4.

ENVIRONNEMENT SONORE & VIBRATOIRE

Version validée par la Commission de concertation réunie le 8 juillet 2025

BU UR
Part of Sweco

Table des matières

1 INTRODUCTION 3

1.1 Sources consultées 3

1.2 Méthode d'évaluation 4

1.3 Difficultés rencontrées / renseignements non obtenus 4

2 ANALYSE DE LA SITUATION EXISTANTE DE DROIT 5

2.1 Contexte réglementaire 5

2.2 Documents d'orientation 13

2.3 Valeurs guides et seuils d'intervention non réglementaires 21

2.4 Conclusion de la situation existante de droit 21

3 ANALYSE DE LA SITUATION EXISTANTE DE FAIT 23

3.1 environnement sonore 23

3.2 Environnement vibratoire 32

3.3 Conclusion de la situation existante de fait 33

1 INTRODUCTION

1.1 SOURCES CONSULTEES

1.1.1 Bibliographie

AGORA (ed.) (2001), *Etude d'Incidences Galilée (boulevard Galilée/rue Royale/rue Brialmont)*, Bruxelles

AGORA (ed.) (2001), *Etude d'Incidences Pachéco (Dexia Banque – boulevard Pachéco 44)*, Bruxelles

ARIES Consultants (ed.) (2008), *Effectenstudie : Renovatie en uitbreiding gebouwen D&F – site voormalig Rijksadministratief Centrum,* Bruxelles

Berglund B., Lindvall T. et Schwela D.H. (1999), *Guidelines for Community Noise*, World Health Organization, Genève. (Résumé en français des directives de l'OMS relatives au bruit dans l'environnement, disponible sur : http://www.who.int/docstore/peh/noise/bruit.htm)

Commission européenne (1996), *La politique future de lutte contre le bruit - Livre vert de la Commission européenne*, COM(96) 540

IBGE (2000), 'La lutte contre le bruit en milieu urbain dans la Région de Bruxelles-Capitale – plan 2000-2005', *Les Cahiers de l'IBGE*, n° 17

IBGE (2001), *Carte du bruit routier*

IBGE (2002), *Vademecum du bruit routier urbain*, volume 1, volet 1

IBGE (2003), 'Rapport intermédiaire de mise en œuvre' du plan *La lutte contre le bruit en milieu urbain dans la Région de Bruxelles-Capitale – plan 2000-2005*

IBGE (2004), *Vademecum du bruit routier urbain*, volume 1, volet 2 et volume 2

Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE), [en ligne], disponible sur: http://www.oecd.org

Berglund B., Lindvall T. et Schwela D.H. (1999), *Guidelines for Community Noise*, World Health Organization, Genève

SPF emploi, travail et concertation sociale avec le soutien de l'Union Européenne (2005), *Stratégie SOBANE gestion des risques professionnels, le Bruit*

Bruxelles Environnement (2018), *Les Valeurs Acoustiques Et Vibratoires Utilisées En Région De Bruxelles-Capitale*

Rapport d'incidences environnementales pour le PPAS Pachéco, Aries, Ville de Bruxelles, 2010-2012.

Rapport d'incidences environnementales pour le Permis d'urbanisme P396/2017, Aries, Ville de Bruxelles, 2017.

1.2 METHODE D'EVALUATION

1.2.1 Aire géographique considérée

L'aire géographique est limitée au périmètre du PPAS ainsi qu'aux voiries attenantes au site et aux immeubles les plus proches du périmètre.

Situé entre la rue Royale, le boulevard du Jardin Botanique et le boulevard Pachéco, le site de la Cité Administrative est coincé entre trois grands axes à forte circulation.

1.2.2 Grandes lignes du raisonnement utilisé

Cette thématique reprend les problématiques des émissions sonores et vibratoires, que ce soit celles générées par la circulation des trains sur les voies de chemin de fer que celles générées par les nouveaux développements : installations classées au sein des diverses affectations.

Le relevé de la situation existante comportera :

- L'inventaire et l'interprétation des mesures sonores (et vibratoires) disponibles dans l'aire géographique auprès du service compétent de Bruxelles Environnement ;
- L'inventaire des plaintes éventuellement enregistrées dans l'aire géographique auprès du service compétent de Bruxelles Environnement ;
- Sur base des données collectées, l'identification des "points noirs" dans l'environnement sonore et vibratoire, en attachant une attention particulière aux éléments suivants :
    - La petite ceinture ;
    - La jonction Nord-Midi ;
    - Les accès aux parkings ;
    - Le boulevard Pacheco ;
    - Les activités socio-culturelles sur le site du PPAS.

L'évaluation des incidences reposera sur les éléments suivants :

- Identification des avantages et désavantages des différents scénarios de programmation proposés sur les niveaux sonores et vibratoires attendus, sur base d'une évaluation qualitative ;
- Analyse de l'adéquation des zones d'implantation ainsi que des gabarits proposés en tenant compte des éventuelles propagations acoustiques et des éventuels effets de réverbération ;
- Estimation des diverses sources potentielles de bruit ;
- Evaluation qualitative des risques de nuisances sonores en relation avec le trafic routier au sein du site en fonction du revêtement des voiries importantes ;
- Evaluation de la pertinence et de la nécessité des dispositifs antivibratoires.

1.3 DIFFICULTES RENCONTREES / RENSEIGNEMENTS NON OBTENUS

Néant.

