Figure 1.2).

Pour les raisons mentionnées ci-dessus, la zone du Boulevard Konrad Adenauer sera principalement évaluée comme une zone 3. Pour certaines zones le long du Boulevard Adenauer et dans la zone PAP Laangfur, une évaluation additionnelle sera effectuée comme une zone 2.

Zone	Description	Jour [dB(A)]	Nuit [dB(A)]
1	Hôpitaux, écoles, maisons de cures et séniories	57	47
2	Zones résidentielles pures et générales, petites agglomérations	59	49
3	Zones centre-ville, zones villageoises et mixtes	64	54
4	Zones d'activités	69	59

Tableau 4.1 Seuils recommandés suivant la zone

4.2 MODÉLISATION 3D IMMI 2021

Les calculs sont effectués sur la base d'une maquette 3D des infrastructures et de l'environnement.

Les bâtiments existants ont été repris du Géoportail Luxembourgeois (portail du cadastre et de la topographie). Les bâtiments futurs ou en cours de construction ont été modélisés sur la base des données fournies :

- 1Q-Europeen-3d.dwg
- 20211923_XREF_PAP_LAANGFUR_LAK_PAP_001_exp.dwg

L'emplacement des voies de tram de tramway a été repris des plans :

- Plan DWG K2: APS-2207E-K2A-ARC-T5120-PIM-000312-A.dwg

La figure 4.1 montre le modèle 3D en IMMI.

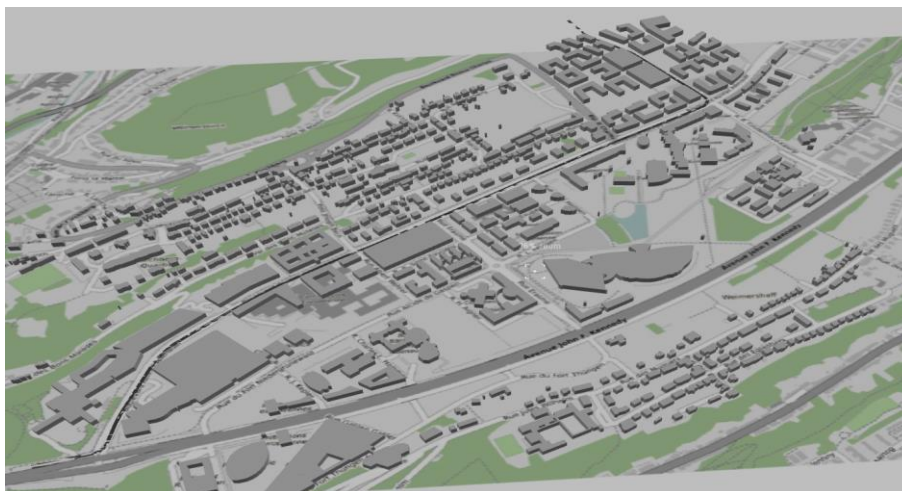


Figure 4.1 IMMI 2021 – modélisation 3D de la zone Kirchberg / K2

4.3 CALCUL DES INCIDENCES

Les calculs sont effectués avec le logiciel IMMI 2021, suivant les prescriptions de la « *Sechzehnte Verordnung Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV)* », référant les méthodes de calcul RLS-90 pour les routes (voitures, poids lourds et bus) et SCHALL-03 pour les tramways.

Les calculs sont effectués comme suit :

- Le modèle acoustique 3D modélise toute la zone concernée par le projet et son environnement, y compris les bâtiments.
- Les données de la ligne de tram (fréquence de passage, revêtement, matériel roulant, ...) sont intégrées dans le modèle.
 - Le tableau 4.2 donne les horaires des fréquences de passage des trams sur la ligne K2. Les fréquences maximales ont été considérées pour les deux périodes :

- 10 véhicules / heure pendant le jour (fréquence = 6 minutes) ;
- 6 véhicules / heure pendant la nuit (fréquence = 10 minutes).
- Les revêtements des voies ont été introduits selon le document « APS_2207E_K2_ARC_T5120_PSY_000312_C.pdf ».
- Le matériel roulant est du type CAF/URBOS. La méthode de modélisation des sources permet d'introduire des trams à plancher surbaissé avec 10 essieux de la catégorie « cat021-1 Niederflur-Fz » de la bibliothèque « Schall 03 ».
- Le profil de vitesse entre Pfaffenthal et Laangfur (figure 4.2)
- Des corrections pour le bruit du tram dans des courbes à faible rayon ont été appliquées. Il s'agit des corrections jusqu'à 4 dB(A) pour les courbes avec un rayon < 200 m.
- Les calculs sont effectués de façon détaillée à chaque façade de tous les bâtiments sur la première ligne de construction.
- Des tableaux ont été créés (annexe B) avec les niveaux maximaux calculés au niveau des bâtiments existants et futurs. 48 bâtiments le long du tracé ont été nommés (1 à 48). Pour chaque bâtiment, le niveau a été calculé à trois hauteurs (1.5 m, 4.5 m et 7.5 m) et, si nécessaire, à plusieurs endroits / façades. Les niveaux calculés sont donnés pour les deux périodes « Jour » et « Nuit » ainsi que les limites applicables. En cas de dépassement des limites de la réglementation allemande « 16. BIm Sch V. », la valeur calculée est montrée en orange. Une deuxième analyse est effectuée en tenant compte de la qualité de l'environnement sonore existant.
- À titre de représentation graphique, des cartes de bruit sont établies (annexe C), avec un maillage de 10x10 m et à une hauteur de 4 m par rapport au sol. Cette hauteur correspond à la hauteur décrite dans la directive européenne 2002/49/CE.
- Pour les points de calcul, l'ordre de réflexion N=5 a été considéré. Pour les cartes de bruit, l'ordre de réflexion N=3 a été considéré.

Jour	Période		Fréquence [minutes]
	Début	Fin	
Du lundi au vendredi (ou samedi et jours fériés lors d'évènements particuliers)	04h30	06h30	10
	06h30	09h30	6
	09h30	16h00	8
	16h00	19h30	6
	19h30	21h00	10
	21h00	00h30	15
Samedi	04h30	08h00	15
	08h00	19h00	8
	19h00	01h30	15
Dimanche et jours fériés	06h00	00h00	15

Tableau 4.2 Tableau horaire des fréquences de passage des trams sur la ligne K2

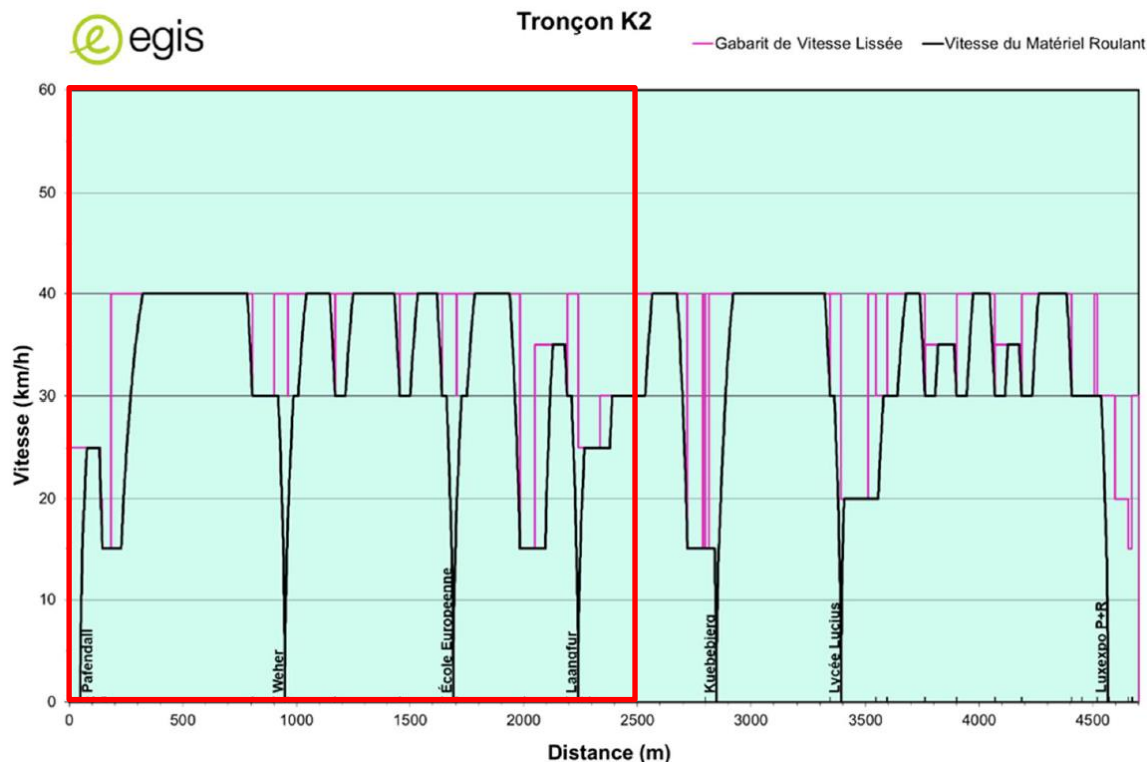


Figure 4.2 Diagramme des vitesses de Pfaffenthal à Luxexpo P+R

Pour chaque bâtiment le long du nouveau tronçon, le niveau maximal a été calculé au niveau des façades. La numérotation des bâtiments est donnée dans les figures dans l'annexe B. Le tableau 4.3 montre ces niveaux prédits pour les deux périodes « Jour » et « Nuit », ainsi que les limites applicables. On remarque que les bâtiments 27 à 30 sont des écoles, et donc les limites pour des écoles ont été utilisées. Dans certains points, l'évaluation est effectuée en considérant une zone 3 et une zone 2. Dans ce cas, les colonnes correspondantes « Limites zone 3 » et/ou « Limites zone 2 » sont remplies. En cas de dépassement, la valeur limite correspondante est indiquée en rouge.

Pendant la période de jour, les niveaux prédits sont conformes aux limites, pour toutes les zones considérées. Toutefois, pendant la période de nuit, les niveaux prédits dépassent les limites dans beaucoup de points. Les limites d'une zone 2 sont dépassées dans tous les points d'évaluation, sauf 2. Les limites d'une zone 3 sont dépassées dans plusieurs points, mais les dépassements sont généralement faibles (max 1.7 dB dans le point 6). Il y a lieu de noter que les calculs pendant la période de nuit considèrent la fréquence de passages maximale de 6 trams par heure, bien que cette fréquence ne soit pas d'application pendant toute la nuit.

Bâtiment	Niveaux prédits		Limites zone 1		Limites zone 2		Limites zone 3	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
01	52.7	50.5	/	/	/	/	64	54
02	55.5	53.2	/	/	/	/	64	54

Bâtiment	Niveaux prédits		Limites zone 1		Limites zone 2		Limites zone 3	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
03	52.3	50.1	/	/	/	/	64	54
04	54.6	52.4	/	/	/	/	64	54
05	54.2	52.0	/	/	/	/	64	54
06	58.0	55.7	/	/	/	/	64	54
07	54.4	52.2	/	/	/	/	64	54
08	56.1	53.9	/	/	/	/	64	54
09	54.4	52.2	/	/	59	49	64	54
10	52.5	50.3	/	/	59	49	64	54
11	53.6	51.4	/	/	59	49	64	54
12	53.4	51.1	/	/	59	49	64	54
13	52.9	50.7	/	/	59	49	64	54
14	52.9	50.7	/	/	59	49	64	54
15	53.7	51.4	/	/	59	49	64	54
16	51.5	49.3	/	/	59	49	64	54
17	49.0	46.8	/	/	59	49	64	54
18	52.1	49.9	/	/	59	49	64	54
19	51.0	48.8	/	/	59	49	64	54
20	51.2	48.9	/	/	59	49	64	54
21	52.1	49.9	/	/	59	49	64	54
22	53.4	51.2	/	/	59	49	64	54
23	53.9	51.7	/	/	59	49	64	54
24	53.3	51.1	/	/	59	49	64	54
25	53.2	51.0	/	/	59	49	64	54
26	49.4	47.2	/	/	59	49	64	54
27	53.2	51.0	57	47	/	/	/	/
28	51.9	49.7	57	47	/	/	/	/
29	52.1	49.8	57	47	/	/	/	/
30	52.7	50.5	57	47	/	/	/	/
31	49.0	46.8	/	/	59	49	64	54
32	49.6	47.4	/	/	59	49	64	54
33	52.2	50.0	/	/	59	49	64	54
34	52.1	49.8	/	/	59	49	64	54

Bâtiment	Niveaux prédits		Limites zone 1		Limites zone 2		Limites zone 3	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
35	54.5	52.3	/	/	59	49	64	54
36	54.8	52.5	/	/	59	49	64	54
37	52.4	50.2	/	/	59	49	64	54
38	52.5	50.2	/	/	59	49	64	54
39	52.7	50.5	/	/	59	49	64	54
40	55.7	53.5	/	/	59	49	64	54
41	54.7	52.5	/	/	59	49	64	54
42	55.5	53.3	/	/	59	49	64	54
43	56.8	54.6	/	/	59	49	64	54
44	55.1	52.9	/	/	59	49	64	54
45	46.7	44.5	/	/	59	49	64	54
46	55.6	53.4	/	/	59	49	64	54
47	54.6	52.4	/	/	59	49	64	54
48	52.8	50.6	/	/	59	49	64	54
49	55.5	53.3	/	/	59	49	64	54

Tableau 4.3 Évaluation des niveaux maximaux calculés

4.4 MESURES DE MITIGATION

En considérant les limites d'une zone 3, des dépassements sont attendus pendant la période de nuit dans le point 6 (1.7 dB) et dans le point 44 (0.6 dB). Il y a lieu de noter que ce dépassement se produit seulement entre 5h00 et 6h00 du matin, quand la fréquence des passages des trams est 1 tram chaque 10 minutes.

Le point 6 se trouve près d'une halte. Le calcul a été effectué avec une vitesse de 30 km/h. Afin de diminuer le niveau de bruit du tram de 1.7 dB, la vitesse maximale du tram doit être réduite vers 20 km/h. Étant donné que le point se trouve près d'une halte, il est fort probable que la vitesse ne sera généralement pas supérieure à 20 km/h.

Le point 43 se trouve également près d'une halte. Le même argument est d'application pour ce point ; le dépassement de 0.6 dB ne se produira probablement pas à cause de la faible vitesse au niveau de la halte.

En considérant les limites d'une zone 2, des dépassements de la limite de 49 dB(A) sont attendus dans plusieurs points pendant la période de nuit. Il y a lieu de noter que la limite de 49 dB(A) a été nettement dépassé lors des mesures de l'état actuel. Dans la zone PAP Laangfur, des mesures de l'état actuel n'ont pas pu être effectuées.

Le dépassement maximal est de 5.6 dB dans le point 43, près de la halte dans la zone PAP Laangfur. Dans d'autres points, les dépassements sont généralement de l'ordre de 2-3 dB. Ces dépassements sont seulement attendus entre 5h00 et 6h00 du matin. Entre 22h00 et 0h00, la fréquence des trams est seulement 4 trams par heure, ce qui réduit les niveaux de 1.7 dB.

Comme la voie est principalement une voie avec végétation (sédum), ce qui apporte déjà une certaine absorption acoustique, proposer un autre type de voie ne constitue pas une solution. D'autres mesures, comme des écrans de bruit au niveau de la voie, ne constituent également pas de solution dans un environnement urbain.

Une réduction de la vitesse est envisageable. Toutefois, une réduction du niveau de bruit de 3 dB nécessite une réduction de vitesse d'environ 50%. Une réduction de 5.6 dB dans le point 43 nécessite une réduction de vitesse de plus de 75%, donc une vitesse de 8 km/h au lieu de 30 km/h.

4.5 EFFET CUMULATIF LIGNE EXISTANTE AVENUE J.F. KENNEDY

L'effet cumulatif des futurs voies du tronçon K2A avec les voies existantes de l'avenue J.F. Kennedy a été étudié.

Les voies de l'avenue J.F Kennedy ont été modélées comme suite :

- Les fréquences suivantes ont été utilisées (figure 4.3) :
 - 15 véhicules / heure pendant le jour (fréquence = 4 minutes) ;
 - 6 véhicules / heure pendant la nuit (fréquence = 10 minutes).
- Les revêtements des voies ont été introduits selon la situation actuelle.
- Le matériel roulant est du type CAF/URBOS. La méthode de modélisation des sources permet d'introduire des trams à plancher surbaissé avec 10 essieux de la catégorie « cat021-1 Niederflur-Fz » de la bibliothèque « Schall 03 ». Actuellement, les trams de la ligne existante sont d'une longueur de 45.4 m (7 modules, 8 essieux), mais pour anticiper sur la situation future, les calculs ont été faits avec des trams plus longs (9 modules, 56 m, 10 essieux).
- Les vitesses suivantes :
 - 25 km/h entre l'arrêt Pfaffenthal et le carrefour,
 - 30 km/h sur le carrefour,
 - 40 km/h sur la voie engazonnée direction Luxexpo.

HORAIRES ET FRÉQUENCES DE CIRCULATION DU TRAM			
« LUXEXPO » direction « LYCEE BOUNEWEG »		« LYCEE BOUNEWEG » direction « LUXEXPO »	
LUNDI A VENDREDI	Fréquence	LUNDI A VENDREDI	Fréquence
04h22* – 04h37	15 minutes	04:53* – 05h08	15 minutes
04h45 – 06h05	8 minutes	05h19 – 06h39	8 minutes
06h09 – 20h01	4 minutes	06h43 – 20h35	4 minutes
20h09 – 20h40	8 minutes	20h42 – 21h14	8 minutes
20h50 – 22h50	10 minutes	21h24 – 23h24	10 minutes
23h05 – 00h05**	15 minutes	23h36 – 00h39**	15 minutes

Figure 4.3 Fréquences de circulation du tram actuel - (source : <https://www.luxtram.lu/fr/la-ligne/horaires-et-frequences-de-circulation-du-tramway-2/>)

La figure 4.4 montre un détail du modèle acoustique où le nouveau tronçon sera raccordé avec la ligne existante. Pour l'évaluation de l'effet cumulatif des futurs voies du tronçon K2A avec les voies existantes de l'avenue J.F. Kennedy, les points d'évaluation A à G ont été choisis. Pour chaque point, le niveau a été calculé à trois hauteurs (1.5 m, 4.5 m et 7.5 m).

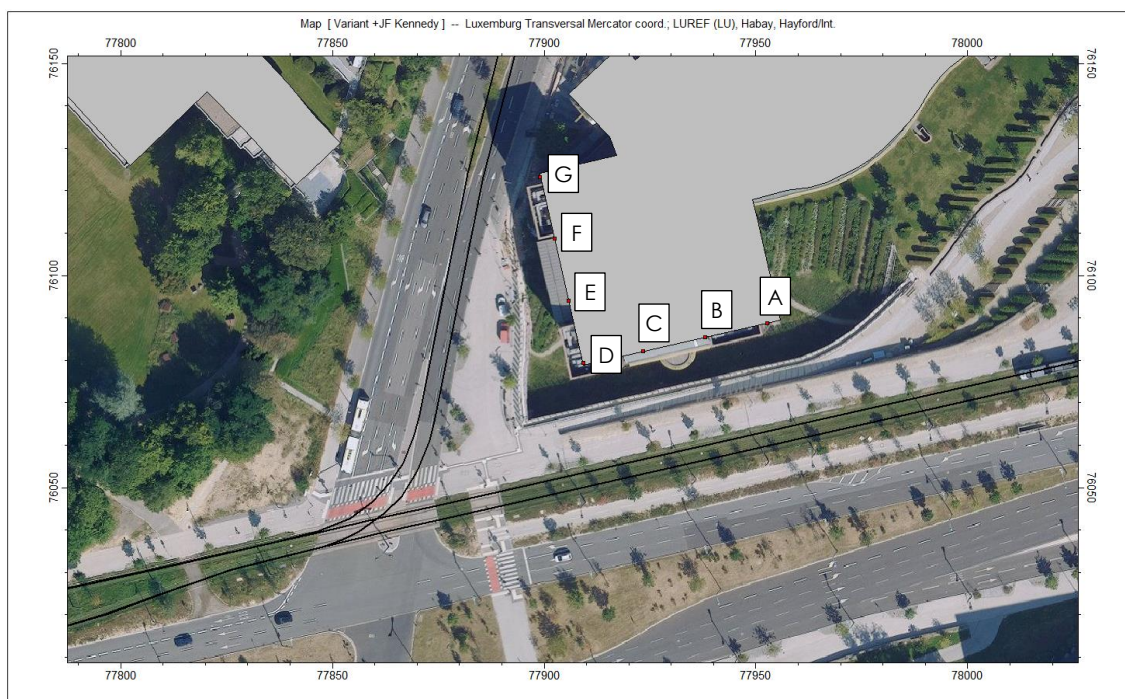


Figure 4.4 Modèle acoustique du carrefour Avenue J.F. Kennedy / Boulevard K. Adenauer

Le tableau 4.4 montre les niveaux maximaux calculés au niveau du bâtiment existant. Les niveaux calculés sont donnés pour les deux périodes « Jour » et « Nuit », ainsi que les limites applicables (zone 3). La colonne « Tronçon K2 » donne les résultats pour seulement la

nouvelle ligne. La colonne « Ligne existante » donne les résultats pour la ligne existante et finalement, la colonne « Effet cumulatif » donne le résultat pour les deux lignes cumulées.

En cas de dépassement des limites de la réglementation allemande « 16. BIm Sch V. », la valeur calculée est montrée en orange. Une deuxième analyse est effectuée en tenant compte de la qualité de l'environnement sonore existant.

Bâtiment / Point d'évaluation	Hauteur point d'immission	Niveaux prédits Tronçon K2		Niveaux prédits Ligne existante (J.F. Kennedy)		Niveaux prédits Effet cumulatif		Limites	
		[dB(A)]							
		Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
02 A	1.5 m	36.6	34.3	49.9	46.0	50.1	46.3	64.0	54.0
02 A	4.5 m	37.2	35.0	52.2	48.2	52.3	48.4	64.0	54.0
02 A	7.5 m	37.8	35.6	52.8	48.8	52.9	49.0	64.0	54.0
02 B	1.5 m	38.1	35.9	49.9	46.0	50.2	46.4	64.0	54.0
02 B	4.5 m	38.9	36.7	52.2	48.2	52.4	48.5	64.0	54.0
02 B	7.5 m	39.7	37.5	52.8	48.8	53.0	49.1	64.0	54.0
02 C	1.5 m	40.1	37.8	50.0	46.0	50.4	46.6	64.0	54.0
02 C	4.5 m	41.1	38.9	52.2	48.3	52.6	48.7	64.0	54.0
02 C	7.5 m	42.2	40.0	52.8	48.8	53.2	49.4	64.0	54.0
02 D	1.5 m	47.3	45.1	47.7	43.8	50.5	47.5	64.0	54.0
02 D	4.5 m	49.0	46.8	49.9	46.0	52.5	49.4	64.0	54.0
02 D	7.5 m	50.3	48.1	50.6	46.6	53.5	50.4	64.0	54.0
02 E	1.5 m	48.3	46.0	44.8	40.8	49.9	47.2	64.0	54.0
02 E	4.5 m	50.4	48.2	46.0	42.1	51.8	49.2	64.0	54.0
02 E	7.5 m	51.1	48.9	47.3	43.3	52.6	50.0	64.0	54.0
02 F	1.5 m	49.9	47.7	43.5	39.6	50.8	48.3	64.0	54.0
02 F	4.5 m	52.1	49.9	44.4	40.4	52.8	50.4	64.0	54.0
02 F	7.5 m	52.3	50.0	45.3	41.3	53.0	50.6	64.0	54.0
02 G	1.5 m	52.6	50.4	42.2	38.2	53.0	50.7	64.0	54.0
02 G	4.5 m	53.9	51.7	42.9	38.9	54.2	51.9	64.0	54.0
02 G	7.5 m	53.6	51.4	43.5	39.6	54.0	51.7	64.0	54.0

Tableau 4.4 Évaluation des niveaux maximaux calculés

Les niveaux de bruit attendus pendant la journée et la nuit ne dépassent pas les limites admissibles.

Des cartes de bruit de la zone concernée sont établies (annexe C), avec un maillage de 10x10 m et à une hauteur de 4 m par rapport au sol.

5 PHASE CHANTIER

Ce chapitre concerne la phase chantier de ce projet ; les incidences sonores des procédés de travail susceptibles d'être mis en œuvre seront qualifiés. Il ne s'agit pas d'une étude détaillée qui prend en compte le phasage détaillé du projet, mais plutôt une vue générale.

5.1 MÉTHODOLOGIE

La méthodologie est la même que celle de la phase exploitation et est basée sur une modélisation 3D par le logiciel IMMI.

La modélisation des sources et le modèle de propagation sont selon la norme ISO 9613.

5.2 SOURCES

Les puissances acoustiques des différentes sources sont reprises des documents suivants :

- réglementation CEE des compresseurs, camions et sources d'énergie, si existante, nommée : CEE ;
- pour les équipements spécifiques (perforatrice, éclateur de roche), on utilise des estimations basées sur la littérature : EST.

sources	origine	L _w [dBA]
générateur électricité (300 kVA)	CEE	100
chargeur	(1)	99
bulldozer	CEE	101
pelle mécanique	CEE	102
compresseur pour éclateur de roche hydraulique (Darda)	EST	102
grues	CEE	104
scie	EST	105
pelle hydraulique (300 kW)	CEE	105
pelle hydraulique (85 kW)	(2)	101
pompe de relevage	EST	65
groupe électrogène	EST	96
foreuse hydraulique	EST	108
camion malaxeur	EST	101
pompe (projetuse)	EST	105
pelle hydraulique équipée d'un ripper	EST	108
pelle hydraulique équipée d'un brise-roche	EST	116
camion	EST	105

Tableau 5.1

(1) Type Liebherr L509 ou équivalent

(2) Type Caterpillar 318 EL ou équivalent

5.3 CRITÈRES

Le classement des points d'immission en zones telles que définies à l'art. 3 du règlement grand-ducal du 13-02-1979 s'effectue sur plusieurs critères :

- zones délimitées dans le PAG (Plan d'Aménagement Général) ;
- nature du milieu d'habitat et usage des bâtiments représentés par les points d'immission ;
- trafic existant autour des points d'immission ;
- bruit industriel existant (industriel et des infrastructures de transport).

Actuellement, un planning détaillé des travaux n'est pas connu. Toutefois, selon le document « planning travaux K2_APS_2207C_K2_GEN_D4550_NOT_000996_A », la durée totale des travaux est estimée à 24 mois. Ceci inclut 3 stations, avec 3 mois de travail par station et la réalisation d'une sous-station, avec une durée estimée de 6 mois. Comme il s'agit d'un chantier linéaire, la durée d'exposition au bruit du chantier par point récepteur n'est pas égale à la durée totale du chantier et peut-être inférieure à une année calendaire. L'article 5 du Règlement Grand-ducal du 13 février 1979, concernant « le niveau de bruit dans les alentours immédiats des établissements et des chantiers » peut donc s'appliquer. Cette hypothèse doit être confirmée quand le planning détaillé est connu. Si la durée est entre 6 mois et 1 an, le niveau de bruit peut être dépassé de 10 dB.

Le tableau 5.2 montre les niveaux de bruit à ne pas dépasser, suivant les distinctions établies en fonction de la nature du milieu d'habitat.

Zone	Niveau de bruit [dB(A)]		Nature du milieu d'habitat
	jour	nuît	
I	45	35	hôpitaux, quartier de récréation
II	50	35	milieu rural, habitat calme, circulation faible
III	55	40	quartier urbain, majorité d'habitat, circulation faible
IV	60	45	quartier urbain avec quelques usines ou entreprises, circulation moyenne
V	65	50	centre ville (entreprises, commerces, bureaux, divertissements), circulation dense
VI	70	60	prédominance industrie lourde

Tableau 5.2 Niveaux de bruit admissibles

Points d'immission concernés	Zone Pfaffenthal – entrée PAP Laangfur	Zone PAP Laangfur
Description de la zone d'étude	<u>PAG</u>	<u>PAG</u>
	Zone mixte SPEC-MIX-cen Zone mixte MIX-u Zone résidentielle HAB-2	Zone résidentielle HAB-2
	<u>Nature du milieu d'habitat</u>	<u>Nature du milieu d'habitat</u>
	Ces points d'immission se situent au sein d'une zone agglomération et concernent des bâtiments administratifs et résidentiels	Ces points d'immission se situent au sein d'une zone agglomération et concernent des bâtiments résidentiels.
Bruit des infrastructures des transports	<u>Trafic routier</u>	<u>Trafic routier</u>
	Dense - Boulevard Konrad Adenauer	Moyen - PAP Laangfur
	LDEN [dB(A)]	LDEN [dB(A)]
	65-75	65-70
	LNGT [dB(A)]	LNGT [dB(A)]
	50-65	50-55
	<u>Trafic ferroviaire</u>	<u>Trafic ferroviaire</u>
	LDEN [dB(A)]	LDEN [dB(A)]
	non déterminé	non déterminé
	LNGT [dB(A)]	LNGT [dB(A)]
	non déterminé	non déterminé
	<u>Trafic aérien</u>	<u>Trafic aérien</u>
	LDEN [dB(A)]	LDEN [dB(A)]
	non déterminé	non déterminé
	LNGT [dB(A)]	LNGT [dB(A)]
	non déterminé	non déterminé
Justification	La zone d'étude concerne un quartier urbain avec des entreprises et une circulation dense. Le bruit issu du trafic routier à proximité de certains points d'immission est important.	La zone d'étude concerne un quartier urbain avec des futures habitations et une circulation moyenne.
Proposition de zone selon art. 3 du RGD 13-02-1979 ⁽¹⁾	Zone V : centre-ville (entreprises, commerces, bureaux, divertissements), circulation dense	Zone IV : quartier urbain avec quelques usines ou entreprises, circulation moyenne
Selon art. 5 du RGD 13-02-1979 ⁽¹⁾	Dépend du planning détaillé	Dépend du planning détaillé
Cumul de chantier	pas d'application	pas d'application
Niveaux de bruit à ne pas dépasser en dB(A) en période jour	65 dB(A)	60 dB(A)

Tableau 5.3 Prévisions des niveaux de bruits à respecter pour l'étude d'impact acoustique

(1) [Règlement grand-ducal du 13 février 1979 concernant le niveau de bruit dans les alentours immédiats des établissements et des chantiers.](#)

5.4 PHASAGE

Le phasage n'est actuellement pas connu en détail. Les étapes de construction sont les suivants ;

- Pour la section entre Pfaffenthal et l'entrée du PAP Laangfur, ce qui concerne un réaménagement entier de la voirie (de façade à façade)
 - 1) Terrassement en tranchée pour déplacement et pose de réseau
 - 2) Terrassement en masse pour les sous-stations de traction
 - 3) Terrassement pour les coffres de chaussées et des voies
 - 4) Travaux de bétonnage du local SST et de l'assise des voies
 - 5) Travaux de pose de réseaux
 - 6) Travaux de remblaiement des tranchées
 - 7) Travaux de coffre de chaussée
 - 8) Travaux de pose des voies
 - 9) Travaux de forage de micropieux
 - 10) Travaux de montage des mâts pour la ligne aérienne de contact
 - 11) Travaux de pose des finitions route et trottoirs
 - 12) Travaux de plantation
- Dans le périmètre du PAP Laangfur
 - 1) Terrassement en tranchée pour réalisation des multitubulaires et chambres tram en plateforme
 - 13) Travaux de pose des multitubulaires tram
 - 2) Terrassement en masse pour les sous-stations de traction
 - 4) Travaux de bétonnage du local SST et de l'assise des voies
 - 6) Travaux de remblaiement des tranchées
 - 8) Travaux de pose des voies
 - 9) Travaux de forage de micropieux
 - 10) Travaux de montage des mâts pour la ligne aérienne de contact
 - 11) Travaux de pose des finitions revêtement plateforme

Certains de ces étapes sont très similaires du point de vue acoustique, selon les engins qui sont susceptibles à être mis en œuvre. Pour cette raison, ils sont groupés en plusieurs scénarios, décrits dans le chapitre suivant.

5.5 RÉCEPTEURS

L'impact acoustique du chantier est calculé au niveau des façades des bâtiments. Les points d'évaluation sont les mêmes que ceux définis dans le chapitre 4.3.

5.6 SCÉNARIOS À ÉTUDIER

Lors de tous les scénarios, des hypothèses sont proposées concernant le type et le nombre d'engins à considérer, à défaut de données plus spécifiques.

Des sources fixes, comme des pompes et des groupes, ne sont pas considérées. Les incidences de ces sources dépendent fortement de leur positionnement exact, actuellement inconnu. Lors des travaux, il importe de les positionner à un endroit le plus éloigné des bâtiments.

5.6.1 Scénario 1 – terrassement superficiel

Ce scénario comprend des travaux de terrassement superficiel ; les premières couches de sol, qui ne nécessitent pas des engins spécifiques comme un ripper ou un brise-roche.

Étapes correspondantes

- 1) Terrassement en tranchée pour déplacement et pose de réseau
- 3) Terrassement pour les coffres de chaussées et des voies
- 6) Travaux de remblaiement des tranchées

Travaux

- Excavation et terrassement des couches de sol superficielles, à l'aide d'une pelle hydraulique
- Cette étape ne convient pas pour des sols de type 6 ou 7.
- Enlèvement du sol à l'aide de camions

Sources

- Pelle hydraulique
- Camions

5.6.2 Scénario 2 – terrassement dans la roche

Ce scénario comprend des travaux de terrassement dans les couches de type 7, ce qui nécessite des engins spécifiques comme un brise-roche.

Étapes correspondantes

- 1) Terrassement en tranchée pour déplacement et pose de réseau
- 3) Terrassement pour les coffres de chaussées et des voies
- 6) Travaux de remblaiement des tranchées

Travaux

- Excavation et terrassement des couches de sol type 7, à l'aide d'une pelle hydraulique munie d'un brise-roche
- Enlèvement du sol à l'aide de camions

Sources

- Pelle hydraulique munie d'un brise-roche

- Camions

5.6.3 Scénario 3 – terrassement superficiel ponctuel

Ce scénario comprend des travaux de terrassement superficiel ; les premières couches de sol, qui ne nécessitent pas des engins spécifiques comme un ripper ou un brise-roche.

Contrairement au scénario 1, il s'agit des travaux d'excavation ponctuels, dans un endroit bien spécifié.

Étapes correspondantes

- 2) Terrassement en masse pour les sous-stations de traction

Travaux

- Excavation et terrassement des couches de sol superficielles, à l'aide d'une pelle hydraulique
- Cette étape ne convient pas pour des sols de type 6 ou 7.
- Enlèvement du sol à l'aide de camions

Sources

- Pelle hydraulique
- Camions

5.6.4 Scénario 4 – terrassement dans la roche ponctuel

Ce scénario comprend des travaux de terrassement dans les couches de type 7, ce qui nécessite des engins spécifiques comme un brise-roche.

Contrairement au scénario 2, il s'agit des travaux d'excavation ponctuels, dans un endroit bien spécifié.

Étapes correspondantes

- 2) Terrassement en masse pour les sous-stations de traction

Travaux

- Excavation et terrassement des couches de sol type 7, à l'aide d'une pelle hydraulique munie d'un brise-roche
- Enlèvement du sol à l'aide de camions

Sources

- Pelle hydraulique munie d'un brise-roche
- Camions

5.6.5 Scénario 5 – travaux de bétonnage et d'aménagement général

Ce scénario comprend les étapes sans engins spécifiques avec un impact acoustique important. On assume l'utilisation d'une grue et des camions.

Étapes correspondantes

- 4) Travaux de bétonnage du local SST et de l'assise des voies
- 5) Travaux de pose de réseaux
- 7) Travaux de coffre de chaussée
- 8) Travaux de pose des voies
- 10) Travaux de montage des mâts pour la ligne aérienne de contact
- 11) Travaux de pose des finitions route et trottoirs
- 12) Travaux de plantation
- 13) Travaux de pose des multitubulaires tram

Travaux

- Pose des voies, des réseaux, ... finitions des routes et des trottoirs, ... toutes sortes de travaux d'aménagement généraux nécessitant des engins comme une grue et des camions.

Sources

- Grue
- Camions

5.6.6 Scénario 6 – forage des micropieux

Forage des micropieux pour le montage des mâts de la ligne aérienne de contact

Étapes correspondantes

- 9) Forage des micropieux

Travaux

- Forage des micropieux

Sources

- Foreuse

5.7 BILAN DES DIFFÉRENTS IMPACTS

5.7.1 Actions d'isolation dans le projet de base

Afin de minimiser les impacts acoustiques, le Maître d'Ouvrage est demandé d'intégrer les actions suivantes dans son projet :

- Travaux de jour : 07h00 – 19h00.
- Imposition d'utiliser des engins de démolition et d'excavation présentant des émissions conformes aux normes CEE et aux valeurs annoncées dans la présente étude ; des fiches techniques des engins seront à fournir préalablement à leur utilisation sur le chantier (niveaux acoustiques).

5.7.2 Impact acoustique

Ce paragraphe résume le contenu de chaque scénario et donne l'évaluation de l'impact acoustique par scénario. Pour chaque scénario, les hypothèses de calcul sont décrites.

Les figures correspondant aux différents scénarios sont données à l'annexe D.

5.7.2.1 Scénario 1 – terrassement superficiel

Ce scénario comprend des travaux de terrassement superficiel ; les premières couches de sol, qui ne nécessitent pas des engins spécifiques comme un ripper ou un brise-roche.

Étapes correspondantes

- 1) Terrassement en tranchée pour déplacement et pose de réseau
- 3) Terrassement pour les coffres de chaussées et des voies
- 6) Travaux de remblaiement des tranchées

Travaux

- Excavation et terrassement des couches de sol superficielles, à l'aide d'une pelle hydraulique
- Cette étape ne convient pas pour des sols de type 6 ou 7.
- Enlèvement du sol à l'aide de camions

Sources

- Pelle hydraulique ; 1 par zone de 100 m
- Camions ; 2 par heure, par zone de 100 m

Calcul de la pression acoustique maximale

Les engins peuvent se situer partout le long du futur tracé. Pour cette raison, les sources sont modélisées comme des sources linéiques.

Une pelle hydraulique par zone de 100 m est assumée, ainsi que 2 camions par heure par zone de 100 m.

Dans la zone du PAP Laangfur, la source linéique est modélisée au niveau de l'axe central entre les deux voies, donc au milieu de la zone du chantier.

Entre Pfaffenthal et l'entrée du PAP Laangfur, où le réaménagement est effectué de façade à façade, les engins ne restent pas dans le gabarit de la future voie et peuvent se rapprocher des façades des bâtiments. Pour cette raison, l'émission acoustique est doublée, ce qui correspond à une augmentation de 3 dB. L'augmentation de 3 dB correspond à un doublement du nombre d'engins ou d'une réduction de moitié de la distance entre la source et le récepteur.

Un taux de fonctionnement de 33% est assumé, donc un fonctionnement de 20 minutes par heure. Pour les camions, on assume que chaque camion reste stationnaire pendant 10 minutes par heure et que son émission acoustique stationnaire est la même que celle pendant les déplacements. Ceci constitue une hypothèse conservatrice.

source	quantité	L _w [dB(A)]	durée de fonctionnement [min/h]	type de source / dimension	L _{w, réel} [dB(A)]
pelle hydraulique	1	105	20	linéique	100.2
camion	2	105	10	linéique	100

Tableau 5.4 Scénario 1 – Sources

Le tableau ci-dessous montre les résultats des calculs. Il s'agit de la pression acoustique maximale (de tous les points de réception définis au niveau de la façade) auprès de chaque bâtiment riverain, et ceci pour l'heure la plus bruyante de la journée. La colonne « Limite (art. 5) » considère la limite pour un chantier durant entre 6 mois et 1 an si l'article 5 du RGD 13-02-1979 est d'application, ce qui dépend du planning détaillé. Les chiffres en rouge signifient des dépassements de la limite en considérant l'article 5. Les chiffres en orange signifient des dépassements de la limite en considérant que l'article 5 n'est pas d'application.

Bâtiment	Pression acoustique maximale	Mitigé	Limite	Limite (art. 5)
	[dB(A)]			
01	69.1	67.8	65	75
02	72.0	71.3	65	75
03	68.9	66.9	65	75
04	71.0	68.1	65	75
05	70.7	70.1	65	75
06	72.2	69.6	65	75
07	70.7	68.6	65	75
08	69.7	68.2	65	75
09	70.9	67.5	65	75

Bâtiment	Pression acoustique maximale	Mitigé	Limite	Limite (art. 5)
[dB(A)]				
10	67.3	61.5	65	75
11	69.8	67.4	65	75
12	69.9	67.4	65	75
13	69.4	67.0	65	75
14	69.3	66.6	65	75
15	69.1	66.7	65	75
16	66.2	63.1	65	75
17	65.4	62.2	65	75
18	68.7	69.0	65	75
19	67.8	65.6	65	75
20	67.7	65.8	65	75
21	68.7	69.2	65	75
22	68.4	68.9	65	75
23	69.8	66.5	65	75
24	69.7	66.1	65	75
25	69.6	65.8	65	75
26	65.1	59.8	65	75
27	67.3	63.6	65	75
28	67.6	64.9	65	75
29	68.3	64.5	65	75
30	68.0	64.1	65	75
31	67.2	59.8	65	75
32	67.3	63.4	65	75
33	68.6	68.7	65	75
34	67.9	67.1	65	75
35	68.6	68.6	65	75
36	68.6	68.4	65	75
37	68.8	67.0	65	75
38	68.9	68.6	65	75
39	68.9	68.8	65	75
40	68.1	65.2	60	70
41	68.5	65.8	60	70
42	67.5	64.5	60	70
43	68.4	66.5	60	70
44	67.9	65.4	60	70
45	60.3	55.0	60	70
46	68.4	67.0	60	70
47	68.8	66.6	60	70
48	66.8	64.5	60	70

Tableau 5.5 Scénario 1 – Résultats

Discussion

Si le chantier est organisé de manière que l'article 5 s'applique, pas de dépassements. Sinon, on observe des dépassements dans tous les points récepteurs. Ceci est principalement causé par la faible distance entre le chantier et les façades.

Il importe de noter que les niveaux de bruit calculés sont souvent inférieurs ou du même ordre de grandeur que l'impact du trafic routier.

Mesures de mitigation

Avec des dépassements jusqu'à 7 dB dans la zone entre Pfaffenthal et l'entrée du PAP Laangfur et jusqu'à 8.5 dB dans la zone du PAP Laangfur, une réduction du temps de fonctionnement n'est pas réaliste, pour rester en dessous des limites.

Un écran à la limite du chantier peut être envisagé. Le calcul a été fait avec un écran le long du chantier, avec une hauteur de 4 m. Le tableau 5.5 montre ces résultats dans la colonne « mitigé ». Il est clair que l'effet d'un écran est faible dans la plupart des récepteurs, la raison en étant que le bruit passe au-dessus de l'écran pour les récepteurs sur les étages supérieurs.

5.7.2.2 Scénario 2 – terrassement dans la roche

Ce scénario comprend des travaux de terrassement dans les couches de type 7, ce qui nécessite des engins spécifiques comme un brise-roche.

Étapes correspondantes

- 1) Terrassement en tranchée pour déplacement et pose de réseau
- 3) Terrassement pour les coffres de chaussées et des voies
- 6) Travaux de remblaiement des tranchées

Travaux

- Excavation et terrassement des couches de sol type 7, à l'aide d'une pelle hydraulique munie d'un brise-roche
- Enlèvement du sol à l'aide de camions

Sources

- Pelle hydraulique munie d'un brise-roche ; 1 par zone de 100 m
- Camions ; 2 par heure, par zone de 100 m

Calcul de la pression acoustique maximale

Les engins peuvent se situer partout le long du futur tracé. Pour cette raison, les sources sont modélisées comme des sources linéiques.

Une pelle hydraulique munie d'un brise-roche par zone de 100 m est assumée, ainsi que 2 camions par heure par zone de 100 m.

Dans la zone du PAP Laangfur, la source linéique est modélisée au niveau de l'axe central entre les deux voies, donc au milieu de la zone du chantier.