2 ANALYSE DE LA SITUATION EXISTANTE DE DROIT

2.1 CONTEXTE REGLEMENTAIRE

2.1.1 Plan Particulier d'Affectation du Sol « Pachéco » – AG 29.06.07

Dans ses recommandations, le PPAS Pachéco évoque les nuisances sonores à prendre en compte et à limiter :

- « Lors de l'introduction des permis d'urbanisme, prendre en compte les éventuels effets de réverbération et accorder une importance particulière à la diminution des nuisances acoustiques (matériaux et formes des nouvelles constructions, revêtements des espaces publics, isolation acoustique des immeubles, insonorisation des installations techniques, diminution des nuisances sonores dues aux transports en commun).
- Durant les travaux, veiller à bien respecter la tranquillité des habitants vivants déjà dans le périmètre du PPAS et avoisinant. Faire accéder les camions et engins de chantier sur le site par les boulevards du Jardin Botanique et Pachéco. Respecter strictement les heures normales de chantier.
- Veiller à modérer le trafic qui emprunte les rues de la Banque et Montagne de l'Oratoire afin de limiter les nuisances dues au trafic pour les nouveaux logements.
- Placer des équipements anti-bruit et anti-vibrations dans les infrastructures utilisées par la STIB et la SNCB lors de la rénovation de celles-ci. Prévoir, si nécessaire, des dispositifs antivibratoires, au niveau de la zone A4.
- Encourager l'usage partagé des espaces de cour et jardin : voir les possibilités d'utilisation de la cour de récréation comme plaine de jeux publique en-dehors des heures d'école et les possibilités de partage de l'espace de récréation entre l'école et la crèche tout en tenant compte des éventuelles nuisances auditives. »

2.1.2 Directive 2000/14/CEE du 08.05.00 fixant des émissions sonores pour les matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments

Cette directive fixe des limites maximales d'émission de bruit pour tout matériel destiné à être utilisé à l'extérieur des bâtiments. Par « matériel », la directive entend surtout les machines de chantier de type marteau-piqueur, …

2.1.3 Directive 2001/43/CEE du Parlement Européen et du Conseil du 27.06.01 modifiant la directive 92/23/CEE du Conseil relative aux pneumatiques des véhicules à moteur et de leurs remorques ainsi qu'à leur montage

Cette directive fixe les émissions maximales de bruit en matière de pneus et ce quel que soit le véhicule.

2.1.4 Directive 2002/49/CEE du Parlement européen et du Conseil du 25.06.02 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement

Cette directive définit une série d'indicateurs et une méthodologie d'évaluation. Elle fixe les critères « Zones calmes»,

« Zones bruyantes », … qui sont repris, entre autres, dans les cartographies. Elle demande aussi aux états membres de mettre en place une série de mesures en vue de lutter contre le bruit.

Cette directive a été transposée au niveau bruxellois par l'ordonnance du 1er avril 2004 concernant la transposition de la directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement (cf. infra).

L'objectif principal de cette directive est d'établir une approche commune dans la caractérisation et dans la lutte du bruit dans l'environnement. Pour ce faire, il a été défini deux indicateurs acoustiques, le L_{den} et le L_{night} :

- L_{den} : indicateur de bruit jour-soir-nuit, associé globalement à la gêne :

$$L_{den} = 10.log\frac{1}{24}\left(12.10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4.10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8.10^{\frac{L_{evening}+10}{10}}\right)$$

Où L_{day}, $L_{evening}$ et L_{night} sont les niveaux sonores pondérés A selon la norme ISO 1996-2:1987, déterminés respectivement sur l'ensemble des périodes de jour, de soirée et de nuit d'une année. La pondération A permet de mieux tenir compte de la sensibilité de l'oreille humaine

Le jour dure 12 heures, la soirée 4 heures et la nuit 8 heures ; les états membres peuvent diminuer la période 'soirée' d'une ou deux heures et allonger en conséquence la période 'jour' et/ou la période 'nuit'.

Le début du jour (et par conséquent, le début de la soirée et de la nuit) est déterminé par Etat membre ; les périodes par défaut sont de 7 à 19 heures, de 19 à 23 heures et de 23 à 7 heures.

- L_{night} : indicateur de bruit pour la période nocturne, associé aux perturbations du sommeil, tel que défini précédemment.

2.1.5 Ordonnances régionales

Le cadre réglementaire en matière de bruit en Région de Bruxelles-Capitale est constitué de l'ordonnance du 17 juillet 1997 relative à la lutte contre le bruit en milieu urbain.

Cette ordonnance a été modifiée par l'ordonnance du 1er avril 2004 concernant la transposition de la directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement.

A l'instar de la directive européenne, l'ordonnance définit des niveaux sonores moyens à long terme, pondérés A pour mieux tenir compte de la sensibilité de l'oreille humaine, à savoir :

- L_{day} : niveau sonore moyen à long terme pour le jour ;
- $L_{evening}$: niveau sonore moyen à long terme pour la soirée ;
- L_{night} : niveau sonore moyen à long terme pour la nuit.

Ces grandeurs sont déterminées selon la norme ISO 1996-2:1987.

Le jour dure 12 heures (de 7 à 19 heures), la soirée 4 heures (de 19 à 23 heures) et la nuit 8 heures (de 23 heures à 7 heures le lendemain).

De la même façon, est également défini le niveau de bruit global, L_{den} (day-evening-night), permettant de qualifier le niveau de bruit d'une période de 24 heures et déterminé à partir des niveaux L_{day}, $L_{evening}$ et L_{night}.

2.1.6 Arrêtés d'exécution

Différents arrêtés d'exécution précisent le contenu de l'ordonnance, parmi lesquels on peut citer :

- L'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 novembre 2002 relative à la lutte contre le bruit et les vibrations générés par les installations classées ;
- L'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 novembre 2002 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage ;
- L'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 février 2017 fixant les conditions de diffusion du son amplifié dans les établissements ouverts au public,
- L'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 23 novembre 2023 relatif à la lutte contre le bruit des avertisseurs sonores spéciaux.