Entre Pfaffenthal et l'entrée du PAP Laangfur, où le réaménagement est effectué de façade à façade, les engins ne restent pas dans le gabarit de la future voie et peuvent se rapprocher des façades des bâtiments. Pour cette raison, l'émission acoustique est doublée, ce qui correspond à une augmentation de 3 dB. L'augmentation de 3 dB correspond à un doublement du nombre d'engins ou d'une réduction de moitié de la distance entre la source et le récepteur.

Un taux de fonctionnement de 33% est assumé, donc un fonctionnement de 20 minutes par heure. Pour les camions, on assume que chaque camion reste stationnaire pendant 10 minutes par heure et que son émission acoustique stationnaire est la même que celle pendant les déplacements. Ceci constitue une hypothèse conservatrice.

source	quantité	L _w [dB(A)]	durée de fonctionnement [min/h]	type de source / dimension	L _{w, réel} [dB(A)]
brise-roche	1	116	20	linéique	111.2
camion	2	105	10	linéique	100

Tableau 5.6 Scénario 2 – Sources

Le tableau ci-dessous montre les résultats des calculs. Il s'agit de la pression acoustique maximale (de tous les points de réception définis au niveau de la façade) auprès de chaque bâtiment riverain, et ceci pour l'heure la plus bruyante de la journée. La colonne « Limite (art. 5) » considère la limite pour un chantier durant entre 6 mois et 1 an si l'article 5 du RGD 13-02-1979 est d'application, ce qui dépend du planning détaillé. Les chiffres en rouge signifient des dépassements de la limite en considérant l'article 5. Les chiffres en orange signifient des dépassements de la limite en considérant que l'article 5 n'est pas d'application.

Bâtiment	Pression acoustique maximale	Mitigé	Limite	Limite (art. 5)
		[dB(A)]		
01	77.5	68.2	65	75
02	80.4	71.4	65	75
03	77.3	67.4	65	75
04	79.4	67.5	65	75
05	79.1	69.9	65	75
06	80.6	70.0	65	75
07	79.1	67.4	65	75
08	78.2	67.2	65	75
09	79.3	66.9	65	75

Bâtiment	Pression acoustique maximale	Mitigé	Limite	Limite (art. 5)
[dB(A)]				
10	75.7	61.4	65	75
11	78.2	67.8	65	75
12	78.3	67.8	65	75
13	77.8	67.4	65	75
14	77.7	67.0	65	75
15	77.5	67.1	65	75
16	74.6	63.5	65	75
17	73.8	62.6	65	75
18	77.1	69.4	65	75
19	76.2	66.0	65	75
20	76.1	66.2	65	75
21	77.1	69.6	65	75
22	76.8	69.3	65	75
23	78.2	66.0	65	75
24	78.1	65.9	65	75
25	78.0	65.9	65	75
26	73.5	60.2	65	75
27	75.7	64.0	65	75
28	76.0	64.8	65	75
29	76.7	64.5	65	75
30	76.4	64.4	65	75
31	75.6	60.2	65	75
32	75.7	63.8	65	75
33	77.0	69.1	65	75
34	76.3	67.5	65	75
35	77.0	69.0	65	75
36	77.0	68.8	65	75
37	77.2	67.4	65	75
38	77.3	69.0	65	75
39	77.3	69.2	65	75
40	76.5	65.6	60	70
41	76.9	64.4	60	70
42	75.9	64.9	60	70
43	76.8	65.6	60	70
44	76.4	65.8	60	70
45	68.7	53.2	60	70
46	76.8	66.1	60	70
47	77.2	67.0	60	70
48	75.2	62.9	60	70

Tableau 5.7 Scénario 2 – Résultats

Discussion

On observe des dépassements dans tous les points récepteurs. Ceci est principalement causé par la faible distance entre le chantier et les façades et par l'émission acoustique importante d'un brise-roche.

Mesures de mitigation

Les calculs avec un écran le long du chantier dans le scénario 1 ont démontré que l'effet est très faible. Des forts dépassements sont attendus en utilisant un brise-roche, même avec un écran. L'utilisation d'un brise-roche est donc à exclure sur le chantier.

L'utilisation d'un ripper ou une fraise peut être envisagé, avec une puissance acoustique de 8 dB moins qu'un brise-roche. Le tableau 5.7 montre les résultats en utilisant un ripper/fraise au lieu d'un brise-roche et avec un écran (colonne « mitigé »). La diminution, par rapport à la situation avec un brise-roche est considérable, mais des dépassements des limites sont encore attendus.

Si le chantier est organisé de manière que l'article 5 s'applique, les mesures de mitigation permettent d'éviter des dépassements.

5.7.2.3 Scénario 3 – terrassement superficiel ponctuel

Ce scénario comprend des travaux de terrassement superficiel ; les premières couches de sol, qui ne nécessitent pas des engins spécifiques comme un ripper ou un brise-roche.

Contrairement au scénario 1, il s'agit des travaux d'excavation ponctuels, dans un endroit bien spécifié.

Étapes correspondantes

- 2) Terrassement en masse pour les sous-stations de traction

Travaux

- Excavation et terrassement des couches de sol superficielles, à l'aide d'une pelle hydraulique
- Cette étape ne convient pas pour des sols de type 6 ou 7.
- Enlèvement du sol à l'aide de camions

Sources

- Pelle hydraulique ; 1
- Camions ; 2 par heure

Calcul de la pression acoustique maximale

La pelle hydraulique est modélisée comme une source surfacique, correspondante à la surface des sous-stations de traction. Les camions comme des sources linéiques.

Un taux de fonctionnement de 50% est assumé, donc un fonctionnement de 30 minutes par heure. Pour les camions, on assume que chaque camion reste stationnaire pendant 10 minutes par heure et que son émission acoustique stationnaire est la même que celle pendant les déplacements. Ceci constitue une hypothèse conservatrice.

source	quantité	L _w [dB(A)]	durée de fonctionnement [min/h]	type de source / dimension	L _{w, réel} [dB(A)]
pelle hydraulique	1	105	30	surfacique / 220m ²	103
camion	2	105	10	linéique	100

Tableau 5.8 Scénario 3 – Sources

Le tableau ci-dessous montre les résultats des calculs. Il s'agit de la pression acoustique maximale (de tous les points de réception définis au niveau de la façade) auprès de chaque bâtiment riverain, et ceci pour l'heure la plus bruyante de la journée. La colonne « Limite (art. 5) » considère la limite pour un chantier durant entre 6 mois et 1 an si l'article 5 du RGD 13-02-1979 est d'application, ce qui dépend du planning détaillé. Les chiffres en rouge signifient des dépassements de la limite en considérant l'article 5. Les chiffres en orange signifient des dépassements de la limite en considérant que l'article 5 n'est pas d'application.

Bâtiment	Pression acoustique maximale	Mitigé	Limite	Limite (art. 5)
		[dB(A)]		
01	30.1	30.1	65	75
02	22.6	22.6	65	75
03	31.0	31.0	65	75
04	20.4	20.4	65	75
05	13.9	13.9	65	75
06	34.4	34.4	65	75
07	31.0	31.0	65	75
08	17.5	17.5	65	75
09	34.8	34.8	65	75
10	26.5	26.5	65	75
11	35.8	35.8	65	75
12	36.4	36.4	65	75
13	39.1	39.1	65	75
14	37.6	37.6	65	75
15	38.4	38.4	65	75
16	36.8	36.8	65	75
17	35.4	35.4	65	75
18	41.3	41.3	65	75
19	45.8	45.8	65	75
20	46.5	46.5	65	75

Bâtiment	Pression acoustique maximale	Mitigé	Limite	Limite (art. 5)
[dB(A)]				
21	48.8	48.8	65	75
22	51.2	50.7	65	75
23	40.1	40.1	65	75
24	38.8	38.8	65	75
25	46.8	46.8	65	75
26	50.9	50.4	65	75
27	70.9	66.0	65	75
28	50.4	49.4	65	75
29	46.9	46.3	65	75
30	40.3	40.3	65	75
31	38.8	38.8	65	75
32	55.8	54.8	65	75
33	62.0	61.3	65	75
34	64.7	64.1	65	75
35	62.7	62.0	65	75
36	56.8	55.5	65	75
37	52.0	51.6	65	75
38	46.2	46.2	65	75
39	43.5	43.0	65	75
40	31.4	31.4	60	70
41	22.0	22.0	60	70
42	24.8	24.4	60	70
43	26.6	26.3	60	70
44	23.0	22.8	60	70
45	22.9	22.4	60	70
46	19.7	19.5	60	70
47	20.5	20.5	60	70
48	18.9	18.7	60	70

Tableau 5.9 Scénario 3 – Résultats

Discussion

Si le chantier est organisé de manière que l'article 5 s'applique, pas de dépassements. Sinon, on observe un dépassement dans le point récepteur 27, juste à côté de la sous-station de traction.

Mesures de mitigation

Il est envisageable de mettre un écran anti-bruit du côté de ce bâtiment lors des travaux d'excavation.

Le calcul a été effectué avec un écran, comme montré à la figure 5.1, avec une hauteur de 5 m. Le tableau 5.9 montre les résultats. L'effet est considérable, avec une réduction

d'environ 6 dB. Toutefois, au niveau des étages supérieurs, un léger dépassement est encore attendu.

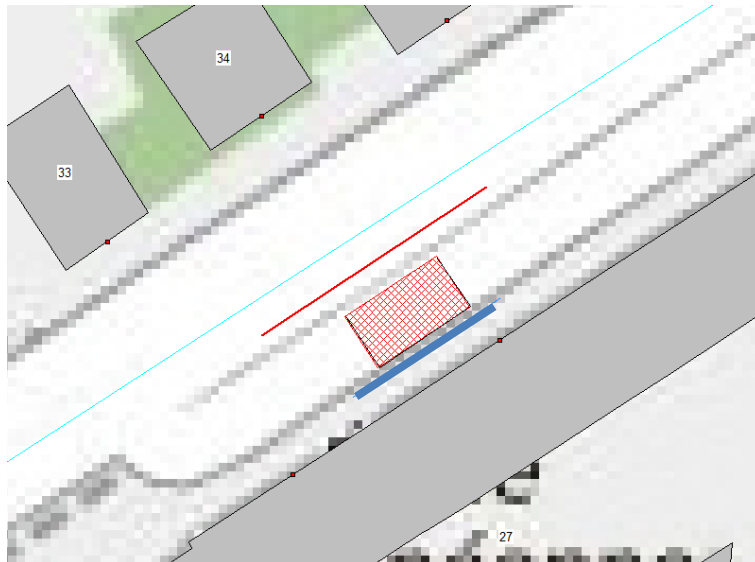


Figure 5.1 Ecran anti-bruit (en bleu)

5.7.2.4 Scénario 4 – terrassement dans la roche ponctuel

Ce scénario comprend des travaux de terrassement dans les couches de type 7, ce qui nécessite des engins spécifiques comme un brise-roche.

Contrairement au scénario 2, il s'agit des travaux d'excavation ponctuels, dans un endroit bien spécifié.

Étapes correspondantes

- 1) Terrassement en masse pour les sous-stations de traction

Travaux

- Excavation et terrassement des couches de sol type 7, à l'aide d'une pelle hydraulique munie d'un brise-roche
- Enlèvement du sol à l'aide de camions

Sources

- Pelle hydraulique munie d'un brise-roche ; 1
- Camions ; 2 par heure

Calcul de la pression acoustique maximale

La pelle hydraulique munie d'un brise-roche est modélisée comme une source surfacique, correspondante à la surface des sous-stations de traction. Les camions comme des sources linéiques.

Un taux de fonctionnement de 50% est assumé, donc un fonctionnement de 30 minutes par heure. Pour les camions, on assume que chaque camion reste stationnaire pendant 10 minutes par heure et que son émission acoustique stationnaire est la même que celle pendant les déplacements. Ceci constitue une hypothèse conservatrice.

source	quantité	L _w [dB(A)]	durée de fonctionnement [min/h]	type de source / dimension	L _w , réel [dB(A)]
brise-roche	1	116	30	surfacique / 220m ²	113
camion	2	105	10	linéique	100

Tableau 5.10 Scénario 4 – Sources

Le tableau ci-dessous montre les résultats des calculs. Il s'agit de la pression acoustique maximale (de tous les points de réception définis au niveau de la façade) auprès de chaque bâtiment riverain, et ceci pour l'heure la plus bruyante de la journée. La colonne « Limite (art. 5) » considère la limite pour un chantier durant entre 6 mois et 1 an si l'article 5 du RGD 13-02-1979 est d'application, ce qui dépend du planning détaillé. Les chiffres en rouge signifient des dépassements de la limite en considérant l'article 5. Les chiffres en

orange signifient des dépassements de la limite en considérant que l'article 5 n'est pas d'application.

Bâtiment	Pression acoustique maximale	Mitigé	Limite	Limite (art. 5)
[dB(A)]				
01	38.6	30.6	65	75
02	30.8	22.8	65	75
03	39.5	31.5	65	75
04	28.0	20.0	65	75
05	22.0	14.0	65	75
06	42.8	34.8	65	75
07	37.9	29.9	65	75
08	25.9	17.9	65	75
09	42.1	34.1	65	75
10	35.1	27.1	65	75
11	44.3	36.3	65	75
12	44.8	36.8	65	75
13	47.5	39.5	65	75
14	46.0	38.0	65	75
15	46.8	38.8	65	75
16	46.3	38.3	65	75
17	45.2	37.2	65	75
18	49.7	41.7	65	75
19	54.8	46.8	65	75
20	55.4	47.4	65	75
21	57.2	49.2	65	75
22	59.7	50.9	65	75
23	47.7	39.7	65	75
24	45.4	37.4	65	75
25	55.0	47.0	65	75
26	59.6	50.8	65	75
27	80.2	66.1	65	75
28	58.9	49.4	65	75
29	54.6	45.6	65	75
30	48.7	40.7	65	75
31	47.3	39.3	65	75
32	64.2	54.7	65	75
33	69.9	60.9	65	75
34	72.6	63.8	65	75
35	70.5	61.6	65	75
36	65.1	55.3	65	75
37	60.2	51.6	65	75
38	55.2	47.2	65	75
39	52.0	43.3	65	75

Bâtiment	Pression acoustique maximale	Mitigé	Limite	Limite (art. 5)
		[dB(A)]		
40	40.2	32.2	60	70
41	31.1	23.1	60	70
42	33.4	24.8	60	70
43	35.2	26.7	60	70
44	31.5	23.1	60	70
45	31.4	22.7	60	70
46	27.9	19.6	60	70
47	29.0	21.0	60	70
48	27.1	18.8	60	70

Tableau 5.11 Scénario 4 – Résultats

Discussion

On observe un dépassement dans les points récepteurs, autour de la sous-station de traction.

Mesures de mitigation

Vu les dépassements importants autour de la sous-station de traction, l'utilisation d'un brise-roche est à exclure sur le chantier.

Un calcul a été effectué en considérant un ripper / une fraise au lieu d'un brise-roche et l'écran proposé pour le scénario 3.

Le tableau 5.11 montre les résultats des calculs. L'effet est considérable, mais au niveau des étages supérieurs juste à côté du chantier, un léger dépassement est encore attendu.

Si le chantier est organisé de manière que l'article 5 s'applique, les mesures de mitigation permettent d'éviter des dépassements.

5.7.2.5 Scénario 5 – travaux de bétonnage et d'aménagement général

Ce scénario comprend les étapes sans engins spécifiques avec un impact acoustique important. On assume l'utilisation d'une grue et des camions.

Étapes correspondantes

- 4) Travaux de bétonnage du local SST et de l'assise des voies
- 5) Travaux de pose de réseaux
- 7) Travaux de coffre de chaussée
- 8) Travaux de pose des voies
- 10) Travaux de montage des mâts pour la ligne aérienne de contact
- 11) Travaux de pose des finitions route et trottoirs
- 12) Travaux de plantation

13) Travaux de pose des multitubulaires tram

Travaux

- Pose des voies, des réseaux, ... finitions des routes et des trottoirs, ... toutes sortes de travaux d'aménagement généraux nécessitant des engins comme une grue et des camions.

Sources

- Grue ; 1
- Camions ; 2 par heure

Calcul de la pression acoustique maximale

Les engins peuvent se situer partout le long du futur tracé. Pour cette raison, les sources sont modélisées comme des sources linéiques.

Une grue par zone de 100 m est assumée, ainsi que 2 camions par heure par zone de 100 m.

Dans la zone du PAP Laangfur, la source linéique est modélisée au niveau de l'axe central entre les deux voies, donc au milieu de la zone du chantier.

Entre Pfaffenthal et l'entrée du PAP Laangfur, où le réaménagement est effectué de façade à façade, les engins ne restent pas dans le gabarit de la future voie et peuvent se rapprocher des façades des bâtiments. Pour cette raison, l'émission acoustique est doublée, ce qui correspond à une augmentation de 3 dB. L'augmentation de 3 dB correspond à un doublement du nombre d'engins ou d'une réduction de moitié de la distance entre la source et le récepteur.

Un taux de fonctionnement de 33% est assumé, donc un fonctionnement de 20 minutes par heure. Pour les camions, on assume que chaque camion reste stationnaire pendant 10 minutes par heure et que son émission acoustique stationnaire est la même que celle pendant les déplacements. Ceci constitue une hypothèse conservatrice.

source	quantité	L_w [dB(A)]	durée de fonctionnement [min/h]	type de source / dimension	L_w , réel [dB(A)]
grue	1	104	20	linéique / 50m	99.2
camion	2	105	10		100

Tableau 5.12 Scénario 5 – Sources

Le tableau ci-dessous montre les résultats des calculs. Il s'agit de la pression acoustique maximale (de tous les points de réception définis au niveau de la façade) auprès de chaque bâtiment riverain, et ceci pour l'heure la plus bruyante de la journée. La colonne « Limite (art. 5) » considère la limite pour un chantier durant entre 6 mois et 1 an si l'article 5 du RGD 13-02-1979 est d'application, ce qui dépend du planning détaillé. Les chiffres en rouge signifient des dépassements de la limite en considérant l'article 5. Les chiffres en

orange signifient des dépassements de la limite en considérant que l'article 5 n'est pas d'application.

Bâtiment	Pression acoustique maximale	Mitigé	Limite	Limite (art. 5)
[dB(A)]				
01	68.6	67.3	65	75
02	71.5	70.6	65	75
03	68.4	66.5	65	75
04	70.5	66.6	65	75
05	70.2	69.1	65	75
06	71.7	69.1	65	75
07	70.2	66.5	65	75
08	69.3	66.3	65	75
09	70.4	66.0	65	75
10	66.8	60.5	65	75
11	69.4	66.9	65	75
12	69.4	67.0	65	75
13	68.9	66.5	65	75
14	68.8	66.2	65	75
15	68.6	66.2	65	75
16	65.8	62.6	65	75
17	64.9	61.8	65	75
18	68.2	68.6	65	75
19	67.3	65.1	65	75
20	67.2	65.4	65	75
21	68.3	68.7	65	75
22	67.9	68.4	65	75
23	69.3	65.2	65	75
24	69.2	65.0	65	75
25	69.1	65.0	65	75
26	64.6	59.3	65	75
27	66.8	63.1	65	75
28	67.1	63.9	65	75
29	67.8	63.6	65	75
30	67.5	63.5	65	75
31	62.1	59.3	65	75
32	65.5	62.9	65	75
33	68.1	68.2	65	75
34	67.4	66.6	65	75
35	68.2	68.1	65	75
36	68.1	67.9	65	75
37	68.3	66.5	65	75
38	68.5	68.1	65	75
39	68.4	68.3	65	75

Bâtiment	Pression acoustique maximale	Mitigé	Limite	Limite (art. 5)
	[dB(A)]			
40	67.6	64.7	60	70
41	68.0	63.5	60	70
42	67.0	64.0	60	70
43	67.9	64.7	60	70
44	67.5	64.9	60	70
45	59.8	52.3	60	70
46	67.9	65.2	60	70
47	68.3	66.1	60	70
48	66.3	62.0	60	70

Tableau 5.13 Scénario 5 – Résultats

Discussion

Si le chantier est organisé de manière que l'article 5 s'applique, pas de dépassements. Sinon, on observe des dépassements dans presque tous les points récepteurs. Ceci est principalement causé par la faible distance entre le chantier et les façades.

Il importe de noter que les niveaux de bruit calculés sont souvent inférieurs ou du même ordre de grandeur que l'impact du trafic routier.

Mesures de mitigation

Un calcul a été effectué avec le même écran que pour le scénario 1. Le tableau 5.13 montre les résultats. Comme dans le scénario 1, l'effet d'un écran est faible dans la plupart des récepteurs, la raison en étant que le bruit passe au-dessus de l'écran pour les récepteurs sur les étages supérieurs.

5.7.2.6 Scénario 6 – forage des micropieux

Forage des micropieux pour le montage des mâts de la ligne aérienne de contact

Étapes correspondantes

- 9) Forage des micropieux

Travaux

- Forage des micropieux

Sources

- Foreuse ; 1

Calcul de la pression acoustique maximale

La foreuse est modélisée comme une source ponctuelle à chaque position d'un mât pour la ligne aérienne. Il est assumé que chaque forage prend 15 minutes, donc un fonctionnement de 15 minutes par heure pour chaque source est assumé.

source	quantité	L _w [dB(A)]	durée de fonctionnement [min/h]	réf IMMI	type de source / dimension	L _{w, réel} [dB(A)]
foreuse	1	108	15	FLQi001	ponctuelle	102

Tableau 5.14 Scénario 6 – Sources

Le tableau ci-dessous montre les résultats des calculs. Il s'agit de la pression acoustique maximale (de tous les points de réception définis au niveau de la façade) auprès de chaque bâtiment riverain, et ceci pour l'heure la plus bruyante de la journée. La colonne « Limite (art. 5) » considère la limite pour un chantier durant entre 6 mois et 1 an si l'article 5 du RGD 13-02-1979 est d'application, ce qui dépend du planning détaillé. Les chiffres en rouge signifient des dépassements de la limite en considérant l'article 5. Les chiffres en orange signifient des dépassements de la limite en considérant que l'article 5 n'est pas d'application.