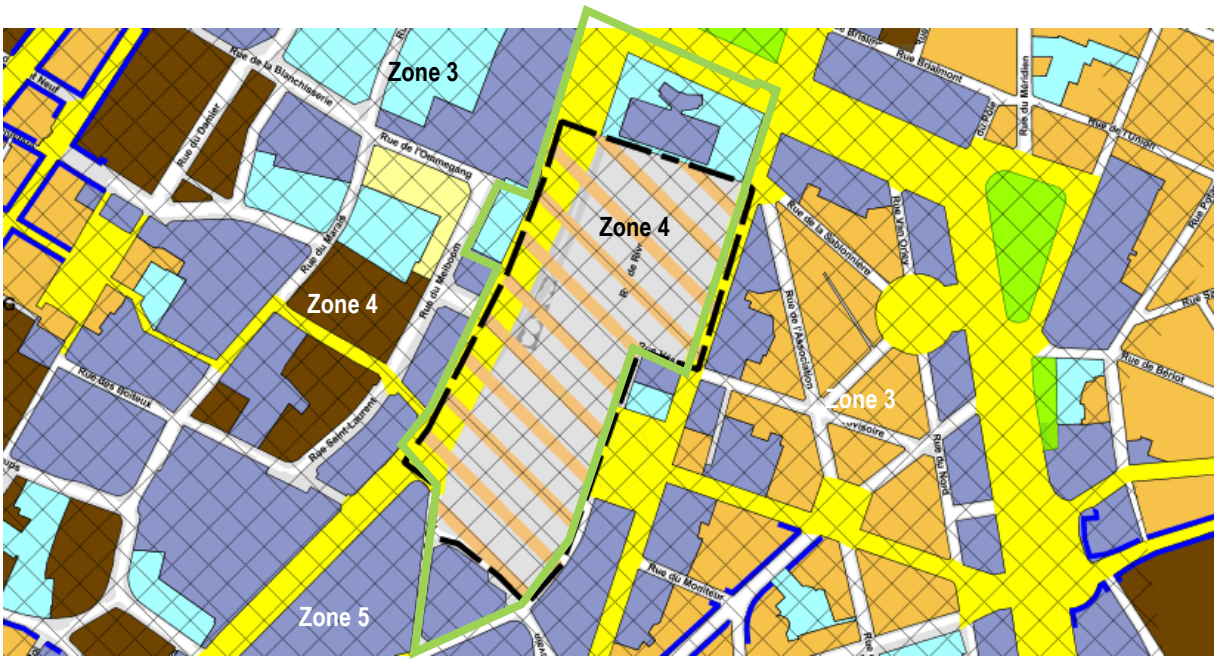
Bruits générés par les installations classées

L'AGRBC du 21 novembre 2002 relatif à la lutte contre le bruit et les vibrations générés par les installations classées a pour objet de fixer les conditions générales d'immission de bruit[1] à l'**extérieur** en provenance des installations classées, sauf exceptions. Cet arrêté, de même que celui relatif aux bruits de voisinage, s'applique à l'auteur des bruits émis.

Cela se traduit par la définition de **valeurs limites** de bruit admissibles en fonction de :

- La situation géographique (aux affectations du PRAS correspondent des zones acoustiques) ;
- Des heures d'exploitation ;
- Du fait qu'il s'agit de jours ouvrables ou non.

Les zones acoustiques sont numérotées de 1 à 6, par ordre de niveau d'exigences décroissant. Les conditions de mesure et d'analyse y sont également précisées.



1 Immission de bruit : bruit ressenti en un point récepteur donné (riverains, affectations sensibles, …).

	Affectation	Zone acoustique
	Zones d'habitation	Zone 2
	Zones mixtes	Zone 3
	Zones d'équipement d'intérêt collectif ou de service public	Zone 3
	Zones de forte mixité	Zone 4
	Zone d'intérêt régional	Zone 4
	Zones administratives	Zone 5
	Espaces structurants	-
	ZICHEE	-

Extrait du plan régional d'affectation du sol – PRAS (BruGIS, 2024)

Les zones d'affectations au sein du périmètre du PPAS Pachéco sont situées en zone acoustique de type 3, 4 et 5 (respectivement zone d'équipement d'intérêt collectif ou de service public, zone d'intérêt régional et zone administrative).

La législation prévoit, dans l'article 5 §2 de l'arrêté du 21 novembre 2002 relatif à la lutte contre le bruit et les vibrations générés par les installations classées, que « *lorsque les mesures sont effectuées dans une zone différente de celle d'où provient la source sonore, les valeurs* ***les plus strictes*** *sont d'application* ». Dans le cas présent ce sont donc les valeurs des zones d'intérêt régional et administratives qui seront en majorité utilisées.

Néanmoins, l'Administration de l'Environnement peut fixer, dans les permis d'environnement délivrés, des valeurs plus contraignantes que celles prévues dans l'arrêté, et ce conformément à l'article 1 de l'arrêté : « *sans préjudice de conditions plus strictes fixées dans le permis d'environnement, le présent arrêté fixe les conditions générales d'immission de bruit à l'extérieur en provenance d'installations classées (…)* ».

Les conditions générales d'application sont les suivantes :

Périodes	**Tranches horaires**			**Valeurs limites – L_{sp} (dB[A])**			
	Jours ouvrables	**Samedi**	**Dimanche et jours fériés**	**Zone 2**	**Zone 3**	**Zone 4**	**Zone 5**
A	07h - 19h	-	-	45	48	51	54
B	19h - 22h	07h - 19h	-	39 / 45[b]	42 / 48[b]	45 / 51[b]	48 / 54[b]
C	22h - 07h	19h - 07h (di)	07h - 07h (l…	33 / 39[ab]	36 / 42[ab]	39/45[ab]	42 / 48[ab]

a : Limites applicables aux installations dont le fonctionnement ne peut être interrompu

b : Limites applicables aux magasins pour la vente au détail

Valeurs limites du niveau de bruit spécifique L_{sp} généré par les installations classées

Dans ce tableau, le niveau spécifique (L_{sp}) représente le niveau sonore de la source considérée, abstraction faite de toute autre source de bruit. En effet, il est important d'isoler le bruit spécifiquement attaché au fonctionnement de l'établissement étudié. Le niveau de bruit spécifique est calculé[2] sur la base de la différence entre le bruit environnant total L_{tot} (mesuré lorsque les sources évaluées sont en fonctionnement) et le bruit ambiant L_f (mesuré lorsque les sources

[2] Art.6§1er. La méthode de fixation des niveaux Lf et Ltot repose sur l'analyse de l'histogramme non cumulé de classe 0,5 dB(A) tracé à partir des niveaux $L_{Aeq,1s}$ relevés durant la durée de mesure.

évaluées sont à l'arrêt), différence à laquelle est appliqué un facteur correctif (K) si des émergences tonales sont observées.

Ces arrêtés prévoient également un niveau de pointe (S_{pte}) qui ne peut être dépassé qu'un certain nombre de fois par heure (N).

Les valeurs limites d'application pour les émergences dues aux bruits de voisinage lorsque le bruit est perçu à l'intérieur d'un immeuble, non détaillées ici, sont également d'application pour les installations classées.

A noter que l'article 10 de l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale fixant la méthode de contrôle et les conditions de mesure de bruit précise que « *Lorsque des mesures de bruit sont effectuées hors de la propriété d'où provient la source sonore, le microphone muni d'un écran anti-vent peut être placé* ***en tout point extérieur*** *à la limite de la propriété concernée à l'exception des voies de circulation ou des parkings à ciel ouvert »*.

Bruits de voisinage

Les bruits de voisinage sont régis par l'**AGRBC du 21 novembre 2002 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage**. Par bruit de voisinage, on entend un bruit généré par toute source sonore audible dans le voisinage[3].

Comme pour le bruit des installations classées, cela se traduit par la définition de **valeurs limites** de niveaux de bruit admissibles en fonction de :

- La situation géographique (pour rappel, aux affectations du PRAS correspondent des zones acoustiques numérotées de 1 à 6) ;
- Des heures d'exploitation ;
- Du jour de la semaine (lundi à vendredi, samedi, dimanche, jour férié).

Les indicateurs, à savoir le **niveau de bruit spécifique (L_{sp})**, **seuil de pointe (S_{pte})** et le **seuil de pointe (S_{pte})** sont identiques à ceux considérés au niveau des installations classées. Les valeurs limites correspondantes sont également identiques.

En outre, il convient également de **limiter les émergences** dues aux bruits de voisinage extérieurs aux immeubles occupés ou intérieurs à ceux-ci mais extérieurs au local dans lequel les mesures sont réalisées. L'émergence correspond à la différence entre le niveau de bruit total L_{tot} et le niveau de bruit ambiant L_f lorsque la source est à l'arrêt. Il s'agit de prendre en compte les émergences de niveau, les émergences tonales et les émergences impulsionnelles, dans le cas où le niveau de bruit total est supérieur ou égal à 27 dB(A) et le niveau de bruit ambiant à prendre en compte doit être au minimum égal à 24 dB(A).

Des valeurs limites pour ces émergences (de niveau, tonales et impulsionnelles) sont définies en fonction du type de local et de la période de la journée (voir tableau ci-dessous).

[3] A l'exception de celui généré par les trafics aérien, routier, ferroviaire et fluvial, par les tondeuses à gazon et autres engins de jardinage actionnés par un moteur (sauf exceptions), les installations classées, les activités de la défense nationale, les activités scolaires, les activités de culte ; les activités sur la voie publique autorisées par l'ordonnance relative à la lutte contre le bruit en milieu urbain, les chantiers (sauf exceptions) ; les activités exercées sur la voie publique mentionnées à l'article 11 de l'ordonnance relative à la lutte contre le bruit en milieu urbain, les stands et aires de tirs.

Périodes	Tranches horaires			Type de local	Emergence de niveau [dB(A)]	Emergence tonale E [dB]	Emergence impulsionnelle [dB(A)]
	Jours ouvrables	Samedi	Dimanche et jours fériés				
A	07h-19h			Local de repos	6	6	10
				Séjour	6	6	10
				Service	12	12	15
B	19h-22h	07h-19h		Local de repos	6	6	10
				Séjour	6	6	10
				Service	12	12	15
C	22h-07h	Sa 19h-Di 07h	Di 07h-Lu 07h	Local de repos	3	3	5
				Séjour	6	6	10
				Local de repos	12	12	15

Valeurs limites des émergences dues aux bruits de voisinage extérieurs aux immeubles occupés ou intérieurs à ceux-ci mais extérieurs au local dans lequel les mesures sont réalisées (AGRBC du 21 novembre 2002)

Par ailleurs, l'arrêté stipule, dans son article 5 §2, que « lorsque les mesures sont effectuées dans une zone différente de celle d'où provient la source sonore, les valeurs les **plus strictes** sont d'application ». Dans ce cas, ce sont donc les valeurs limites des zones 1, 2 ou 3 qui devraient être prises en compte.

Sons amplifiés

L'arrêté « Son amplifié » établit une nouvelle règle générale : le niveau maximum du son amplifié est de 85 dB(A) sans conditions. Il prévoit deux exceptions à cette norme : les établissements peuvent diffuser, sous certaines conditions, à des volumes jusqu'à 95 dB(A) et même jusqu'à 100 dB(A).

Lorsque le niveau sonore atteint un maximum de 95 dB(A), les exploitants doivent informer le public sur les risques des niveaux sonores diffusés (à l'aide de pictogrammes adaptés) et afficher le niveau sonore en temps réel (grâce à un afficheur de niveaux sonores). Ils doivent également, s'ils désirent diffuser du son amplifié après minuit, enregistrer les niveaux sonores et conserver l'historique de ces enregistrements.

Lorsque le niveau sonore atteint un maximum de 100 dB(A), les exploitants doivent en outre :

- Mettre à disposition du public des protections auditives (bouchons) et une zone de repos auditif (où le niveau ne dépasse pas 85 dB(A)).
- Enregistrer les niveaux sonores et conserver l'historique de ces enregistrements.
- Désigner une personne de référence pour assurer le respect des conditions.

Pour les établissements qui désirent diffuser au-delà de 85 dB(A), l'arrêté prévoit également l'obligation de faire des mesures en niveau (C) car elles évaluent plus finement la pression sonore importante dans les basses fréquences. L'utilisation des deux types de mesures (A) et (C) permettra une estimation plus précise des risques pour l'oreille. Les mesures en dB(A) et en dB(C) doivent être visibles en continu par le public.