Bâtiment	Pression acoustique maximale	Limite [dB(A)]	Limite (art. 5)
01	70.5	65	75
02	74.2	65	75
03	72.8	65	75
04	70.1	65	75
05	75.1	65	75
06	74.2	65	75
07	72.7	65	75
08	74.2	65	75
09	71.9	65	75
10	71.7	65	75
11	72.0	65	75
12	71.2	65	75
13	70.6	65	75
14	70.5	65	75
15	70.5	65	75
16	70.2	65	75
17	68.3	65	75
18	71.4	65	75
19	67.8	65	75
20	67.5	65	75
21	70.8	65	75
22	69.3	65	75

Bâtiment	Pression acoustique maximale	Limite [dB(A)]	Limite (art. 5)
23	71.0	65	75
24	71.3	65	75
25	69.1	65	75
26	66.4	65	75
27	68.1	65	75
28	67.8	65	75
29	69.0	65	75
30	72.8	65	75
31	75.1	65	75
32	66.0	65	75
33	68.1	65	75
34	67.8	65	75
35	69.7	65	75
36	70.9	65	75
37	69.0	65	75
38	69.3	65	75
39	69.6	65	75
40	72.4	60	70
41	73.4	60	70
42	72.1	60	70
43	72.7	60	70
44	74.1	60	70
45	65.5	60	70
46	76.3	60	70
47	73.8	60	70
48	71.6	60	70

Tableau 5.15 Scénario 6 – Résultats

Discussion

On observe des dépassements dans tous les points récepteurs. Dans ce calcul, toutes les sources sont modélisées simultanément et il s'agit donc d'une surestimation. Additionnellement, le forage des micropieux est ponctuel ; après le forage, les engins se déplacent vers un autre point.

Bien qu'il y ait donc la possibilité d'un dépassement, ce dépassement ne se produira que pendant une très courte période, d'environ une heure.

6 CONCLUSIONS

Les niveaux de bruit attendus pendant le jour ne dépassent pas les limites admissibles.

Les niveaux de bruit attendus pendant la nuit dépassent la limite « 16. BIm Sch V. » dans la plupart des points de calculs, certainement quand les limites d'une zone 2 sont considérées. Quelques remarques s'imposent ici :

- La contribution acoustique a été évaluée sur la base des mesures de la situation actuelle. Cette évaluation ne tient pas compte de l'augmentation de l'intensité du trafic (voitures, bus, véhicules logistiques) dans la future en raison des nouveaux développements côté Laangfur et Boulevard Konrad Adenauer. En effet, une inconnue existe au niveau de l'aire d'étude à considérer. Le projet « K2 » modifiera les aménagements de voirie existants, notamment au niveau du Boulevard Konrad Adenauer et du Boulevard Pierre Frieden. L'impact du projet sur le trafic individuel motorisé et le trafic généré par le transport public n'a pas encore été clarifié.
- Le début du tronçon K2, entre Pfaffenthal et Pont Joseph Bech (bâtiments 1 à 9), se compose principalement des bâtiments administratifs (tribunal, banque, cour de justice, ...) où en principe il n'y a pas d'occupation pendant la nuit et donc un dépassement ne devrait pas poser des problèmes.
- Les points d'évaluation considérés sont ceux à la distance la plus courte de la voie et constituent donc la situation la plus défavorable.
- Finalement, nous remarquons que pour les analyses, les fréquences de passages les plus élevés pour les périodes jour et nuit ont été utilisées. Pour la nuit, c'est l'heure entre 4h30 et 6 heures du matin avec la plus haute fréquence de passage. Les autres heures de la nuit ont une fréquence de passage plus basse, ce qui a une grande influence sur le niveau acoustique calculé.

Tenant compte des remarques et des niveaux de bruit calculés, l'impact du tramway sur l'environnement acoustique est estimé acceptable, même s'il y a in stricto sensu des légers dépassements. Afin de rester conformes aux limites plus contraignantes d'une zone 2 au lieu d'une zone 3, avec une limite de 49 pendant la période de nuit, une combinaison de mesures doit être envisagée ; comme une réduction de vitesse et une réduction de fréquence des trams.

L'effet cumulatif des futures voies du tronçon K2A avec les voies existantes de l'Avenue J.F. Kennedy a été étudié. Pour le bâtiment (Tribunal et Cour de justice de l'Union Européenne) au carrefour de l'Avenue J.F. Kennedy avec le Boulevard Konrad Adenauer, on peut conclure que les limites « 16. BIm Sch V. » ne sont pas dépassées.

La contribution des voies existantes de l'Avenue J.F. Kennedy aux niveaux calculés du tronçon K2 est très limitée. Inversement, la contribution des voies du futur tronçon K2 aux voies existantes de l'Avenue J.F. Kennedy est également très limitée.

La phase chantier du projet a également été étudiée ; les incidences sonores des procédés de travail susceptibles d'être mis en œuvre seront qualifiés. Il ne s'agit pas d'une étude détaillée qui prend en compte le phasage détaillé du projet, mais plutôt une vue générale.

Ces calculs ont démontré que des dépassements des critères sont attendus pendant la plupart des phases des travaux, principalement à cause de la faible distance entre le chantier et les bâtiments. Des mesures de mitigation ont été proposées. Toutefois, même avec des mesures de mitigation, comme un écran le long du chantier avec une hauteur de 4 m, des (légers) dépassements sont attendus au niveau des étages supérieurs des bâtiments.



ANNEXE A – DÉTAILS DE MESURES ACOUSTIQUES

Point de mesure P1 : Boulevard Konrad Adenauer

	heure	durée [s]	L _{eq} [dB(A)]	SEL [dB(A)]	L(5) [dB(A)]	L(10) [dB(A)]	L(50) [dB(A)]	L(90) [dB(A)]	L(95) [dB(A)]	L(99) [dB(A)]
14/12/2021	11:00:07	3593	65.8	101.4	71.3	69.8	62.5	55.5	54.3	51.3
	12:00:00	3600	66.5	102.1	71.7	70.1	63.9	55.8	54.4	52.2
	13:00:00	3600	66.5	102.1	71.8	70.4	63.9	56.8	55.1	52.3
	14:00:00	3600	65.4	101.0	70.9	69.5	62.8	55.8	54.2	51.7
	15:00:00	3600	65.7	101.3	71.4	69.6	62.8	54.9	53.2	51.1
	16:00:00	3600	66.0	101.6	71.6	70.3	62.9	53.1	51.1	49.0
	17:00:00	3600	66.3	101.9	71.4	70.2	64.4	54.7	52.5	49.1
	18:00:00	3600	66.2	101.8	71.7	70.3	63.7	54.9	52.3	49.2
	19:00:00	3600	64.7	100.3	70.5	68.8	61.6	51.5	49.3	46.5
	20:00:00	3600	63.3	98.9	69.4	67.8	58.0	48.1	45.5	42.7
	21:00:00	3600	61.5	97.1	68.5	66.3	53.2	43.4	41.7	39.9
	22:00:00	3600	60.1	95.7	67.3	65.0	50.8	39.2	37.7	36.2
	23:00:00	3600	57.7	93.3	65.7	61.5	41.4	34.0	33.6	33.1
15/12/2021	00:00:00	3600	55.4	91.0	61.7	54.9	34.5	32.2	31.8	31.5
	01:00:00	3600	52.5	88.0	57.7	50.8	33.7	32.3	32.0	31.7
	02:00:00	3600	49.6	85.1	50.7	44.0	32.8	31.8	31.6	31.3
	03:00:00	3600	49.7	85.3	47.6	37.4	32.4	31.6	31.4	31.1
	04:00:00	3600	55.7	91.3	61.1	54.2	35.1	32.7	32.3	31.8
	05:00:00	3600	62.7	98.2	70.1	67.6	50.4	37.0	35.3	34.0
	06:00:00	3600	64.3	99.9	70.5	68.8	59.1	49.8	47.2	43.5
	07:00:00	3600	67.4	102.9	72.9	71.5	64.5	56.2	54.4	51.2
	08:00:00	3600	68.7	104.2	73.5	72.4	67.1	59.5	57.2	53.9
	09:00:00	3600	67.4	102.9	72.4	71.2	65.0	56.8	54.8	51.8
	10:00:00	3600	66.9	102.5	71.9	70.7	65.1	55.6	53.6	51.0
	11:00:00	3600	66.0	101.6	71.2	69.9	63.1	54.9	52.9	50.4
	12:00:00	3600	65.6	101.2	71.1	69.6	63.1	54.8	52.6	49.0
	13:00:00	3600	66.1	101.7	71.2	69.9	63.9	56.9	55.5	53.0
	14:00:00	3600	65.5	101.0	70.8	69.3	63.0	56.6	55.5	53.7
	15:00:00	3600	65.3	100.8	70.8	69.1	62.9	54.3	52.6	49.3
	16:00:00	3600	66.0	101.6	71.6	70.1	63.2	53.2	50.6	46.7
	17:00:00	3600	65.5	101.0	70.8	69.2	63.1	54.2	52.0	48.6
	18:00:00	3600	65.6	101.1	71.0	69.6	63.1	53.0	50.3	46.5
	19:00:00	3600	64.6	100.1	70.4	68.8	61.4	49.8	47.1	43.4
	20:00:00	3600	63.0	98.6	69.4	67.7	57.1	44.8	41.7	37.9
	21:00:00	3600	61.9	97.5	68.6	66.8	55.5	44.2	41.6	39.0
	22:00:00	3600	60.1	95.6	67.6	65.0	49.7	39.4	38.6	37.6
	23:00:00	3600	59.2	94.8	66.8	64.0	46.6	35.1	34.4	33.8

	heure	durée [s]	L _{éq} [dB(A)]	SEL [dB(A)]	L(5) [dB(A)]	L(10) [dB(A)]	L(50) [dB(A)]	L(90) [dB(A)]	L(95) [dB(A)]	L(99) [dB(A)]
16/12/2021	00:00:00	3600	56.9	92.5	64.5	60.4	37.1	33.0	32.5	31.5
	01:00:00	3600	51.6	87.2	55.4	47.5	32.8	31.3	31.0	30.6
	02:00:00	3600	50.0	85.5	51.5	41.9	32.2	31.2	31.0	30.7
	03:00:00	3600	45.6	81.1	46.8	38.8	33.2	31.7	31.4	31.1
	04:00:00	3600	55.0	90.6	59.8	52.5	36.9	34.5	34.2	33.6
	05:00:00	3600	60.4	95.9	67.8	65.0	47.9	36.8	36.2	35.3
	06:00:00	3600	63.5	99.0	69.7	67.9	58.2	49.4	48.2	46.5
	07:00:00	3600	66.5	102.1	71.5	70.1	64.4	57.5	55.2	52.2
	08:00:00	3600	67.0	102.6	71.7	70.7	65.3	59.0	57.3	54.6
	09:00:00	3600	67.1	102.7	71.6	70.3	65.7	60.6	59.1	56.6
	10:00:00	3600	66.6	102.1	71.2	69.7	64.7	59.5	57.9	56.1
	11:00:00	3600	65.1	100.7	69.8	68.5	63.4	58.5	57.4	54.1
	12:00:00	3600	65.3	100.9	70.6	69.1	63.2	56.0	54.2	51.6
	13:00:00	3600	68.4	104.0	70.8	69.3	63.1	55.8	54.5	52.4
	14:00:00	3600	65.9	101.5	70.8	69.5	63.3	55.9	54.7	52.9
	15:00:00	3600	65.0	100.6	70.5	68.8	62.2	52.9	50.9	48.3
	16:00:00	3600	65.9	101.4	71.4	69.7	63.1	52.4	50.3	46.5
	17:00:00	3600	65.4	100.9	70.7	69.4	62.9	53.4	50.5	47.7
	18:00:00	3600	64.9	100.4	70.7	68.9	62.1	52.0	49.6	45.8
	19:00:00	3600	64.3	99.9	69.9	68.4	61.1	50.3	47.8	44.2
	20:00:00	3600	62.9	98.5	69.4	67.4	57.2	45.4	43.3	40.5
	21:00:00	3600	61.6	97.2	68.3	66.4	54.6	43.5	42.2	40.4
	22:00:00	3600	60.8	96.4	67.6	65.0	50.3	43.0	41.8	38.4
	23:00:00	3600	58.5	94.0	66.2	62.9	45.0	37.4	36.2	34.8
17/12/2021	00:00:00	3600	54.7	90.3	62.4	56.5	38.2	34.8	34.4	33.9
	01:00:00	3600	53.5	89.0	59.1	51.4	35.7	33.1	32.7	32.1
	02:00:00	3600	45.3	80.8	39.7	37.0	33.7	32.2	31.9	31.5
	03:00:00	3600	53.3	88.9	50.9	43.6	35.3	33.4	33.1	32.6
	04:00:00	3600	52.8	88.4	56.1	49.0	37.1	34.6	34.3	33.9
	05:00:00	3600	60.1	95.7	67.4	64.1	46.1	38.4	37.6	36.5
	06:00:00	3600	63.9	99.4	69.8	68.0	58.9	49.3	47.4	44.8
	07:00:00	3600	65.6	101.1	71.1	69.5	62.5	53.9	52.3	50.3
	08:00:00	3600	67.3	102.9	72.6	71.1	65.3	58.5	56.7	54.1
	09:00:00	3600	66.0	101.5	71.3	69.6	63.5	55.5	53.6	51.3
	10:00:00	3600	66.1	101.7	71.7	69.9	63.2	55.9	54.1	52.1
	11:00:00	3600	65.0	100.6	70.5	68.9	62.2	54.8	53.5	52.0
	12:00:00	3600	64.9	100.5	70.5	69.0	62.0	52.9	51.0	48.0
	13:00:00	3600	65.8	101.3	71.5	70.1	62.6	53.1	51.5	49.2
	14:00:00	3600	65.1	100.7	71.1	69.4	61.8	52.2	50.5	48.4
	15:00:00	3600	65.1	100.6	70.8	69.0	62.3	51.4	49.3	47.0
	16:00:00	3600	65.3	100.9	70.9	69.5	61.9	51.5	49.2	46.4
17:00:00	3600	65.1	100.6	70.6	69.3	62.1	50.7	48.9	46.8	

	heure	durée [s]	L _{eq} [dB(A)]	SEL [dB(A)]	L(5) [dB(A)]	L(10) [dB(A)]	L(50) [dB(A)]	L(90) [dB(A)]	L(95) [dB(A)]	L(99) [dB(A)]
18/12/2021	18:00:00	3600	64.4	100.0	70.1	68.6	61.6	51.4	49.3	46.5
	19:00:00	3600	64.0	99.5	70.1	68.3	60.0	48.6	46.5	43.7
	20:00:00	3600	63.1	98.6	69.7	67.8	55.7	44.8	43.4	41.9
	21:00:00	3600	61.8	97.3	68.7	66.6	55.0	45.3	44.2	43.1
	22:00:00	3600	60.7	96.3	67.9	65.5	51.9	44.8	43.4	41.3
	23:00:00	3600	60.6	96.2	67.8	65.7	51.3	42.0	40.9	39.9
	00:00:00	3600	58.2	93.8	66.0	62.3	44.8	37.9	36.8	35.9
	01:00:00	3600	56.4	91.9	64.0	59.4	41.7	37.2	36.6	35.6
	02:00:00	3600	55.0	90.6	61.4	55.4	37.0	34.3	34.0	33.4
	03:00:00	3600	55.3	90.9	62.8	56.2	37.1	34.0	33.7	33.2
	04:00:00	3600	51.9	87.5	56.9	49.1	37.0	34.7	34.1	33.5
	05:00:00	3600	56.4	92.0	64.4	60.2	42.3	37.6	36.6	35.7
	06:00:00	3600	58.0	93.6	65.6	62.2	46.1	40.7	39.9	39.0
	07:00:00	3600	59.9	95.4	67.4	64.1	49.2	43.7	42.7	41.2
	08:00:00	3600	62.9	98.4	69.8	67.8	55.3	47.7	46.7	45.7
	09:00:00	3600	63.7	99.2	70.3	68.4	57.2	48.2	46.9	45.4
	10:00:00	3600	64.2	99.7	70.6	69.0	57.9	48.1	46.7	45.2
	11:00:00	3600	64.0	99.6	70.3	68.7	58.3	46.8	45.5	42.6
	12:00:00	3600	64.0	99.5	70.3	68.6	57.5	45.6	44.0	42.0
	13:00:00	3600	63.7	99.2	70.1	68.2	58.0	45.3	43.3	40.8
	14:00:00	3600	61.4	97.0	67.7	65.0	51.8	43.8	42.8	39.8
	15:00:00	3600	60.4	96.0	67.1	65.0	53.7	45.9	44.4	42.4
	16:00:00	3600	62.4	98.0	67.0	65.3	53.8	45.2	43.7	42.5
	17:00:00	3600	60.7	96.2	67.3	65.5	53.9	44.5	43.4	41.7
	18:00:00	3600	61.6	97.2	68.1	66.4	55.2	44.2	42.5	40.2
	19:00:00	3600	61.0	96.6	67.5	65.6	53.3	41.9	39.4	36.6
	20:00:00	3600	60.2	95.8	67.0	65.0	51.8	40.1	39.0	36.3
	21:00:00	3600	58.5	94.1	65.8	63.1	47.9	38.8	37.5	35.8
	22:00:00	3600	58.0	93.6	65.5	62.3	45.2	37.2	35.8	34.8
	23:00:00	3600	58.6	94.1	66.3	62.6	43.8	36.7	35.8	34.8
19/12/2021	00:00:00	3600	58.2	93.8	65.6	61.8	41.7	35.1	34.4	33.1
	01:00:00	3600	56.0	91.5	63.4	58.5	38.0	33.1	32.6	31.8
	02:00:00	3600	52.8	88.4	56.4	47.9	33.9	31.9	31.7	31.3
	03:00:00	3600	53.2	88.7	57.8	49.9	34.5	32.2	32.0	31.6
	04:00:00	3600	51.6	87.2	55.0	46.3	34.3	32.4	32.1	31.8
	05:00:00	3600	54.4	89.9	61.8	54.3	37.1	33.1	32.8	32.3
	06:00:00	3600	55.3	90.9	62.3	57.1	39.6	34.6	33.8	32.7
	07:00:00	3600	58.0	93.6	65.5	61.4	44.1	35.4	34.5	33.2
	08:00:00	3600	58.1	93.7	65.9	61.7	43.1	35.5	34.7	33.5
	09:00:00	3600	60.6	96.2	68.3	65.1	47.2	37.3	36.0	34.5
	10:00:00	3600	61.8	97.3	69.0	66.7	51.6	41.2	40.0	38.3
	11:00:00	3600	62.5	98.0	69.3	67.0	53.6	42.3	40.5	38.0

	heure	durée [s]	L _{eq} [dB(A)]	SEL [dB(A)]	L(5) [dB(A)]	L(10) [dB(A)]	L(50) [dB(A)]	L(90) [dB(A)]	L(95) [dB(A)]	L(99) [dB(A)]
	12:00:00	3600	62.1	97.7	69.0	67.2	53.4	41.7	40.1	38.2
	13:00:00	3600	61.8	97.4	68.8	66.4	53.5	43.2	41.3	38.2
	14:00:00	3600	62.5	98.1	69.2	67.1	55.5	44.8	43.2	41.5
	15:00:00	3600	62.6	98.1	68.7	66.8	55.8	44.7	42.1	40.0
	16:00:00	3600	62.3	97.9	68.9	67.0	55.3	44.0	42.2	40.5
	17:00:00	3600	62.9	98.4	69.8	67.8	55.8	44.4	41.6	39.7
	18:00:00	3600	62.1	97.6	68.9	66.7	54.7	43.8	41.7	40.1
	19:00:00	3600	61.0	96.5	68.3	66.1	50.4	40.6	39.4	37.9
	20:00:00	3600	60.4	95.9	67.7	65.4	49.5	39.2	37.7	36.0
	21:00:00	3600	58.8	94.4	66.4	63.2	44.4	37.2	36.1	35.0
	22:00:00	3600	57.6	93.1	65.5	61.5	44.0	37.4	36.3	35.2
	23:00:00	3600	56.7	92.2	64.4	59.6	40.3	34.4	33.9	33.3
	00:00:00	3600	56.0	91.5	62.9	57.2	38.4	33.8	33.3	32.6
	01:00:00	3600	54.4	89.9	56.3	49.3	35.6	33.0	32.7	32.2
	02:00:00	3600	48.7	84.3	48.3	41.5	34.2	32.5	32.2	31.5
	03:00:00	3600	50.5	86.0	50.8	42.5	34.0	32.6	32.3	31.8
	04:00:00	3600	53.8	89.4	56.3	47.9	36.0	33.8	33.4	32.8
	05:00:00	3600	59.8	95.4	67.3	63.9	45.7	37.2	36.1	34.6
	06:00:00	3600	61.5	97.1	68.4	66.4	52.5	42.8	41.6	40.0
	07:00:00	3600	63.7	99.2	69.7	68.1	57.6	46.8	45.1	43.0
	08:00:00	3600	64.5	100.1	70.5	69.1	60.5	50.2	47.9	44.5
	09:00:00	3600	64.2	99.8	70.4	68.8	59.6	49.1	46.8	42.3
	10:00:00	3600	64.2	99.8	70.1	68.4	59.1	47.9	45.8	43.7
	11:00:00	3600	64.0	99.6	70.1	68.6	59.1	48.7	46.7	43.8
	12:00:00	3600	62.7	98.2	68.7	66.9	58.7	48.0	45.4	42.6
20/12/2021	13:00:00	3600	62.7	98.2	68.4	67.0	59.0	47.5	45.8	43.6
	14:00:00	3600	63.0	98.6	68.6	67.2	59.2	48.8	46.5	43.9
	15:00:00	3600	62.5	98.1	68.6	67.0	58.2	46.1	44.3	42.0
	16:00:00	3600	62.4	98.0	68.2	66.6	58.4	48.1	46.6	44.4
	17:00:00	3600	63.2	98.8	68.6	67.1	60.5	49.5	47.7	45.2
	18:00:00	3600	62.8	98.4	68.7	67.0	59.2	49.0	47.3	44.4
	19:00:00	3600	61.9	97.5	67.9	66.4	56.8	46.7	45.2	43.0
	20:00:00	3600	61.0	96.5	67.5	65.5	53.4	44.5	43.3	42.1
	21:00:00	3600	59.3	94.9	66.4	64.3	51.2	42.7	41.8	40.9
	22:00:00	3600	58.0	93.6	65.5	62.4	46.8	41.4	40.7	39.9
	23:00:00	3600	58.0	93.6	65.6	61.9	43.1	38.5	37.4	36.1
	00:00:00	3600	53.4	88.9	56.6	49.5	38.6	35.5	34.8	33.6
	01:00:00	3600	51.9	87.5	53.7	48.3	37.5	34.6	34.1	33.3
	02:00:00	3600	49.6	85.2	48.0	41.2	35.5	33.8	33.4	32.8
	03:00:00	3600	48.6	84.1	45.4	39.9	36.5	34.7	34.2	33.1
	04:00:00	3600	52.6	88.2	56.6	49.2	36.7	34.6	34.2	33.8
	05:00:00	3600	59.6	95.2	67.4	63.6	44.4	38.3	37.5	36.1
21/12/2021										