Catégorie	Mesure du niveau sonore	Type d'établissement
1	$L_{Aeq,\ 15\ minutes} \leq 85$ dB(A)	Restaurant, snack, café, salle de sport, magasin, grande surface…
2	85 dB(A) < $L_{Aeq,\ 15\ minutes,\ glissant} \leq 95$ dB(A) et $L_{Ceq,\ 15\ minutes,\ glissant} \leq 110$ dB(C)	Café dansant, café spectacle, maisons de jeunes, centre culturel… qui organisent des soirées dansantes et autres concerts.
3	95 dB(A) < $L_{Aeq,\ 60\ minutes\ glissant} \leq 100$ dB(A) et 110 dB(C) < $L_{Ceq,\ 60\ minutes,\ glissant} \leq 115$ dB(C)	Salle de concert, discothèque…

Valeurs maximales du son amplifié (AGRBC du 21 février 2017)

Bruit des avertisseurs sonores spéciaux

Cet arrêté définit des niveaux maximaux de bruits pour les avertisseurs sonores spéciaux en Région de Bruxelles-Capitale.

Durant la période jour, le niveau $L_{Aeq,1s,max}$ de l'ensemble des avertisseurs sonores spéciaux installés dans ou sur un véhicule d'urgence, mesuré à 7 mètres du véhicule d'urgence, ne dépasse pas le niveau maximum de 100dB(A). La gamme de fréquences autorisée de tout avertisseur sonore spécial s'étend de 350 Hz à 560 Hz. L'avertisseur sonore spécial est à 2 tons alternés dont les tons sont liés. La fréquence d'un cycle de 2 tons, égaux entre eux en durée, est de 25 à 30 par minute.

Durant la période nuit, le niveau $L_{Aeq,1s,max}$ de l'ensemble des avertisseurs sonores spéciaux installés dans ou sur un véhicule d'urgence, mesuré à 7 mètres du véhicule d'urgence, ne dépasse pas le niveau maximum de 90dB(A). La gamme de fréquences autorisée de tout avertisseur sonore spécial s'étend de 350 Hz à 560 Hz. L'avertisseur sonore spécial est à 2 tons alternés dont les tons sont liés. La fréquence d'un cycle de 2 tons, égaux entre eux en durée, est de 25 à 30 par minute.

Norme NBN S 01-400-1

La norme NBN S 01-400-1 fixe les critères acoustiques à prendre en compte pour les immeubles d'habitation. Cette norme contient entre autres des prescriptions vis-à-vis de l'isolation acoustique entre les appartements au sein du même immeuble mais aussi vis-à-vis du bruit ambiant et du bruit des installations techniques. Les critères de cette norme s'appliquent en tant que règles de bonne pratique et n'ont pas de valeur réglementaire.

La norme, dans sa version de 2008, distingue 2 niveaux de performance : confort acoustique normal et confort acoustique supérieur, pour lesquels des exigences sont définies. Dans le cadre du projet, il est prévu de répondre aux exigences du confort acoustique normal au sens de la norme de 2008.

En ce qui concerne l'isolation acoustique des façades, ces exigences se traduisent par un niveau d'isolement acoustique des façades, D_{Atr}, à respecter selon la nature des pièces concernées. Cet isolement acoustique est exprimé en fonction du niveau de bruit extérieur L_A auquel la façade est soumise (voir tableau ci-dessous).

	Confort acoustique normal	Confort acoustique supérieur
Living, salle à manger, cuisine, bureau et chambre à coucher (1)	$D_{Atr} \geq L_A - 34 + m$ dB * et $D_{Atr} \geq 26$ dB	$D_{Atr} \geq L_A - 30 + m$ dB * et $D_{Atr} \geq 30$ dB
Chambre à coucher (2)**	$D_{Atr} \geq 34 + m$ dB	

*La valeur m est égale à 3 dB si :

L'espace à protéger possède encore un autre pan de façade,

Les niveaux de bruit L_A auxquels les deux pans de façade sont exposés sont supérieurs ou égaux à 60 dB,

Les deux pans de façade contiennent au moins un élément de façade avec un indice d'affaiblissement acoustique pondéré $R_{Atr} < 48$ dB.

Dans tous les autres cas m = 0 dB.

** L'exigence (2) n'est d'application qu'en cas de bruit nocturne important dû au trafic régulier aérien ou ferroviaire provoquant, entre 22h du soir et 6h du matin, en un point de mesure à 2 m à l'extérieur devant le pan de façade d'une chambre à coucher, un $L_{Aeq,1s,max,T} \geq 70$ dB et dont on peut raisonnablement supposer que ce dépassement peut survenir au moins trois fois par nuit durant au moins une nuit par semaine.

Exigences relatives à l'isolation de façade selon la norme NBN S 01-400-1:2008 (ARIES, d'après NBN, 2021)

Une nouvelle version de la norme (NBN S 01-400-1:2022) a été publiée le 8 juillet 2022. Celle-ci distingue désormais 3 classes de performance : A (performance la plus élevée), B (performance supérieure) et C (performance de base). Le tableau ci-dessous reprend ces exigences. Le projet objet de l'étude n'est cependant pas « soumis » (bien que non réglementaire) à cette norme puisque la demande de permis d'urbanisme a été introduite avant le 1er janvier 2023 et que la période de coexistence entre le 2 normes a été fixée à 6 mois.

	Classes A et B	**Classe C**
Séjour, salle à manger, cuisine, bureau et chambre à coucher (1)	$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 30 + m$ dB * et $D_{Atr} \geq 32$ dB	$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 34 + m$ dB * et $D_{Atr} \geq 28$ dB
Chambre à coucher (2)	$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 25 + m$ dB *	$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 28 + m$ dB *
	$D_{Atr} \geq 34$ dB **	

*La valeur m est égale à 3 dB si le local à protéger possède encore un autre pan de façade, et si les deux pans de façade contiennent au moins une grille de ventilation ou un élément de façade avec un indice d'affaiblissement acoustique pondéré $R_{Atr} < 48$ dB.

> Dans tous les autres cas m = 0 dB.

** Ce critère n'est d'application que pour les façades des chambres à coucher exposées, en un point de mesure à 2 m à l'extérieur, à un $L_{Amax,3x,night} \geq 70$ dB causé par les passages de transport. Plus précisément, il s'agit du niveau de bruit nocturne (entre 23h et 7h) provoqué par un trafic régulier d'avion, de train, de tram ou de bus et dont on peut raisonnablement supposer que le dépassement du seuil de 70 dB survient au moins trois fois par nuit durant au moins une nuit par semaine.