heure	durée [s]	L _{eq} [dB(A)]	SEL [dB(A)]	L(5) [dB(A)]	L(10) [dB(A)]	L(50) [dB(A)]	L(90) [dB(A)]	L(95) [dB(A)]	L(99) [dB(A)]
06:00:00	3600	61.7	97.2	68.4	66.2	53.3	44.1	42.9	41.3
07:00:00	3600	63.4	98.9	69.8	68.0	57.6	45.8	44.2	42.4
08:00:00	3600	65.1	100.7	70.9	69.4	62.0	51.1	49.2	47.2
09:00:00	3600	64.8	100.4	70.8	69.4	61.0	50.8	49.0	46.7
10:00:00	3600	63.7	99.3	69.6	68.0	59.8	49.6	48.2	46.5
11:00:00	3600	63.9	99.4	70.0	68.2	59.5	49.5	47.9	45.8
12:00:00	3600	63.8	99.3	70.0	68.0	59.5	48.2	45.7	43.5
13:00:00	3600	64.2	99.8	70.1	68.5	60.1	48.0	46.0	44.0
14:00:00	3600	64.1	99.6	70.3	68.4	59.8	47.6	45.6	43.2
15:00:00	3600	63.5	99.1	69.6	67.9	59.0	47.9	45.2	42.0
16:00:00	3600	63.6	99.2	69.7	67.9	59.6	48.9	47.0	44.8
17:00:00	3600	64.8	100.4	70.7	68.8	61.4	51.3	49.2	46.4
18:00:00	3600	63.8	99.3	69.7	68.3	59.6	49.1	47.6	45.7
19:00:00	3600	64.0	99.6	70.5	68.5	58.4	45.9	44.2	41.8
20:00:00	3600	62.8	98.4	69.3	67.5	56.1	44.4	42.7	40.6
21:00:00	3600	61.3	96.9	68.5	66.3	52.1	42.0	39.7	38.4
22:00:00	3600	59.7	95.2	67.1	64.3	49.2	40.8	39.8	38.7
23:00:00	3600	57.9	93.5	65.4	61.0	43.5	39.2	38.2	36.7
22/12/2021	00:00:00	3600	56.3	91.9	62.3	56.4	38.1	35.4	34.4
	01:00:00	3600	50.6	86.2	53.1	45.7	36.9	34.9	34.0
	02:00:00	3600	50.6	86.2	47.4	38.8	35.5	34.2	33.3
	03:00:00	3600	47.7	83.3	44.2	40.4	37.3	35.6	34.8
	04:00:00	3600	51.9	87.5	54.8	49.0	40.7	38.2	37.1
	05:00:00	3600	60.5	96.1	68.1	64.8	48.1	43.2	41.8
	06:00:00	3600	62.3	97.9	69.2	67.0	55.0	47.8	45.2
	07:00:00	3600	64.4	99.9	70.6	69.0	58.9	49.5	47.0
	08:00:00	3600	64.8	100.4	70.8	69.4	59.6	51.1	47.4
	09:00:00	3600	64.9	100.4	70.9	69.5	60.4	51.5	47.9
	10:00:00	3600	64.4	100.0	70.5	69.1	59.7	49.7	46.2
	11:00:00	3600	64.7	100.3	70.6	69.1	60.2	48.8	43.8
	12:00:00	401	65.6	91.7	70.3	69.7	62.9	53.5	49.2

Tableau A.1

Point de mesure P2 : Boulevard Konrad Adenauer / Rue Érasme

	heure	durée [s]	L _{eq} [dB(A)]	SEL [dB(A)]	L(5) [dB(A)]	L(10) [dB(A)]	L(50) [dB(A)]	L(90) [dB(A)]	L(95) [dB(A)]	L(99) [dB(A)]
14/12/2021	09:05:44	3256	68.7	103.8	74.9	72.7	63.8	55.1	52.3	49.5
	10:00:00	3600	68.8	104.3	74.9	72.5	62.9	53.2	51.7	49.3
	11:00:00	3600	67.6	103.2	73.8	71.9	62.2	54.2	52.6	49.8
	12:00:00	3600	68.3	103.8	73.9	72.3	63.9	57.2	54.7	49.5
	13:00:00	3600	67.7	103.3	73.3	71.7	64.2	57.5	55.8	51.5
	14:00:00	3600	66.0	101.6	71.8	69.9	61.5	53.1	51.1	48.4
	15:00:00	3600	66.7	102.3	72.8	70.9	62.0	53.4	50.9	47.4
	16:00:00	3600	67.7	103.3	73.8	71.9	63.2	53.2	51.3	47.9
	17:00:00	3600	67.6	103.1	73.7	71.6	63.1	54.3	51.9	48.0
	18:00:00	3600	66.9	102.4	73.0	71.2	62.2	52.6	50.5	48.0
	19:00:00	3600	65.3	100.8	72.4	69.5	59.2	47.1	44.5	39.8
	20:00:00	3600	64.3	99.8	71.2	68.1	56.4	44.6	42.8	40.8
	21:00:00	3600	62.6	98.2	69.5	66.4	52.2	42.2	40.7	38.4
	22:00:00	3600	61.5	97.0	68.1	64.6	49.0	38.9	36.8	33.2
	23:00:00	3600	60.6	96.2	66.7	61.6	41.6	32.4	31.7	30.2
15/12/2021	00:00:00	3600	55.9	91.5	61.0	55.6	32.2	29.1	28.7	28.1
	01:00:00	3600	52.5	88.0	53.4	44.4	30.2	28.7	28.4	28.0
	02:00:00	3600	52.2	87.7	46.8	39.0	29.7	27.8	27.6	27.1
	03:00:00	3600	51.4	87.0	47.0	36.4	29.3	27.8	27.6	27.2
	04:00:00	3600	57.8	93.4	61.9	55.4	35.1	29.3	28.9	28.2
	05:00:00	3600	64.0	99.6	70.9	67.9	51.3	37.5	34.0	30.5
	06:00:00	3600	66.6	102.2	74.0	70.7	59.2	47.8	45.5	41.4
	07:00:00	3600	68.0	103.6	74.0	72.0	63.5	55.3	53.6	50.9
	08:00:00	3600	70.1	105.7	75.4	74.0	67.3	59.1	56.9	53.7
	09:00:00	3600	69.4	104.9	75.1	73.0	64.7	57.5	55.8	52.5
	10:00:00	3600	67.5	103.1	73.8	71.7	62.4	54.6	52.9	50.1
	11:00:00	3600	67.0	102.6	73.5	71.2	61.8	54.7	53.1	50.5
	12:00:00	3600	67.0	102.6	73.3	71.0	62.0	54.0	52.1	50.2
	13:00:00	3600	67.0	102.5	72.7	70.7	63.0	53.8	51.6	48.5
	14:00:00	3600	66.1	101.6	72.3	70.2	60.8	52.7	50.7	47.8
	15:00:00	3600	66.8	102.3	73.1	71.2	62.0	53.4	51.2	47.9
	16:00:00	3600	67.3	102.9	73.3	71.5	63.7	54.6	52.2	48.5
	17:00:00	3600	67.7	103.3	74.0	71.8	62.6	54.0	51.7	48.3
	18:00:00	3600	66.8	102.3	73.0	71.2	62.3	53.1	51.0	47.7
	19:00:00	3600	65.6	101.1	71.9	69.7	60.0	49.0	45.9	41.7
	20:00:00	3600	63.6	99.2	70.5	67.5	54.8	42.7	40.7	38.3
	21:00:00	3600	62.7	98.2	68.9	66.1	52.6	41.0	39.9	37.8
	22:00:00	3600	61.2	96.8	67.7	64.0	46.9	38.7	37.7	35.9
	23:00:00	3600	60.2	95.8	66.5	63.6	44.7	35.1	34.0	32.6

	heure	durée [s]	L _{eq} [dB(A)]	SEL [dB(A)]	L(5) [dB(A)]	L(10) [dB(A)]	L(50) [dB(A)]	L(90) [dB(A)]	L(95) [dB(A)]	L(99) [dB(A)]
16/12/2021	00:00:00	3600	56.3	91.9	62.6	55.6	36.5	31.0	30.3	29.6
	01:00:00	3600	49.1	84.7	49.8	40.7	31.1	28.7	28.3	27.7
	02:00:00	3600	48.7	84.2	41.7	35.1	30.2	28.2	27.9	27.4
	03:00:00	3600	43.5	79.1	42.3	37.5	31.3	29.3	29.0	28.6
	04:00:00	3600	57.0	92.6	58.1	51.4	34.5	31.4	30.9	30.2
	05:00:00	3600	62.2	97.8	68.9	66.2	50.5	37.2	35.9	34.2
	06:00:00	3600	64.8	100.4	71.8	69.1	57.8	46.6	45.1	42.9
	07:00:00	3600	66.9	102.4	72.7	70.7	62.2	54.0	52.2	49.0
	08:00:00	3600	68.3	103.9	73.8	72.2	65.2	57.8	56.3	53.5
	09:00:00	3600	67.3	102.9	72.8	70.8	63.8	54.2	52.4	49.5
	10:00:00	3600	69.2	104.8	72.2	71.5	69.4	58.5	56.6	53.5
	11:00:00	3600	67.1	102.7	72.3	71.2	63.1	55.6	53.8	49.9
	12:00:00	3600	71.2	106.8	78.4	76.2	65.8	60.5	58.8	54.0
	13:00:00	3600	69.9	105.4	78.3	74.1	62.9	53.6	51.2	47.9
	14:00:00	3600	66.3	101.8	72.5	70.7	61.8	51.5	49.7	47.4
	15:00:00	3600	66.5	102.1	72.8	71.1	61.8	50.9	48.9	46.2
	16:00:00	3600	67.9	103.5	74.0	72.0	63.6	53.9	51.6	48.2
	17:00:00	3600	67.1	102.7	73.3	71.5	62.4	53.3	51.4	48.2
	18:00:00	3600	67.0	102.6	73.2	71.2	62.3	52.9	50.7	47.2
	19:00:00	3600	65.7	101.2	72.1	70.0	60.0	49.6	46.7	43.8
	20:00:00	3600	63.9	99.4	70.9	67.5	55.7	45.6	43.6	41.9
	21:00:00	3600	62.7	98.3	69.1	66.1	53.5	43.4	41.8	40.2
	22:00:00	3600	62.3	97.9	69.1	65.8	48.8	39.4	38.4	36.9
	23:00:00	3600	59.9	95.5	66.2	62.6	46.4	37.6	36.4	34.9
17/12/2021	00:00:00	3600	55.6	91.1	61.5	56.2	38.2	33.8	33.1	32.0
	01:00:00	3600	52.7	88.3	54.7	48.0	35.2	31.4	30.9	30.0
	02:00:00	3600	39.0	74.6	41.7	39.3	33.2	29.8	29.3	28.5
	03:00:00	3600	52.7	88.3	51.5	44.3	34.7	30.9	30.2	29.4
	04:00:00	3600	54.6	90.2	56.9	50.4	37.1	32.1	31.5	30.8
	05:00:00	3600	61.2	96.7	68.7	65.0	47.5	38.3	37.0	35.6
	06:00:00	3600	65.7	101.3	72.3	69.8	59.1	48.2	45.7	42.7
	07:00:00	3600	66.6	102.1	72.6	70.4	61.8	53.1	50.8	47.4
	08:00:00	3600	68.3	103.9	73.5	71.9	65.3	58.4	57.0	53.8
	09:00:00	3600	67.2	102.7	73.2	71.3	62.6	53.3	51.5	49.2
	10:00:00	3600	67.2	102.8	73.1	70.9	63.0	54.0	51.3	47.0
	11:00:00	3600	66.5	102.0	72.5	70.6	61.5	52.4	50.8	47.0
	12:00:00	3600	67.1	102.7	73.1	71.2	62.7	55.4	53.8	50.6
	13:00:00	3600	67.3	102.9	72.6	70.9	62.8	54.0	52.3	49.6
	14:00:00	3600	66.4	102.0	72.7	70.6	61.6	52.1	50.2	48.1
	15:00:00	3600	66.4	102.0	72.5	70.8	61.9	53.4	51.5	48.3
	16:00:00	3600	67.6	103.2	73.5	71.5	62.9	53.7	51.6	48.5
17:00:00	3600	67.2	102.8	73.4	71.5	62.6	53.1	50.9	48.0	

	heure	durée [s]	L _{éq} [dB(A)]	SEL [dB(A)]	L(5) [dB(A)]	L(10) [dB(A)]	L(50) [dB(A)]	L(90) [dB(A)]	L(95) [dB(A)]	L(99) [dB(A)]
	18:00:00	3600	67.0	102.6	73.1	71.2	62.0	52.7	50.5	47.2
	19:00:00	3600	65.8	101.4	72.5	70.4	60.2	49.8	47.3	43.4
	20:00:00	3600	64.0	99.6	70.5	67.7	56.9	47.4	45.6	42.5
	21:00:00	3600	62.9	98.5	69.6	66.5	55.2	44.2	42.6	41.2
	22:00:00	3600	61.7	97.2	68.5	65.2	50.6	43.0	42.3	41.1
	23:00:00	3600	61.3	96.9	68.2	65.1	51.6	40.7	39.3	37.3
18/12/2021	00:00:00	3600	59.4	94.9	66.5	61.8	43.7	35.4	34.3	33.0
	01:00:00	3600	57.8	93.4	65.2	59.6	41.9	35.4	34.6	32.7
	02:00:00	3600	56.2	91.7	60.6	53.0	35.5	31.1	30.6	30.0
	03:00:00	3600	56.3	91.9	61.3	55.3	36.2	31.1	30.6	29.5
	04:00:00	3600	54.3	89.8	57.6	51.5	36.3	32.2	31.7	30.9
	05:00:00	3600	59.3	94.9	65.2	60.4	43.3	35.0	33.3	32.2
	06:00:00	3600	60.3	95.9	66.8	63.2	46.1	37.9	37.0	35.8
	07:00:00	3600	60.4	96.0	66.8	63.4	48.0	39.7	38.7	37.3
	08:00:00	3600	62.8	98.4	69.6	67.0	52.4	43.8	42.9	41.3
	09:00:00	3600	63.6	99.2	70.3	67.6	55.1	46.0	44.8	43.1
	10:00:00	3600	64.4	100.0	71.1	68.3	56.3	46.1	44.3	42.4
	11:00:00	3600	64.4	99.9	71.1	68.7	56.7	46.1	44.3	42.5
	12:00:00	3600	64.2	99.8	70.6	68.3	57.1	46.7	44.0	41.3
	13:00:00	3600	64.4	100.0	71.3	69.0	56.9	46.8	44.8	42.6
	14:00:00	3600	63.5	99.1	70.0	67.0	55.7	45.9	44.3	41.1
	15:00:00	3600	63.8	99.4	70.5	68.0	56.3	46.8	44.7	41.8
	16:00:00	3600	64.3	99.9	70.8	68.2	56.8	46.0	44.5	42.3
	17:00:00	3600	64.5	100.0	71.0	68.8	56.8	46.0	44.3	42.1
	18:00:00	3600	63.8	99.4	70.9	68.3	55.4	43.6	42.3	41.1
	19:00:00	3600	63.1	98.7	69.9	67.1	53.6	42.2	39.6	36.7
	20:00:00	3600	62.0	97.5	68.6	65.3	51.2	39.7	37.3	34.5
	21:00:00	3600	61.3	96.8	68.2	64.6	48.2	37.5	35.9	33.4
	22:00:00	3600	61.2	96.8	67.8	64.3	44.9	34.7	33.5	32.0
	23:00:00	3600	61.9	97.4	67.1	63.2	46.3	37.0	35.0	32.4
19/12/2021	00:00:00	3600	57.9	93.5	65.5	60.4	41.7	32.4	31.0	28.8
	01:00:00	3600	57.6	93.1	64.7	58.6	35.6	28.9	28.4	27.7
	02:00:00	3600	55.4	91.0	59.7	51.0	32.3	28.0	27.6	27.1
	03:00:00	3600	56.6	92.2	60.0	51.8	33.6	28.5	28.1	27.5
	04:00:00	3600	55.5	91.1	60.1	53.6	33.2	28.7	28.1	27.6
	05:00:00	3600	57.9	93.5	61.7	56.5	37.6	30.1	29.4	28.4
	06:00:00	3600	56.5	92.1	62.4	56.2	38.6	31.6	30.5	29.2
	07:00:00	3600	58.7	94.2	64.4	60.1	45.1	33.4	31.6	30.5
	08:00:00	3600	59.2	94.8	65.6	61.4	43.3	34.7	33.1	31.6
	09:00:00	3600	60.5	96.0	67.1	63.8	47.3	38.4	37.0	35.1
	10:00:00	3600	62.4	97.9	69.2	66.0	50.5	41.0	39.5	37.0
	11:00:00	3600	62.5	98.0	69.4	66.2	53.2	43.2	41.3	38.0

	heure	durée [s]	Léq [dB(A)]	SEL [dB(A)]	L(5) [dB(A)]	L(10) [dB(A)]	L(50) [dB(A)]	L(90) [dB(A)]	L(95) [dB(A)]	L(99) [dB(A)]
	12:00:00	3600	62.9	98.4	69.9	66.7	52.5	42.7	41.3	39.7
	13:00:00	3600	62.4	98.0	69.7	66.5	52.1	41.5	40.0	38.4
	14:00:00	3600	63.0	98.5	69.7	67.0	53.0	43.4	41.8	39.9
	15:00:00	3600	62.7	98.2	69.3	66.7	53.6	43.7	42.2	40.0
	16:00:00	3600	62.5	98.1	69.1	66.6	54.2	43.9	42.3	40.7
	17:00:00	3600	63.0	98.5	69.7	66.6	52.8	42.8	41.4	39.1
	18:00:00	3600	62.7	98.3	69.2	66.5	52.5	43.8	42.3	40.0
	19:00:00	3600	61.3	96.9	68.3	65.1	50.6	40.4	39.2	37.4
	20:00:00	3600	60.8	96.4	67.7	64.0	48.3	38.8	37.5	35.3
	21:00:00	3600	60.1	95.7	66.5	63.5	47.0	37.0	35.7	34.6
	22:00:00	3600	58.4	94.0	64.9	60.5	43.4	36.1	35.2	34.1
	23:00:00	3600	57.7	93.3	64.2	58.1	39.5	32.4	31.4	30.4
20/12/2021	00:00:00	3600	56.2	91.7	62.4	57.9	39.1	32.2	30.6	29.4
	01:00:00	3600	54.5	90.1	58.9	52.9	34.8	30.1	29.6	28.9
	02:00:00	3600	53.0	88.6	56.3	50.3	32.6	29.0	28.4	27.3
	03:00:00	3600	52.7	88.3	55.0	47.7	32.8	29.5	29.0	28.4
	04:00:00	3600	56.6	92.2	61.1	55.0	36.3	31.6	30.9	30.0
	05:00:00	3600	61.5	97.1	68.2	64.7	49.2	38.2	36.9	34.9
	06:00:00	3600	63.6	99.1	70.4	67.5	54.6	42.3	40.6	38.4
	07:00:00	3600	64.7	100.3	71.6	68.9	58.2	47.6	45.0	43.5
	08:00:00	3600	66.0	101.6	72.5	69.5	60.7	51.3	49.1	46.2
	09:00:00	2682	66.0	100.3	72.7	69.7	60.9	52.0	50.4	47.8