Exigences relatives à l'isolation de façade selon la nouvelle norme NBN S 01-400-1:2022 (ARIES, d'après NBN, 2022)

Dans le cas d'un espace à protéger ne comprenant qu'une façade (m = 0), les exigences de la norme de 2008 pour un confort normal ne correspondent que partiellement à la classe C de la nouvelle norme de 2022, dans l'hypothèse où le niveau de bruit extérieur considéré dans la version de 2022 est égal à celui de la version de 2008 : $L_{A,day} = L_A$ et $L_{A,night} = L_A$.

En effet, pour cette classe C :

Dans le cas des **pièces de vie** et des **chambres à coucher** :

Le niveau d'isolement des façades D_{Atr} doit être supérieur ou égal à la différence entre le niveau de bruit extérieur en journée et 34 dB dans les deux versions de la norme.

Le niveau d'isolement des façades D_{Atr} doit être aussi supérieur ou égal à 28 dB (contre 26 dB pour le confort acoustique normal, dans la version de 2008).

Pour toutes les **chambres à coucher**, **quel que soit leur environnement sonore**, une deuxième condition est ajoutée, visant à ce que D_{Atr} soit supérieur ou égal à la différence entre le niveau de bruit extérieur (cette fois-ci pendant la nuit) et 28 dB.

Dans le cas des **chambres à coucher exposées à un niveau de bruit lié au trafic aérien ou ferroviaire $L_{Amax,3x,night} \geq 70$ dB** (anciennement $L_{Aeq,1s,max,T} \geq 70$ dB), la condition visant à ce que D_{Atr} soit supérieur ou égal à 34 dB est maintenue.

Les exigences de la classe C (performance de base) de la norme de 2022 sont donc plus contraignantes que celles du niveau de confort acoustique normal de la norme de 2008 (en considérant $L_{A,day} = L_A$ et $L_{A,night} = L_A$). Le simple

respect des exigences d'un confort normal (2008) ne permettra donc pas de garantir des performances minimales visées par la nouvelle version de la norme.

Normes vibratoires

En termes de vibrations, la **norme ISO 2631-2:2003 – Evaluation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps** fournit des niveaux de vibrations à ne pas dépasser, notamment dans les bâtiments.

La **norme allemande DIN 4150 – Vibrations aux bâtiments** définit des exigences et des valeurs indicatives à respecter afin de garantir que les occupants des bâtiments (notamment les logements) ne subissent pas de gêne excessive due aux vibrations.

La fiche documentée 56[4] de Bruxelles Environnement indique à propos de l'application de ces normes que :

Comme mentionné précédemment, celles-ci « *ne deviennent contraignantes que si elles sont inscrites dans un texte de loi (ordonnance, arrêté). C'est le cas dans l'article 5 de l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 novembre 2002, relatif à la lutte contre le bruit et les vibrations générés par les installations classées. L'arrêté en question impose des niveaux vibratoires inférieurs au niveau recommandé par la norme ISO 2631-2* » ;

Les « *conventions environnementales passées entre la Région et les sociétés de transports en commun* […] *ne sont pas des textes de loi ; elles définissent des objectifs de qualité en se référant aux normes ISO 2631 et DIN 4150. Dans ce cas, les normes n'ont pas de caractère légal et ne sont pas contraignantes sauf pour les signataires de la convention qui se sont engagés à les respecter* ».

2.2 DOCUMENTS D'ORIENTATION

2.2.1 Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE)

L'OCDE a déterminé trois zones chacune liées à des seuils de gêne.

- zone blanche : niveau LAeq inférieur à 55 dB(A)
- zone grise : niveau LAeq entre 55 et 65 dB(A)
- zone noire : niveau LAeq supérieur à 65 dB(A)

La durée d'observation est généralement fixée à 8h par jour.

2.2.2 Guidelines for Community Noise (OMS[5]) – 1999, 2009 et 2018[6]

Une première publication, fruit des travaux d'un groupe d'experts de l'OMS réuni en mars 1999, contient des valeurs qui peuvent servir de lignes directrices pour le bruit ambiant (elle énumère également les effets critiques pour la santé, depuis les nuisances jusqu'aux déficits auditifs). Cette publication a été mise à jour en 2009 puis en 2018. Les valeurs qui n'ont pas été mise à jour restent d'actualité.

Le tableau de synthèse ci-dessous, réalisé par Bruxelles Environnement avant la publication des nouvelles lignes directrices de 2018, reprend les valeurs guides de 1999, alors définies en fonction des lieux et locaux visés, de la période et de la durée, des activités, du niveau de gêne (modérée, sérieuse, …) et de 2009. Ces valeurs guides

[4] Source : fiche document n°56 de Bruxelles Environnement – Les vibrations : normes et cadre réglementaire en région bruxelloise
[5] Organisation Mondiale de la Santé
[6] Berglund B., Lindvall T. et Schwela D.H. (1999), *Guidelines for Community Noise*, World Health Organization, Genève

déterminent des objectifs de qualité de l'environnement sonore vers lequel le projet doit tendre pour obtenir une situation acoustique satisfaisante. A noter que ces valeurs n'ont pas d'effet contraignant. Les valeurs guides concernées par le projet sont mises en évidence par des encadrés rouges.