Tableau A.2

Point de mesure P3 : École Européenne Luxembourg (secondaire)

	heure	durée [s]	L _{eq} [dB(A)]	SEL [dB(A)]	L(5) [dB(A)]	L(10) [dB(A)]	L(50) [dB(A)]	L(90) [dB(A)]	L(95) [dB(A)]	L(99) [dB(A)]
14/12/2021	10:28:14	1906	64.6	97.4	69.7	68.4	62.6	54.6	53.1	50.9
	11:00:00	3600	64.6	100.2	69.5	68.2	62.9	53.6	51.5	47.6
	12:00:00	3600	65.3	100.8	70.0	68.8	63.5	53.7	51.6	47.9
	13:00:00	3600	65.3	100.9	70.1	69.0	63.9	53.9	51.4	48.8
	14:00:00	3600	63.9	99.4	68.7	67.5	62.2	52.7	50.5	48.3
	15:00:00	3600	64.0	99.6	68.7	67.7	62.5	53.5	51.1	47.5
	16:00:00	3600	66.8	102.3	69.3	68.1	63.5	55.6	53.1	49.4
	17:00:00	3600	64.6	100.1	68.9	68.0	63.4	55.4	51.4	47.3
	18:00:00	3600	64.0	99.5	68.2	67.2	62.9	55.0	52.0	48.2
	19:00:00	3600	63.1	98.6	68.1	66.9	61.2	49.3	47.0	43.3
	20:00:00	3600	61.6	97.1	67.4	66.0	58.1	45.3	42.5	37.6
	21:00:00	3600	59.7	95.3	66.2	64.5	53.9	41.8	39.6	36.4
	22:00:00	3600	58.4	94.0	65.5	63.2	49.1	36.6	34.0	31.5
	23:00:00	3600	56.9	92.5	64.4	61.6	42.3	30.6	29.2	28.0
15/12/2021	00:00:00	3600	52.3	87.9	58.8	51.8	30.6	27.2	26.8	26.5
	01:00:00	3600	47.1	82.7	49.8	42.5	28.6	27.0	26.8	26.7
	02:00:00	3600	49.0	84.6	51.8	43.4	27.5	26.6	26.5	26.3
	03:00:00	3600	49.6	85.1	52.4	42.1	27.4	26.7	26.5	26.3
	04:00:00	3600	53.5	89.1	60.8	53.2	32.8	27.0	26.7	26.5
	05:00:00	3600	60.2	95.8	67.6	65.4	49.6	35.3	32.9	28.5
	06:00:00	3600	62.8	98.3	68.7	67.2	58.6	47.0	44.5	39.9
	07:00:00	3600	65.2	100.8	70.2	69.2	63.4	52.9	51.0	48.5
	08:00:00	3600	66.8	102.3	70.4	69.6	66.0	60.5	58.0	54.5
	09:00:00	3600	66.3	101.8	70.3	69.1	64.6	56.0	53.5	50.0
	10:00:00	3600	64.4	100.0	69.4	68.2	62.6	52.8	50.4	47.3
	11:00:00	3600	64.3	99.8	69.3	68.0	62.4	52.4	50.0	46.7
	12:00:00	3600	64.6	100.2	69.3	68.2	63.1	54.0	51.5	47.6
	13:00:00	3600	64.1	99.6	68.8	67.8	62.5	52.8	50.7	47.5
	14:00:00	3600	63.8	99.3	68.7	67.5	62.2	52.0	48.9	45.3
	15:00:00	3600	64.2	99.8	68.9	67.8	62.8	51.9	49.3	46.3
	16:00:00	3600	65.2	100.7	69.5	68.4	64.1	55.8	52.9	49.1
	17:00:00	3600	64.7	100.3	69.0	68.0	63.7	54.8	51.6	48.2
	18:00:00	3600	64.1	99.7	68.3	67.5	63.1	53.8	50.4	46.0
	19:00:00	3600	63.0	98.6	67.9	66.8	61.3	50.7	47.7	44.4
	20:00:00	3600	61.2	96.8	67.2	65.6	57.3	43.9	40.8	37.8
	21:00:00	3600	59.7	95.3	66.0	64.1	54.2	41.6	39.7	37.8
	22:00:00	3600	58.8	94.3	65.7	63.5	50.6	38.0	36.1	34.0
	23:00:00	3600	57.8	93.3	64.4	62.6	48.6	36.0	34.4	32.7

	heure	durée [s]	L _{éq} [dB(A)]	SEL [dB(A)]	L(5) [dB(A)]	L(10) [dB(A)]	L(50) [dB(A)]	L(90) [dB(A)]	L(95) [dB(A)]	L(99) [dB(A)]
16/12/2021	00:00:00	3600	54.3	89.9	62.0	58.7	37.9	30.5	29.1	28.2
	01:00:00	3600	48.4	84.0	50.7	42.4	29.1	27.7	27.3	26.8
	02:00:00	3600	46.4	81.9	46.8	37.1	28.4	27.5	27.2	26.8
	03:00:00	3600	42.7	78.3	36.8	33.2	29.7	28.1	27.9	27.4
	04:00:00	3600	53.5	89.0	59.5	53.3	33.4	28.9	28.3	27.7
	05:00:00	3600	58.6	94.2	65.8	63.7	48.8	34.4	33.1	31.9
	06:00:00	3600	61.8	97.4	67.9	66.2	57.2	46.6	44.6	40.7
	07:00:00	3600	64.4	100.0	69.7	68.4	62.2	51.7	49.1	46.1
	08:00:00	3600	65.3	100.8	68.9	68.0	64.5	58.8	55.8	51.7
	09:00:00	3600	64.5	100.1	69.6	68.2	62.6	53.7	51.5	48.2
	10:00:00	3600	63.6	99.2	68.5	67.3	61.7	53.3	51.6	49.1
	11:00:00	3600	63.8	99.3	68.7	67.5	62.1	52.4	50.0	44.9
	12:00:00	3600	64.5	100.1	69.0	68.1	63.1	53.8	51.6	47.6
	13:00:00	3600	65.0	100.6	69.3	68.1	63.3	54.2	51.4	48.3
	14:00:00	3600	64.2	99.8	69.2	68.0	62.3	52.7	50.8	46.9
	15:00:00	3600	64.4	100.0	69.0	68.1	62.7	52.9	50.4	47.5
	16:00:00	3600	65.3	100.9	69.6	68.6	63.8	55.7	52.6	48.2
	17:00:00	3600	64.8	100.3	69.2	68.3	63.7	54.8	51.8	48.1
	18:00:00	3600	64.5	100.0	69.0	67.9	63.2	53.0	50.0	47.8
	19:00:00	3600	63.5	99.1	68.5	67.5	61.8	51.5	49.0	45.1
	20:00:00	3600	61.3	96.9	67.0	65.4	57.7	45.4	41.7	37.1
	21:00:00	3600	59.6	95.2	65.8	64.2	54.0	43.6	40.9	37.7
	22:00:00	3600	58.8	94.4	65.4	63.6	50.9	39.1	37.1	35.3
	23:00:00	3600	57.8	93.4	65.1	62.9	48.9	37.3	36.1	34.8
17/12/2021	00:00:00	3600	55.3	90.9	62.3	59.2	40.0	32.4	31.4	30.0
	01:00:00	3600	50.4	86.0	55.9	49.0	32.5	29.7	29.3	28.7
	02:00:00	3600	44.3	79.8	43.9	37.5	30.2	28.5	28.2	27.7
	03:00:00	3600	46.1	81.6	47.3	40.5	31.0	28.3	27.8	27.2
	04:00:00	3600	52.0	87.5	58.9	50.5	33.8	30.1	29.6	29.0
	05:00:00	3600	58.6	94.2	65.8	63.5	47.9	34.9	33.9	32.6
	06:00:00	3600	62.4	98.0	68.3	66.6	58.1	48.0	45.5	40.5
	07:00:00	3600	63.8	99.3	69.0	67.7	61.7	51.7	48.9	45.5
	08:00:00	3600	65.1	100.6	69.2	68.2	64.0	56.3	54.1	50.8
	09:00:00	3600	64.4	100.0	69.6	68.3	62.6	52.0	50.0	47.3
	10:00:00	3600	63.8	99.3	68.8	67.6	61.9	52.8	50.7	47.7
	11:00:00	3600	64.3	99.8	69.2	68.1	62.6	54.0	51.6	48.5
	12:00:00	3600	64.6	100.2	69.0	68.0	63.3	55.0	52.6	48.5
	13:00:00	3600	65.9	101.4	70.0	68.9	64.3	55.9	53.6	50.5
	14:00:00	3600	64.8	100.4	69.5	68.4	63.4	53.4	51.4	48.1
	15:00:00	3600	64.6	100.1	69.2	68.1	63.4	53.3	50.5	47.5
	16:00:00	3600	65.0	100.6	69.7	68.5	63.6	53.8	51.7	47.9
	17:00:00	3600	64.9	100.5	69.3	68.2	63.7	55.6	53.3	50.4

	heure	durée [s]	L _{éq} [dB(A)]	SEL [dB(A)]	L(5) [dB(A)]	L(10) [dB(A)]	L(50) [dB(A)]	L(90) [dB(A)]	L(95) [dB(A)]	L(99) [dB(A)]
	18:00:00	3600	64.2	99.8	68.5	67.5	63.1	54.3	51.5	47.9
	19:00:00	3600	63.3	98.9	68.2	67.2	61.5	51.6	49.2	45.3
	20:00:00	3600	61.9	97.5	67.3	66.1	59.2	48.3	46.0	42.3
	21:00:00	3600	60.7	96.2	66.8	65.1	56.2	45.3	42.9	40.2
	22:00:00	3600	60.1	95.6	66.6	64.9	52.9	41.3	39.9	37.9
	23:00:00	3600	60.1	95.6	66.5	64.7	53.2	40.4	37.9	36.2
18/12/2021	00:00:00	3600	56.9	92.5	64.4	61.3	44.4	36.0	34.2	32.7
	01:00:00	3600	56.3	91.8	64.3	60.9	41.2	32.5	31.5	30.4
	02:00:00	3600	53.3	88.8	60.2	53.8	33.7	29.2	28.6	27.8
	03:00:00	3600	53.6	89.2	61.2	56.4	35.7	29.4	28.8	27.7
	04:00:00	3600	53.2	88.8	60.8	56.1	36.6	29.7	28.8	28.1
	05:00:00	3600	56.4	92.0	63.8	60.7	41.6	31.4	30.5	29.6
	06:00:00	3600	57.1	92.7	64.3	62.1	47.1	36.5	34.4	32.7
	07:00:00	3600	57.5	93.0	64.7	62.3	47.5	37.5	35.9	34.7
	08:00:00	3600	60.6	96.2	67.1	65.3	54.6	44.0	42.0	40.0
	09:00:00	3600	62.2	97.8	67.9	66.4	58.5	47.8	45.7	41.8
	10:00:00	3600	63.1	98.7	68.8	67.5	60.1	47.9	45.0	41.1
	11:00:00	3600	63.2	98.7	68.6	67.4	60.5	48.4	46.2	43.4
	12:00:00	3600	63.3	98.9	68.9	67.6	60.3	48.8	46.7	43.8
	13:00:00	3600	63.2	98.8	68.7	67.4	60.3	50.1	47.7	44.2
	14:00:00	3600	63.2	98.8	68.9	67.4	60.2	48.4	46.0	42.6
	15:00:00	3600	63.4	98.9	69.2	67.6	60.4	49.4	47.0	43.8
	16:00:00	3600	63.4	99.0	69.0	67.6	60.7	49.6	46.9	44.4
	17:00:00	3600	63.2	98.7	68.9	67.4	60.3	49.3	47.0	42.8
	18:00:00	3600	62.7	98.2	68.2	66.8	58.9	48.0	46.2	43.4
	19:00:00	3600	61.5	97.1	67.5	66.1	57.6	46.5	43.8	38.3
	20:00:00	3600	60.5	96.1	66.9	65.1	55.2	42.5	39.8	35.8
	21:00:00	3600	58.6	94.2	65.3	63.3	50.7	37.7	35.1	32.1
	22:00:00	3600	58.8	94.3	66.1	64.0	49.1	35.8	33.7	31.1
	23:00:00	3600	58.6	94.2	65.7	63.5	49.6	36.4	34.2	30.4
19/12/2021	00:00:00	3600	57.2	92.8	65.0	62.7	43.7	30.2	29.3	28.5
	01:00:00	3600	56.1	91.7	63.9	60.0	37.7	27.8	27.3	26.8
	02:00:00	3600	53.3	88.9	61.3	54.6	31.7	27.0	26.8	26.4
	03:00:00	3600	52.9	88.5	60.1	53.3	31.1	26.7	26.4	25.9
	04:00:00	3600	52.7	88.2	59.9	52.9	29.1	26.6	26.4	26.1
	05:00:00	3600	54.3	89.9	61.5	55.8	33.8	27.7	27.2	26.0
	06:00:00	3600	54.5	90.1	62.5	58.7	39.0	29.7	28.6	27.6
	07:00:00	3600	55.5	91.0	62.8	59.3	40.6	29.2	28.5	27.5
	08:00:00	3600	56.9	92.5	64.3	62.1	45.6	33.2	31.3	28.6
	09:00:00	3600	58.9	94.5	65.9	64.1	50.0	38.2	36.0	32.5
	10:00:00	3600	61.0	96.5	67.2	65.7	55.0	41.8	39.5	36.9
	11:00:00	3600	61.5	97.1	67.5	66.0	56.9	44.6	41.6	37.8

	heure	durée [s]	L _{éq} [dB(A)]	SEL [dB(A)]	L(5) [dB(A)]	L(10) [dB(A)]	L(50) [dB(A)]	L(90) [dB(A)]	L(95) [dB(A)]	L(99) [dB(A)]
20/12/2021	12:00:00	3600	61.7	97.3	67.6	66.1	58.0	45.6	43.2	39.9
	13:00:00	3600	61.7	97.3	67.6	66.1	57.5	46.6	44.1	40.0
	14:00:00	3600	61.2	96.7	67.1	65.6	56.7	45.4	43.1	39.9
	15:00:00	3600	61.3	96.8	67.2	65.7	57.3	45.5	43.0	40.3
	16:00:00	3600	61.6	97.1	67.2	65.9	58.3	46.8	44.3	40.9
	17:00:00	3600	61.4	97.0	67.3	65.7	57.7	47.7	45.9	42.4
	18:00:00	3600	60.9	96.4	66.6	65.3	57.3	45.5	43.1	39.9
	19:00:00	3600	59.8	95.4	66.3	64.4	54.6	41.7	39.6	36.9
	20:00:00	3600	59.1	94.6	65.4	63.6	52.3	39.5	36.7	33.6
	21:00:00	3600	58.0	93.6	65.0	62.9	49.1	36.5	34.8	32.8
	22:00:00	3600	57.2	92.8	64.4	61.7	46.7	35.5	33.8	31.8
	23:00:00	3600	56.1	91.7	63.4	60.6	43.0	31.9	30.7	29.1
	00:00:00	3600	55.2	90.8	62.1	58.1	39.6	30.1	29.4	28.5
	01:00:00	3600	53.4	89.0	60.6	55.1	39.2	30.1	28.9	27.7
	02:00:00	3600	52.2	87.8	57.9	51.3	30.0	26.4	26.1	25.8
	03:00:00	3600	50.9	86.5	56.2	48.4	29.1	26.9	26.6	26.2
	04:00:00	3600	54.2	89.7	61.5	56.1	34.7	28.7	28.1	27.1
	05:00:00	3600	58.5	94.1	65.9	63.3	48.5	35.8	33.9	32.5
	06:00:00	3600	60.2	95.8	66.7	64.8	54.3	43.4	41.3	38.9
	07:00:00	3600	62.1	97.7	67.7	66.4	59.1	46.9	44.1	41.5
	08:00:00	3600	63.6	99.2	68.9	67.6	61.5	50.5	48.2	43.9
	09:00:00	3600	63.6	99.2	69.0	67.6	61.1	50.2	47.5	40.4
	10:00:00	3600	63.2	98.7	68.4	67.2	60.8	49.6	46.9	42.0
	11:00:00	3600	63.6	99.2	68.8	67.6	61.3	51.5	49.0	45.7
	12:00:00	3600	63.4	98.9	68.7	67.4	61.0	50.4	48.1	44.9
	13:00:00	3600	63.3	98.9	68.6	67.4	61.1	49.8	47.4	44.3
	14:00:00	3600	63.7	99.2	68.8	67.7	61.6	50.5	47.9	44.0
	15:00:00	3600	63.2	98.8	68.3	67.1	61.2	51.4	49.0	45.6
	16:00:00	3600	63.7	99.3	68.5	67.5	62.0	52.2	49.2	44.8
	17:00:00	3600	63.9	99.5	68.8	67.6	62.4	52.7	50.0	47.8
	18:00:00	3600	63.6	99.2	68.7	67.4	61.7	52.6	50.0	46.4
	19:00:00	3600	62.6	98.2	67.5	66.3	60.1	49.9	47.4	43.2
	20:00:00	3600	60.5	96.1	66.6	65.2	55.7	44.1	41.0	37.3
	21:00:00	3600	59.1	94.7	66.0	64.2	51.6	39.3	37.1	35.3
	22:00:00	3600	58.4	94.0	65.5	63.4	48.5	37.4	36.0	34.8
	23:00:00	3600	57.4	93.0	64.8	62.4	46.3	34.3	33.0	31.3
21/12/2021	00:00:00	3600	52.0	87.6	59.0	52.4	34.8	30.3	29.7	28.8
	01:00:00	3600	49.5	85.0	55.1	46.9	32.3	29.0	28.5	27.3
	02:00:00	3600	47.3	82.9	50.3	43.1	31.1	28.7	28.3	27.7
	03:00:00	3600	44.4	80.0	43.0	37.1	31.2	29.0	28.6	27.7
	04:00:00	3600	52.4	88.0	59.3	51.8	33.3	30.1	29.6	28.7
	05:00:00	3600	58.7	94.2	66.0	63.4	48.2	36.1	34.1	31.7

heure	durée [s]	L _{éq} [dB(A)]	SEL [dB(A)]	L(5) [dB(A)]	L(10) [dB(A)]	L(50) [dB(A)]	L(90) [dB(A)]	L(95) [dB(A)]	L(99) [dB(A)]
06:00:00	3600	60.1	95.6	66.3	64.7	54.1	43.6	41.3	39.2
07:00:00	3600	61.9	97.4	67.6	66.0	58.5	48.3	46.0	42.7
08:00:00	3600	63.7	99.3	69.1	67.8	61.4	52.0	50.1	47.6
09:00:00	3600	63.9	99.5	69.2	67.9	61.6	51.8	49.9	47.1
10:00:00	3600	63.6	99.2	69.0	67.7	61.1	51.5	49.4	46.9
11:00:00	3600	63.6	99.2	69.0	67.7	61.1	50.2	47.9	43.8
12:00:00	3600	63.8	99.4	69.1	67.8	61.7	49.3	46.6	42.9
13:00:00	3600	63.9	99.4	69.2	67.8	61.7	51.1	48.8	44.8
14:00:00	3600	63.6	99.2	68.8	67.7	61.4	50.2	47.4	41.8
15:00:00	3600	63.5	99.1	68.6	67.3	61.4	51.8	49.7	45.9
16:00:00	3600	63.9	99.5	68.7	67.5	62.3	52.1	49.5	46.5
17:00:00	3600	64.2	99.8	69.0	68.0	62.5	52.8	50.6	47.5
18:00:00	3600	63.6	99.1	68.5	67.4	61.8	52.1	50.0	47.0
19:00:00	3600	62.5	98.1	67.8	66.7	60.0	49.1	47.0	43.4
20:00:00	3600	61.6	97.1	67.5	66.0	57.6	45.6	43.5	39.1
21:00:00	3600	59.6	95.1	65.9	64.3	53.6	42.1	39.8	36.9
22:00:00	3600	59.0	94.5	66.3	63.9	49.0	37.3	36.0	34.4
23:00:00	3600	57.7	93.2	65.1	62.7	47.6	36.3	34.0	30.5
22/12/2021	00:00:00	3600	53.9	89.4	61.7	57.6	37.3	29.6	28.2
	01:00:00	3600	47.1	82.7	49.2	43.2	29.9	28.3	27.7
	02:00:00	3600	46.2	81.8	47.6	39.3	29.3	27.9	27.1
	03:00:00	3600	44.9	80.4	45.1	36.6	30.0	28.6	27.9
	04:00:00	3600	52.7	88.3	59.7	53.2	33.9	30.1	29.1
	05:00:00	3600	58.8	94.3	66.2	63.7	48.4	37.6	33.2
	06:00:00	3600	60.6	96.2	67.2	65.2	53.9	43.6	38.6
	07:00:00	3600	62.5	98.0	67.9	66.4	59.5	48.3	40.8
	08:00:00	3600	63.7	99.3	68.9	67.7	61.5	52.1	47.1
	09:00:00	3600	64.1	99.7	69.3	68.3	61.9	51.8	43.3
	10:00:00	3600	63.4	99.0	68.8	67.6	60.7	50.1	43.4
	11:00:00	1307	64.0	95.1	69.3	67.9	61.4	49.4	43.7

Tableau A.3

ANNEXE B – FUTURS NIVEAUX MAXIMAUX DEVANT LES BÂTIMENTS



Figure B.0.1

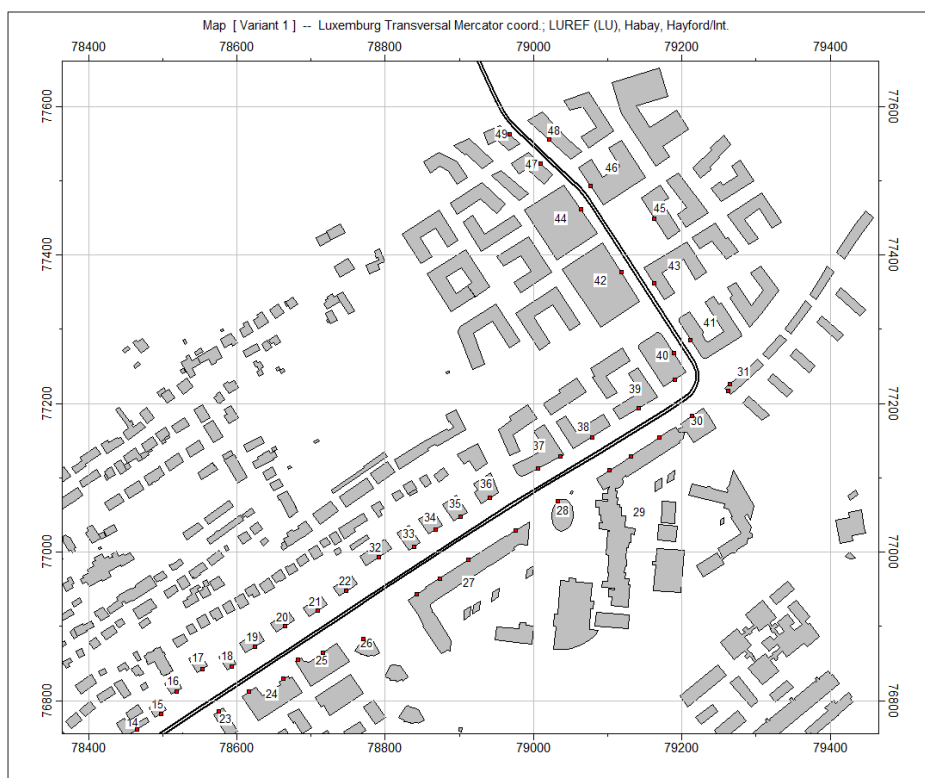


Figure B.0.2

Bâtiment	Hauteur point d'immission	Niveaux prédits	
		Jour (6h-22h) [dB(A)]	Nuit (22h-6h) [dB(A)]
01	1.5 m	44.2	42.0
	4.5 m	46.4	44.1
	7.5 m	46.9	44.7
	1.5 m	50.4	48.2
	4.5 m	52.5	50.3
	7.5 m	52.7	50.5
	1.5 m	48.9	46.6
	4.5 m	50.8	48.6
	7.5 m	51.5	49.3
	1.5 m	46.7	44.5
	4.5 m	48.2	46.0
	7.5 m	49.5	47.2
	1.5 m	45.2	42.9
	4.5 m	46.2	43.9
	7.5 m	47.1	44.9
	1.5 m	47.3	45.0
	4.5 m	48.6	46.4
	7.5 m	49.8	47.6
02	1.5 m	49.0	46.8
	4.5 m	51.3	49.1
	7.5 m	51.7	49.5
	1.5 m	50.1	47.9
	4.5 m	52.3	50.1
	7.5 m	52.4	50.2
	1.5 m	55.2	53.0
	4.5 m	55.5	53.2
	7.5 m	55.1	52.8
	1.5 m	49.9	47.6
	4.5 m	51.6	49.4
	7.5 m	52.5	50.3
	1.5 m	46.4	44.2
	4.5 m	47.7	45.5
	7.5 m	49.0	46.7
03	1.5 m	49.7	47.5
	4.5 m	51.6	49.4
	7.5 m	52.2	50.0
	1.5 m	50.0	47.7
	4.5 m	52.0	49.7
	7.5 m	52.3	50.1
04	1.5 m	53.8	51.6
	4.5 m	54.6	52.4
	7.5 m	54.4	52.2

Bâtiment	Hauteur point d'immission	Niveaux prédits	
		Jour (6h-22h) [dB(A)]	Nuit (22h-6h) [dB(A)]
05	1.5 m	52.9	50.7
	4.5 m	54.2	52.0
	7.5 m	54.1	51.9
06	1.5 m	53.3	51.0
	4.5 m	55.4	53.1
	7.5 m	55.5	53.3
	1.5 m	57.8	55.6
	4.5 m	58.0	55.7
	7.5 m	57.6	55.4
	1.5 m	51.2	49.0
	4.5 m	53.2	51.0
	7.5 m	53.5	51.2
07	1.5 m	52.9	50.7
	4.5 m	54.4	52.1
	7.5 m	54.4	52.2
08	1.5 m	54.1	51.9
	4.5 m	56.0	53.8
	7.5 m	56.1	53.9
09	1.5 m	53.5	51.3
	4.5 m	54.4	52.2
	7.5 m	54.2	52.0
10	1.5 m	49.8	47.6
	4.5 m	51.3	49.1
	7.5 m	52.5	50.3
11	1.5 m	51.3	49.1
	4.5 m	53.3	51.1
	7.5 m	53.6	51.4
12	1.5 m	51.2	48.9
	4.5 m	53.1	50.9
	7.5 m	53.4	51.1
13	1.5 m	50.5	48.3
	4.5 m	52.5	50.3
	7.5 m	52.9	50.7
14	1.5 m	50.5	48.3
	4.5 m	52.5	50.3
	7.5 m	52.9	50.7
15	1.5 m	51.1	48.9
	4.5 m	53.2	51.0
	7.5 m	53.7	51.4
16	1.5 m	48.6	46.4
	4.5 m	50.1	47.9
	7.5 m	51.5	49.3

Bâtiment	Hauteur point d'immission	Niveaux prédits	
		Jour (6h-22h) [dB(A)]	Nuit (22h-6h) [dB(A)]
17	1.5 m	46.8	44.6
	4.5 m	47.9	45.7
	7.5 m	49.0	46.8
18	1.5 m	49.6	47.4
	4.5 m	51.8	49.6
	7.5 m	52.1	49.9
19	1.5 m	48.3	46.1
	4.5 m	50.1	47.9
	7.5 m	51.0	48.8
20	1.5 m	48.5	46.3
	4.5 m	50.3	48.1
	7.5 m	51.2	48.9
21	1.5 m	49.6	47.4
	4.5 m	51.8	49.6
	7.5 m	52.1	49.9
22	1.5 m	50.8	48.6
	4.5 m	53.2	51.0
	7.5 m	53.4	51.2
23	1.5 m	52.1	49.9
	4.5 m	53.9	51.7
	7.5 m	53.8	51.6
24	1.5 m	48.5	46.3
	4.5 m	50.5	48.3
	7.5 m	51.2	49.0
	1.5 m	51.6	49.4
	4.5 m	53.3	51.1
	7.5 m	53.2	51.0
25	1.5 m	48.5	46.3
	4.5 m	50.5	48.2
	7.5 m	51.2	49.0
	1.5 m	51.4	49.2
	4.5 m	53.2	51.0
	7.5 m	53.2	51.0
26	1.5 m	47.2	45.0
	4.5 m	48.4	46.1
	7.5 m	49.4	47.2

Bâtiment	Hauteur point d'immission	Niveaux prédits	
		Jour (6h-22h) [dB(A)]	Nuit (22h-6h) [dB(A)]
27	1.5 m	47.9	45.7
	4.5 m	49.5	47.3
	7.5 m	50.6	48.4
	1.5 m	48.3	46.1
	4.5 m	50.0	47.8
	7.5 m	51.0	48.8
	1.5 m	49.5	47.2
	4.5 m	51.2	49.0
	7.5 m	52.2	50.0
	1.5 m	50.4	48.2
	4.5 m	52.0	49.8
	7.5 m	53.2	51.0
28	1.5 m	49.3	47.0
	4.5 m	51.1	48.8
	7.5 m	51.9	49.7
29	1.5 m	49.0	46.8
	4.5 m	50.8	48.6
	7.5 m	51.5	49.3
	1.5 m	49.2	47.0
	4.5 m	51.1	48.8
	7.5 m	51.7	49.5
	1.5 m	49.6	47.4
	4.5 m	51.5	49.3
	7.5 m	52.1	49.8
30	1.5 m	50.1	47.9
	4.5 m	52.2	50.0
	7.5 m	52.7	50.5
31	1.5 m	46.4	44.1
	4.5 m	47.6	45.4
	7.5 m	48.8	46.6
	1.5 m	46.4	44.2
	4.5 m	47.8	45.5
	7.5 m	49.0	46.8
32	1.5 m	47.0	44.8
	4.5 m	48.4	46.1
	7.5 m	49.6	47.4
33	1.5 m	49.8	47.5
	4.5 m	51.8	49.6
	7.5 m	52.2	50.0
34	1.5 m	49.5	47.2
	4.5 m	51.3	49.1
	7.5 m	52.1	49.8

Bâtiment	Hauteur point d'immission	Niveaux prédits	
		Jour (6h-22h) [dB(A)]	Nuit (22h-6h) [dB(A)]
35	1.5 m	52.0	49.8
	4.5 m	54.2	52.0
	7.5 m	54.5	52.3
36	1.5 m	52.2	50.0
	4.5 m	54.5	52.3
	7.5 m	54.8	52.5
37	1.5 m	49.8	47.5
	4.5 m	52.0	49.8
	7.5 m	52.4	50.2
	1.5 m	49.8	47.6
	4.5 m	52.0	49.8
	7.5 m	52.2	50.0
38	1.5 m	50.1	47.9
	4.5 m	52.2	50.0
	7.5 m	52.5	50.2
39	1.5 m	50.4	48.2
	4.5 m	52.5	50.3
	7.5 m	52.7	50.5
40	1.5 m	52.9	50.7
	4.5 m	55.1	52.9
	7.5 m	55.7	53.5
	1.5 m	53.1	50.9
	4.5 m	54.5	52.2
	7.5 m	54.7	52.5
41	1.5 m	53.9	51.7
	4.5 m	54.7	52.5
	7.5 m	54.7	52.5
42	1.5 m	54.2	52.0
	4.5 m	55.5	53.3
	7.5 m	55.3	53.1
43	1.5 m	56.0	53.8
	4.5 m	56.8	54.6
	7.5 m	56.7	54.5
44	1.5 m	53.8	51.5
	4.5 m	55.1	52.9
	7.5 m	55.1	52.9
45	1.5 m	45.3	43.1
	4.5 m	46.0	43.8
	7.5 m	46.7	44.5
46	1.5 m	54.8	52.5
	4.5 m	55.6	53.4
	7.5 m	55.5	53.3

Bâtiment	Hauteur point d'immission	Niveaux prédits	
		Jour (6h-22h) [dB(A)]	Nuit (22h-6h) [dB(A)]
47	1.5 m	54.0	51.8
	4.5 m	54.6	52.4
	7.5 m	54.4	52.2
48	1.5 m	50.6	48.4
	4.5 m	52.6	50.3
	7.5 m	52.8	50.6
49	1.5 m	55.0	52.8
	4.5 m	55.5	53.3
	7.5 m	55.2	53.0