Valeurs acoustiques recommandées par l'OMS

Source : basé sur "Guidelines for community noise" (WHO 1999) et "Night noise guidelines for Europe" (WHO 2009)

		Lieu	Période	
			Journée / Soirée	Nuit
Valeur guide		Extérieur Zone résidentielle	50 dB(A) (16h) Gêne modérée 55 dB(A) (16h) Gêne sérieuse	40 dB(A) (8h)
Valeur intermédiaire à court terme *	L_{Aeq}			55 dB(A) (8h)
Valeur maximale évènementielle	L_{Amax}			
Valeur guide	L_{Aeq}	Extérieur écoles, plaines de jeux (source externe)	55 dB(A) (pendant les jeux)	
Valeur maximale évènementielle	L_{Amax}			
Valeur guide	L_{Aeq}	Extérieur zone industrielle	70 dB(A) (16h)	70 dB(A) (8h)
Valeur maximale évènementielle	L_{Amax}		110 dB(A)	110 dB(A)
Valeur guide	L_{Aeq}	Extérieur cérémonies, festivals (moins de 5 fois par an)	100 dB(A) (4h)	
Valeur maximale évènementielle	L_{Amax}		110 dB(A) (4h)	
Valeur guide	L_{Aeq}	Extérieur zones de préservation de la nature, parcs	Le plus bas possible	
Valeur maximale évènementielle	L_{Amax}			
Valeur guide	L_{Aeq}	Extérieur et intérieur conférences et discours publics	85 dB(A) (1h)	
Valeur maximale évènementielle	L_{Amax}		110 dB(A) (1h)	
Valeur guide	L_{Aeq}	Intérieur local de repos / chambre	35 dB(A) (16h)	30 dB(A) (8h)
Valeur maximale évènementielle	L_{Amax}			42 dB(A) **
Valeur guide	L_{Aeq}	Intérieur local d'étude	35 dB(A) (16h)	
Valeur maximale évènementielle	L_{Amax}			
Valeur guide	L_{Aeq}	Intérieur hôpital, local de soins	30 dB(A) (16h)	30 dB(A) (8h)
Valeur maximale évènementielle	L_{Amax}			40 dB(A)
Valeur guide	L_{Aeq}	Intérieur local industriel	70 dB(A) (16h)	70 dB(A) (8h)
Valeur maximale évènementielle	L_{Amax}		110 dB(A)	110 dB(A)
Valeur guide	L_{Aeq}	Musique amplifiée casques et écouteurs	85 dB(A) (1h)	
Valeur maximale évènementielle	L_{Amax}		110 dB(A) (1h)	
Valeur guide	L_{Aeq}	Bruits impulsifs armes à feu, feux d'artifice, jouets		
Valeur maximale évènementielle - valeur de pic à 100 mm de l'oreille			Adultes : 140 dB(A) Enfants : 110 dB(A)	

** La valeur intermédiaire à court terme ne garantit pas la protection de la santé des populations fragiles (en particulier les enfants, les personnes malades et les personnes âgées)*

*** Seuil d'éveil conscient par le bruit des transports*

Valeurs acoustiques recommandées par l'OMS (Bruxelles Environnement, d'après OMS, 2018)

Les nouvelles lignes directrices émises en 2018 font la distinction entre différents types de sources (trafic routier, trafic ferroviaire, trafic aérien, éoliennes et loisirs). Le tableau ci-dessous reprend les lignes directrices concernées par le projet.

	Journée (L_{den}) [dB(A)]	**Nuit (L_{night}) [dB(A)]**	**$L_{Aeq,24h}$ (moyenne annuelle)**
Bruit routier	53	45	-
Bruit ferroviaire	54	44	-
Bruit aérien	45	40	-
Loisirs	-	-	70

Nouvelles lignes directrices du Bureau Régional de l'OMS (OMS, 2018)

Ces nouvelles lignes directrices se substituent à celles de 1999. Cependant, ces dernières restent d'application dans les cas non couverts par les plus récentes. Les nouvelles lignes directrices sont en outre complémentaires à celles émises en 2009, relatives au bruit de nuit.

Fonctions sensibles

Au-delà de ces normes génériques, les différentes publications définissent aussi des fonctions plus ou moins sensible au bruit, avec des normes particulières. Les fonctions pertinentes au projet sont reprises et détaillées ci-dessous.

La notion de fonctions sensibles au bruit, telle qu'avancée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), souligne l'importance de l'environnement sonore dans les espaces où le calme et la tranquillité sont essentiels pour le bien-être et le fonctionnement des individus. Les logements, en tant que lieux de vie et de repos, doivent offrir une protection contre le bruit excessif pour assurer un sommeil réparateur et prévenir les effets néfastes sur la santé mentale et physique des habitants. Les hôpitaux et maisons de repos, où les personnes requièrent un environnement paisible pour une guérison optimale ou pour une qualité de vie adéquate en fin de vie, doivent également être conçus en tenant compte de l'isolation acoustique. Les crèches et les écoles, pour leur part, sont des lieux d'apprentissage et de développement où le bruit peut non seulement distraire et réduire l'efficacité de l'enseignement, mais aussi impacter négativement la concentration et l'audition des jeunes enfants. L'OMS recommande donc des normes strictes de contrôle du bruit pour ces fonctions sensibles, afin de promouvoir des environnements sains pour tous.

Logements

Les effets typiques du bruit dans les logements sont la perturbation du sommeil, la gêne et l'interférence avec la parole. Pour des chambres à coucher, l'effet critique est la perturbation du sommeil. Les valeurs guides à l'intérieur des chambres à coucher sont de 30 dB L_{Aeq} pour le bruit continu et de 45 dB $L_{Amaximum}$ pour des événements sonores simples.

Ecoles, crèches et les jardins d'enfants

Pour les écoles, les effets critiques du bruit sont l'interférence avec la parole, la perturbation de l'extraction de l'information (par exemple, la compréhension et l'acquisition de la lecture), la perturbation de la transmission de messages et la gêne. Afin, pour entendre et comprendre les messages parlés dans des salles de la classe, le niveau sonore de fond ne devrait pas excéder 35 dB L_{Aeq} pendant les cours. Pour les cours de récréation le niveau sonore du bruit induit par des sources extérieures ne devrait pas excéder 55 dB L_{Aeq}, la même valeur que pour des zones résidentielles extérieures pendant la journée.

Les effets et valeurs guides des écoles s'appliquent également aux jardins d'enfants. Dans les salles de repos des jardins d'enfants, pendant les heures de sommeil, ce sont les valeurs guides des chambres à coucher qui devraient s'appliquer.