Tableau B.1

ANNEXE C – CARTES DE BRUIT CALCULÉS

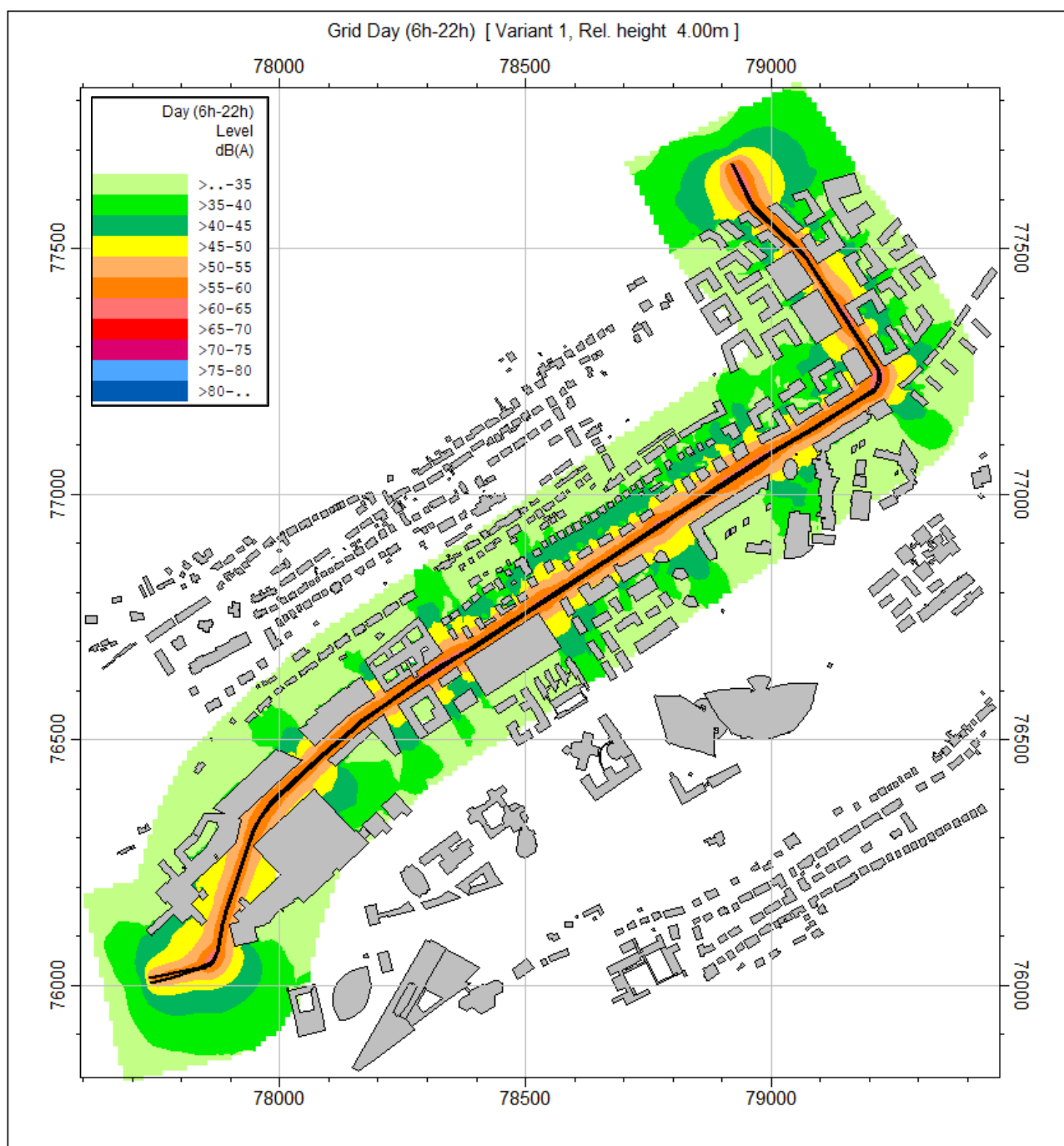


Figure C.0.1

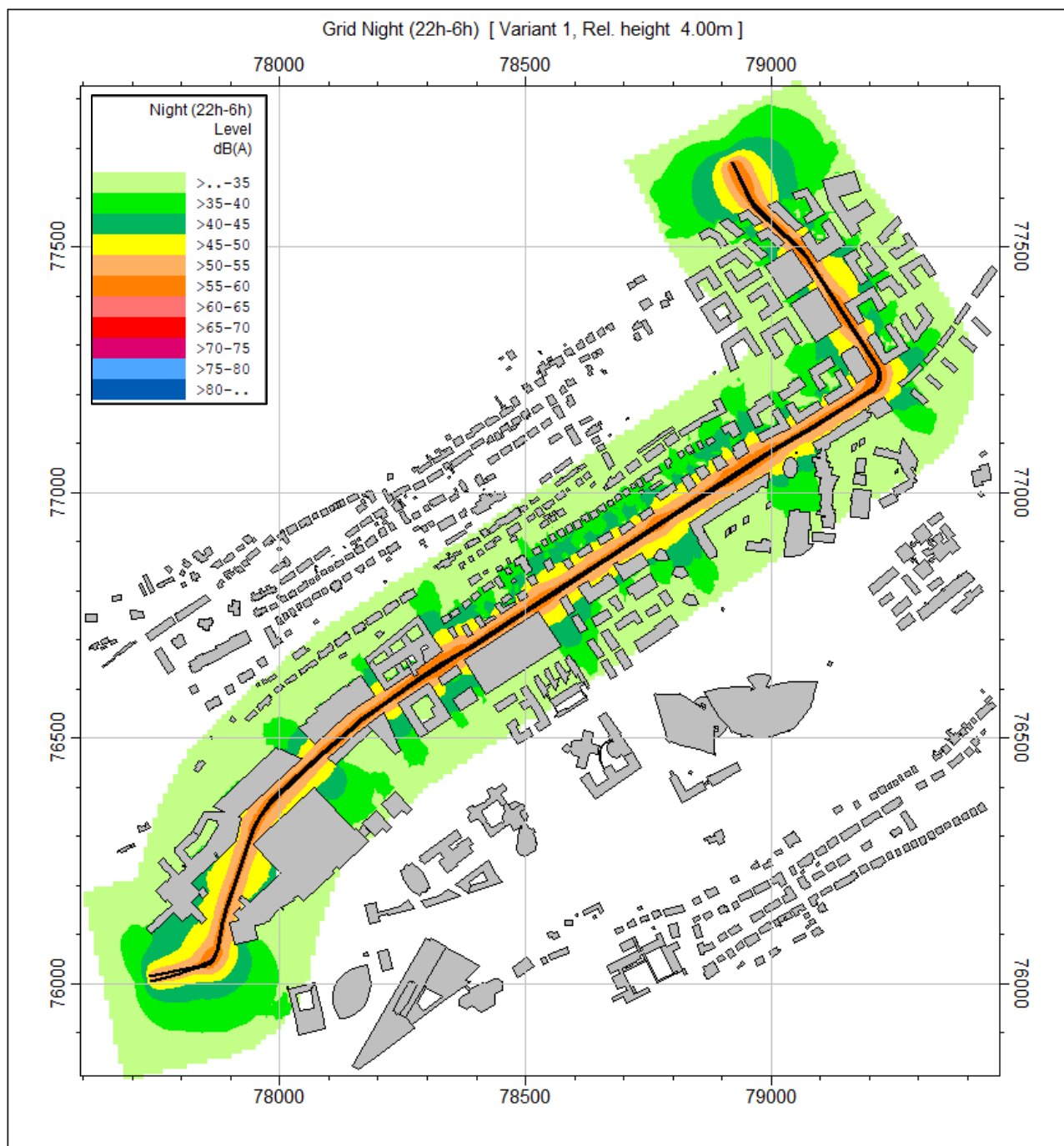


Figure C.0.2

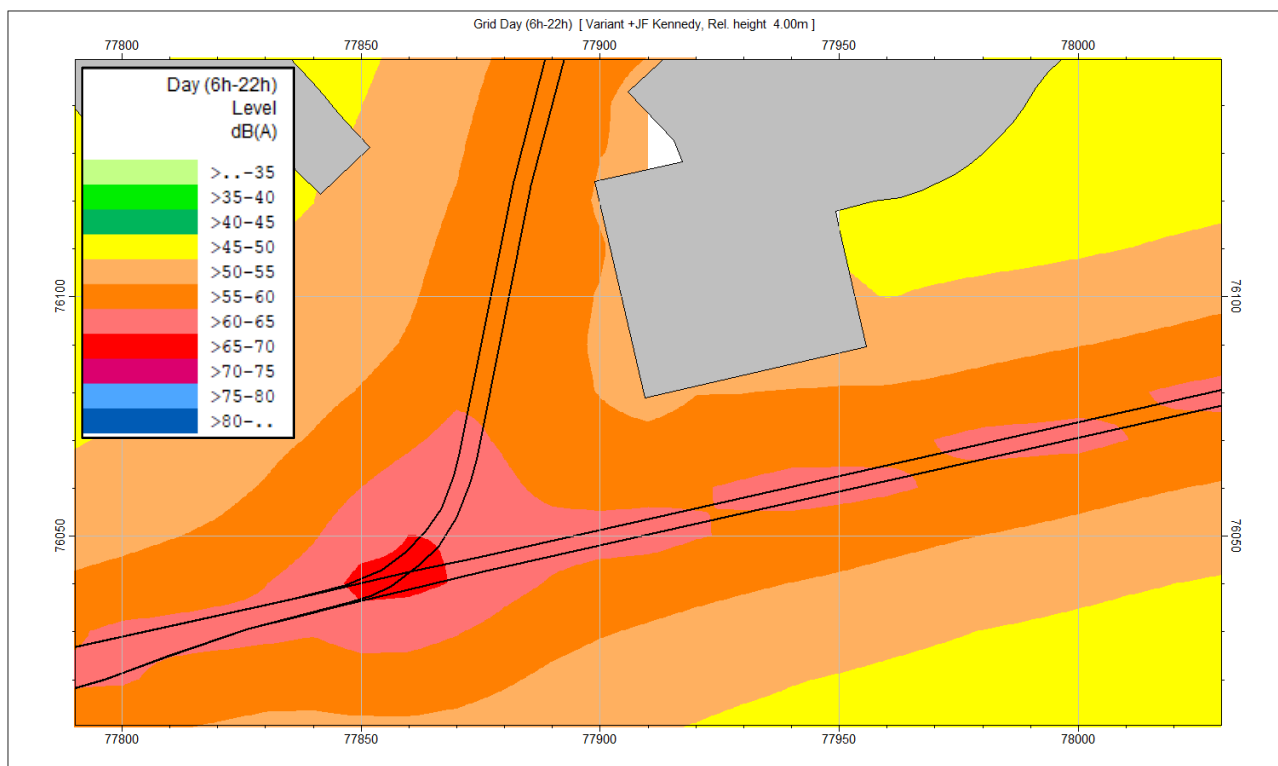


Figure C.0.3

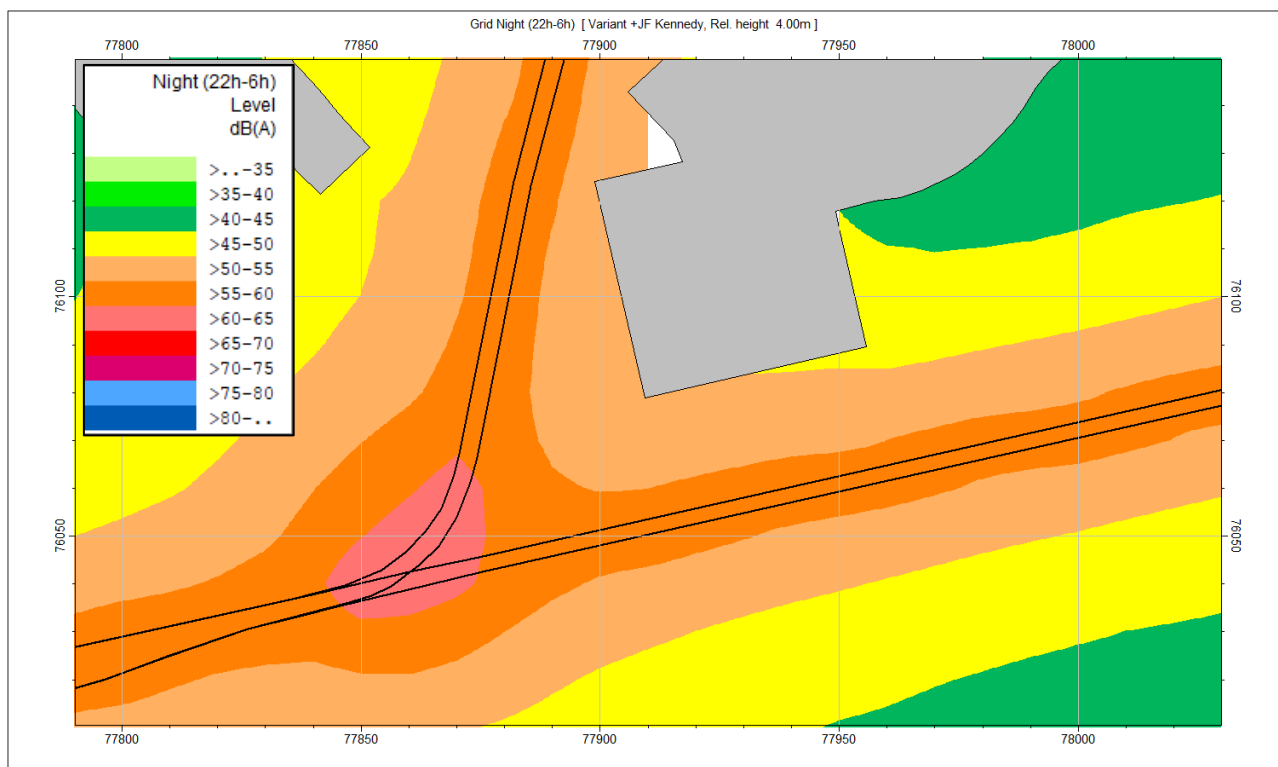


Figure C.0.4

ANNEXE D – CARTES DE BRUIT CALCULÉS – PHASE CHANTIER

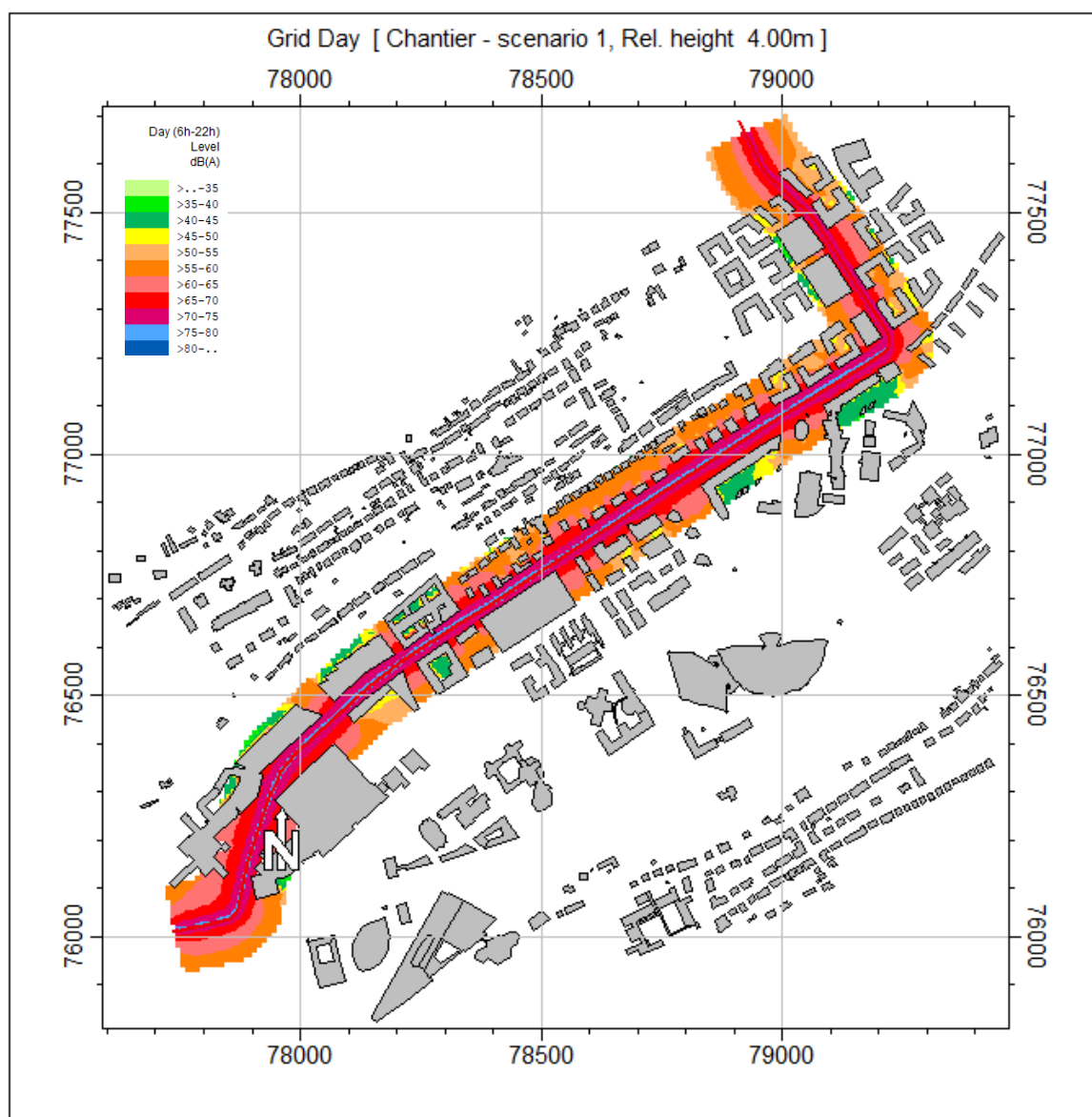


Figure D.0.1 – Scénario 1

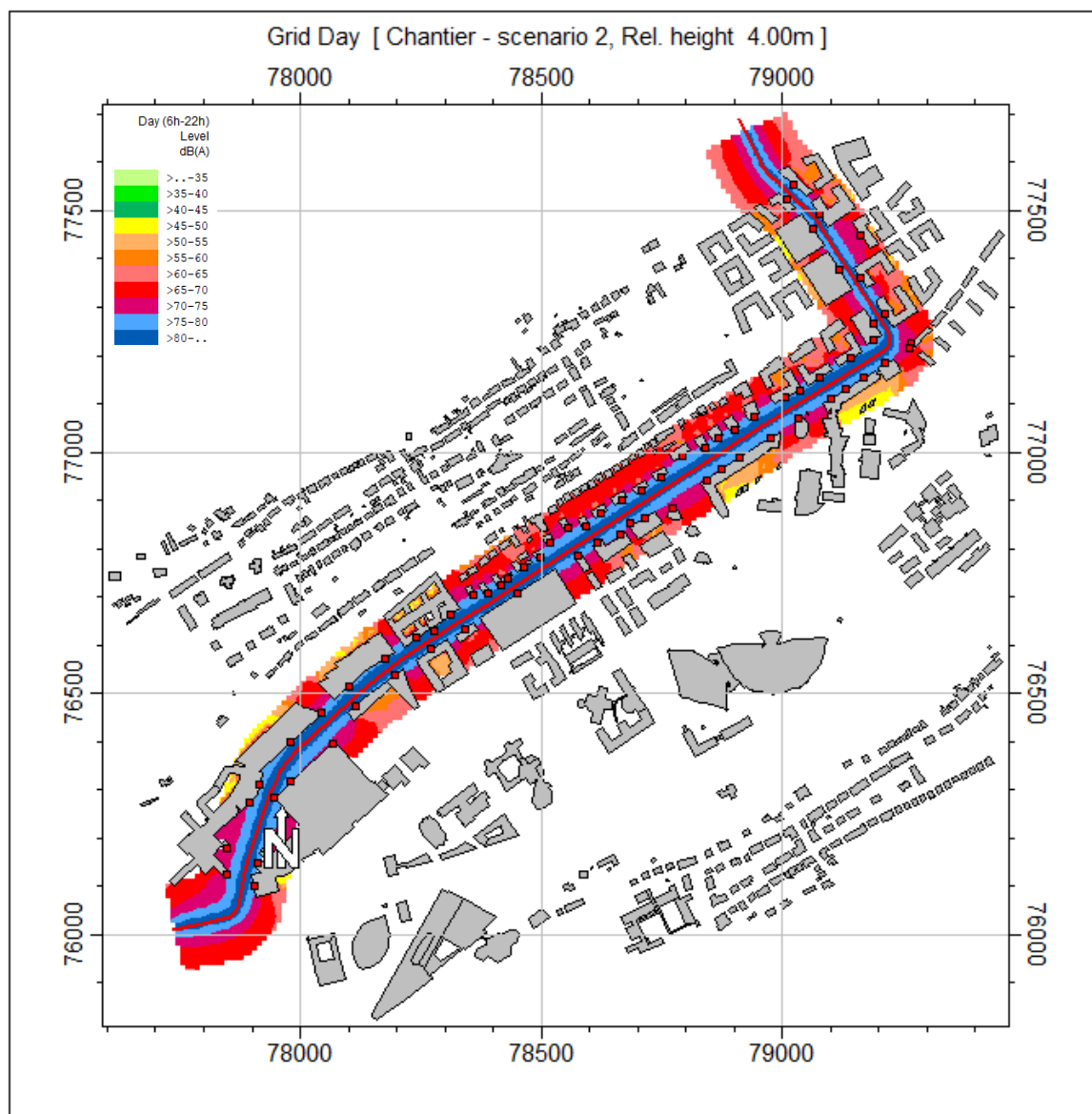


Figure D.0.2 – Scénario 2

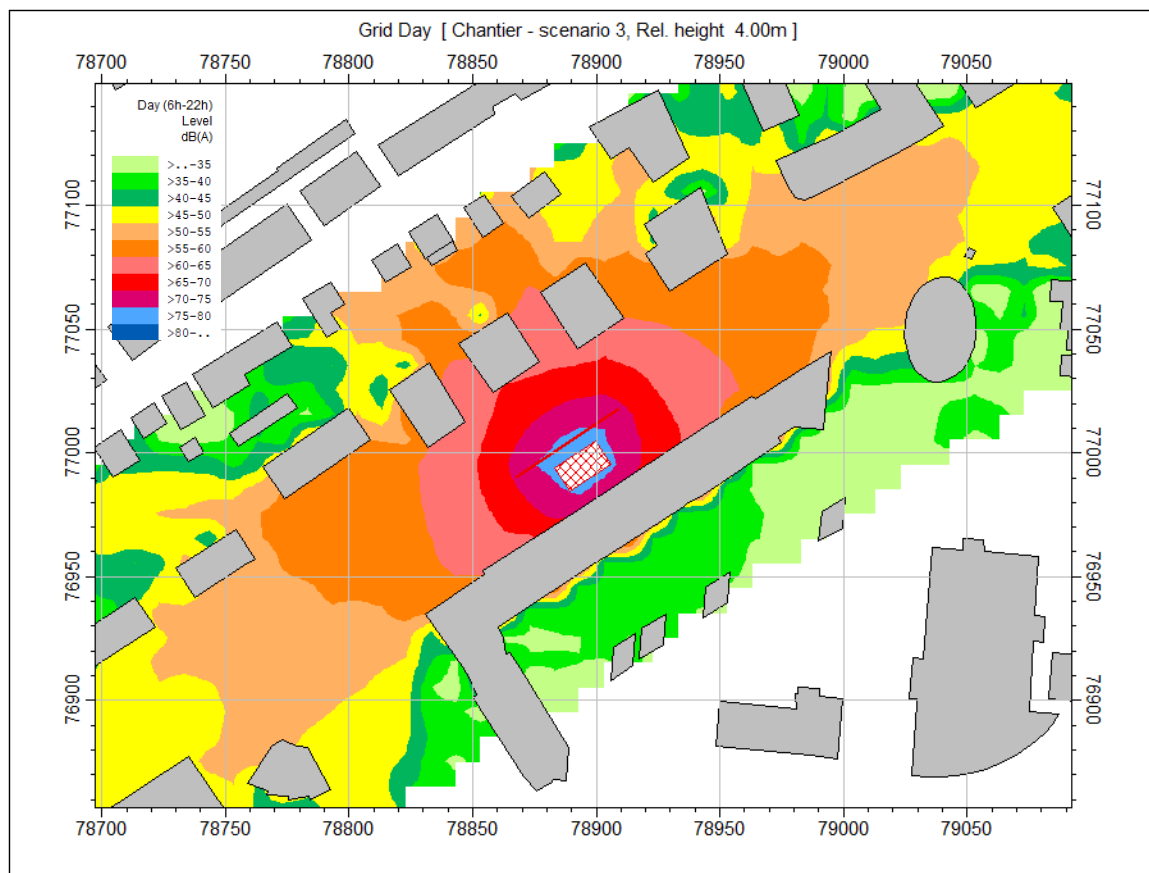


Figure D.0.3 – Scénario 3

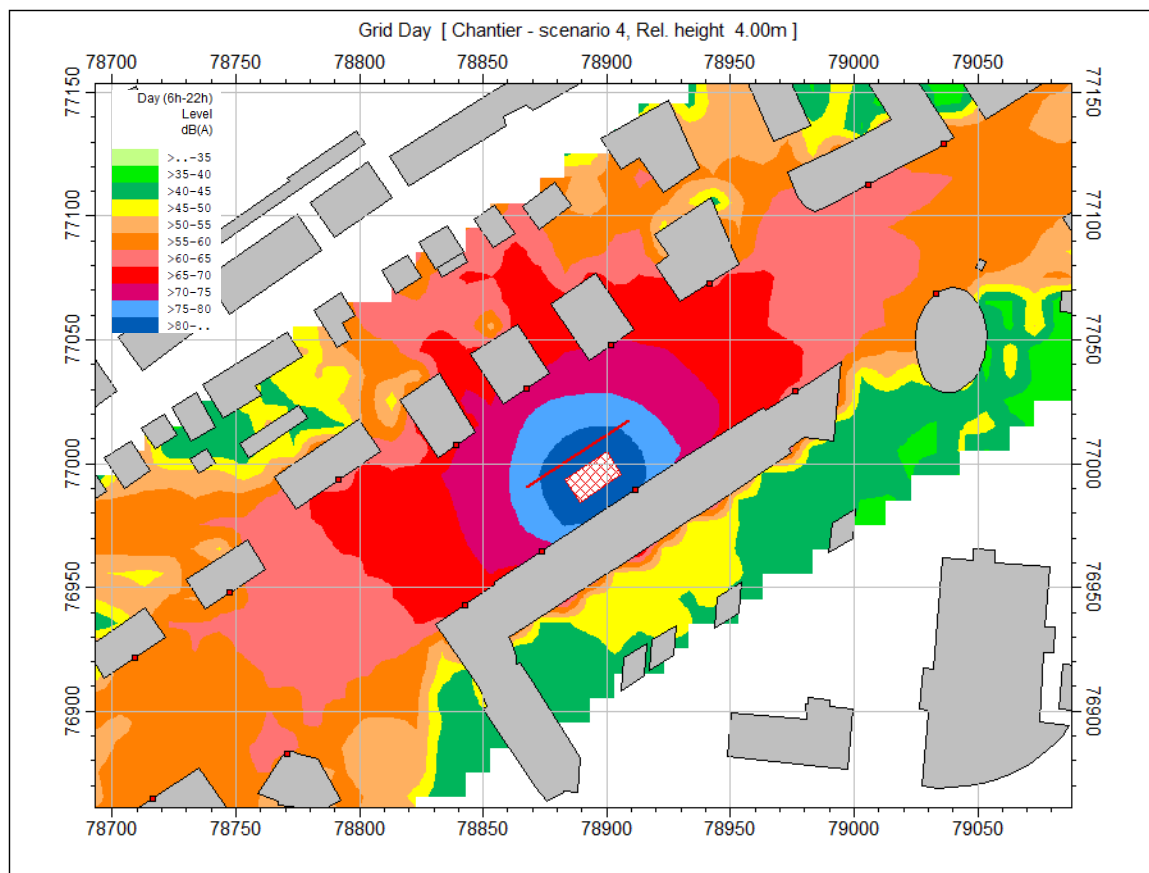


Figure D.0.4 – Scénario 4

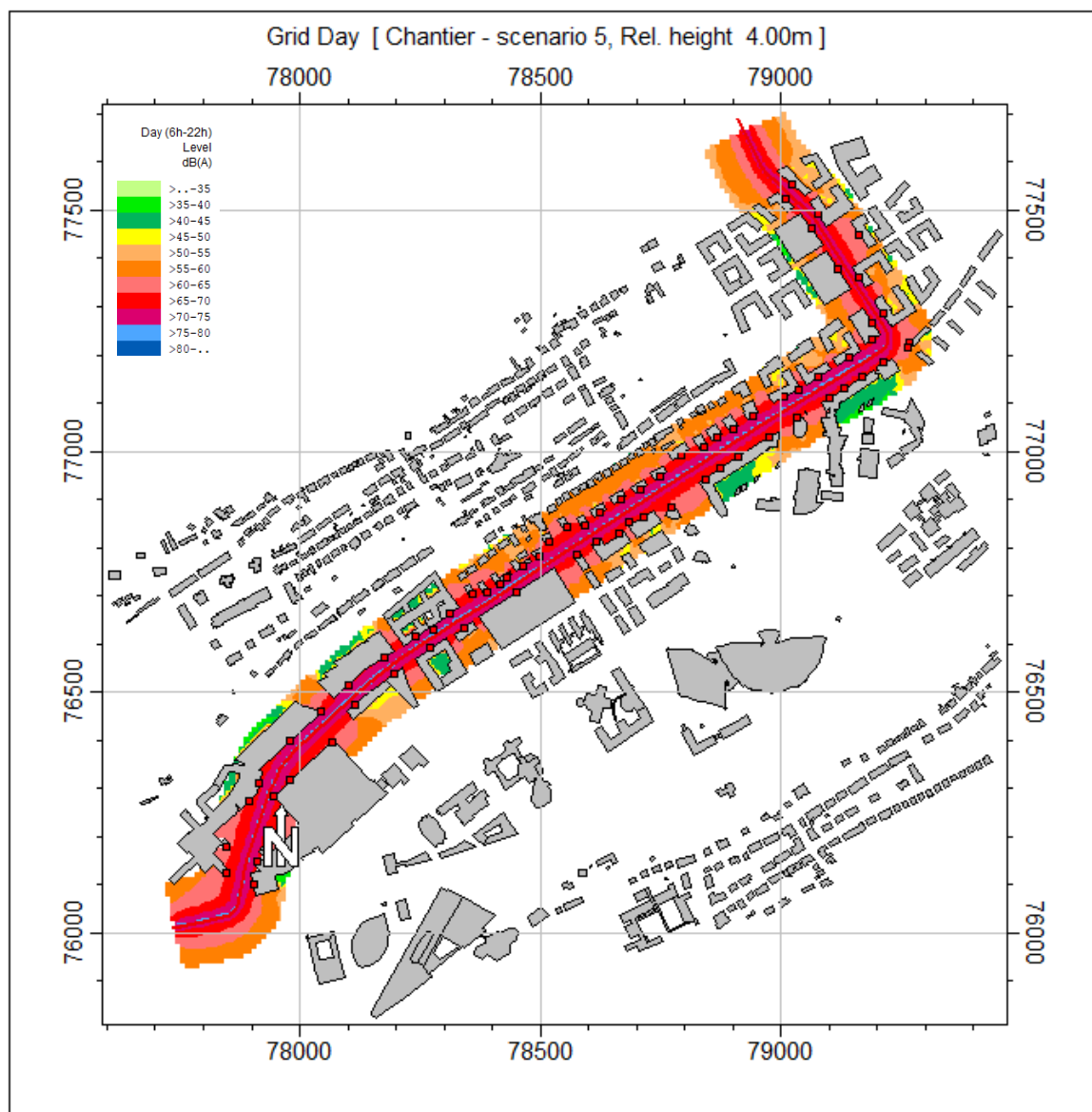


Figure D.0.5 – Scénario 5

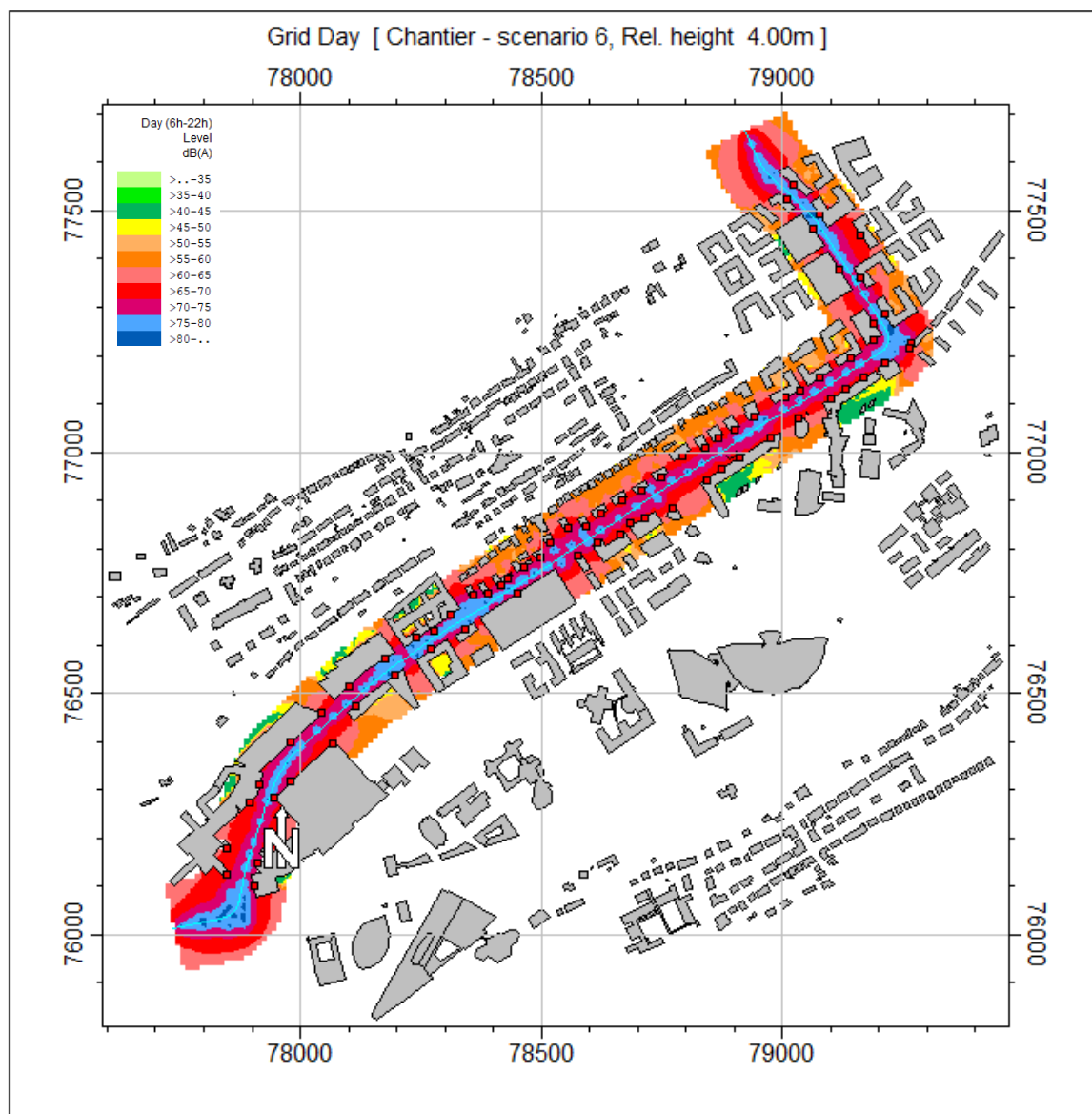


Figure D.0.6 – Scénario 6