Hôpitaux et maisons de repos

Pour les hôpitaux et les maisons de repos, l'OMS recommande des niveaux de bruit intérieurs ne dépassant pas 30 décibels (dB) la nuit pour prévenir les perturbations du sommeil, et un pic sonore ne devant pas excéder 40 dB pour éviter les réveils soudains. Ces normes sont conçues pour réduire les risques de perturbations et de stress chez les patients, qui peuvent entraver le processus de guérison ou nuire à la qualité de vie dans les maisons de repos.

Parcs naturels et zones protégées

De grandes zones extérieures calmes devraient être préservées et un taux signal/bruit bas doit y être conservé.

Effets spécifiques sur la santé[7]

Perturbation du sommeil – à partir de 30 dB(A)

Les bruits de l'environnement, générés par les routes, les voies ferrées et le trafic aérien au voisinage des aéroports ou ceux perçus au voisinage des activités industrielles, artisanales, commerciales ou de loisir sont à l'origine d'effets importants sur la santé des personnes exposées. La première fonction affectée par l'exposition à des niveaux de bruits excessifs est le sommeil.

Occupant environ un tiers de notre vie, le sommeil est indispensable pour récupérer des fatigues tant physiques que mentales de la période de veille. Le sommeil n'est pas un état unique mais une succession d'états, strictement ordonnés : durée de la phase d'endormissement, réveils, rythme des changements de stades (sommeil léger, sommeil profond, périodes de rêves) Des niveaux de bruits élevés ou l'accumulation d'évènements sonores perturbent cette organisation complexe de la structure du sommeil et entraînent d'importantes conséquences sur la santé des personnes exposées alors même qu'elles n'en ont souvent pas conscience

Perturbations du temps total du sommeil :

- Durée plus longue d'endormissement : il a été montré que des bruits intermittents d'une intensité maximale de 45 dB(A) peuvent augmenter la latence d'endormissement de plusieurs minutes ;
- Éveils nocturnes prolongés : le seuil de bruit provoquant des éveils dépend du stade dans lequel est plongé le dormeur, des caractéristiques physiques du bruit et de la signification de ce dernier (par exemple, à niveau sonore égal, un bruit d'alarme réveillera plus facilement qu'un bruit neutre) ; des éveils nocturnes sont provoqués par des bruits atteignant 55 dB(A) ;
- Éveil prématuré non suivi d'un ré-endormissement : aux heures matinales, les bruits peuvent éveiller plus facilement un dormeur et l'empêcher de retrouver le sommeil.

Modification des stades du sommeil : la perturbation d'une séquence normale de sommeil est observée pour un niveau sonore de l'ordre de 50 dB(A) même sans qu'un réveil soit provoqué ; le phénomène n'est donc pas perçu consciemment par le dormeur. Ces changements de stades, souvent accompagnés de mouvements corporels, se font au détriment des stades de sommeil les plus profonds et au bénéfice des stades de sommeil les plus légers.

A plus long terme : si la durée totale de sommeil peut être modifiée dans certaines limites sans entraîner de modifications importantes des capacités individuelles et du comportement, les répercussions à long terme d'une réduction quotidienne de la durée du sommeil sont plus critiques. Une telle privation de sommeil entraîne une fatigue chronique excessive et de la somnolence, une réduction de la motivation de travail, une baisse des performances, une anxiété chronique. Les perturbations chroniques du sommeil sont sources de baisses de vigilance diurnes qui peuvent avoir une incidence sur les risques d'accidents.

L'organisme ne s'habitue jamais complètement aux perturbations par le bruit pendant les périodes de sommeil: si cette habituation existe sur le plan de la perception, les effets, notamment cardio-vasculaires, mesurés au cours du sommeil montrent que les fonctions physiologiques du dormeur restent affectées par la répétition des perturbations sonores.

Effets psycho physiologiques – 65-70 dB(A)

Chez les travailleurs exposés au bruit, et les personnes vivant près des aéroports, des industries et des rues bruyantes, l'exposition au bruit peut avoir un impact négatif sur leurs fonctions physiologiques. L'impact peut être temporaire mais parfois aussi permanent. Après une exposition prolongée, les individus sensibles peuvent développer des troubles permanents, tels que de l'hypertension et une maladie cardiaque ischémique. L'importance et la durée des troubles sont déterminées en partie par des variables liées à la personne, son style de vie et ses conditions

[7] Résumé d'orientation des Directives de l'OMS relatives au bruit dans l'environnement.

environnementales. Les bruits peuvent également provoquer des réponses réflexes, principalement lorsqu'ils sont peu familiers et soudains.

Les travailleurs exposés à un niveau élevé de bruit industriel pendant 5 à 30 ans peuvent souffrir de tension artérielle et présenter un risque accru d'hypertension. Des effets cardio-vasculaires ont été également observés après une exposition de longue durée aux trafics aérien et automobile avec des valeurs de LAeq 24h de 65-70db(A). Bien que l'association soit rare, les effets sont plus importants chez les personnes souffrant de troubles cardiaques que pour celles ayant de l'hypertension. Cet accroissement limité du risque est important en termes de santé publique dans la mesure où un grand nombre de personnes y est exposé.

Effets sur les performances

Il a été montré, principalement pour les travailleurs et les enfants, que le bruit peut compromettre l'exécution de tâches cognitives. Bien que l'éveil dû au bruit puisse conduire à une meilleure exécution de tâches simples à court terme, les performances diminuent sensiblement pour des tâches plus complexes. La lecture, l'attention, la résolution de problèmes et la mémorisation sont parmi les fonctions cognitives les plus fortement affectées par le bruit. Le bruit peut également distraire et des bruits soudains peuvent entraîner des réactions négatives provoquées par la surprise ou la peur.

Dans les écoles autour des aéroports, les enfants exposés au trafic aérien, ont des performances réduites dans l'exécution de tâches telles que la correction de textes, la réalisation de puzzles difficiles, les tests d'acquisition de la lecture et les capacités de motivation. Il faut admettre que certaines stratégies d'adaptation au bruit d'avion, et l'effort nécessaire pour maintenir le niveau de performance ont un prix. Chez les enfants vivant dans les zones plus bruyantes, le système sympathique réagit davantage, comme le montre l'augmentation du niveau d'hormone de stress ainsi qu'une tension artérielle au repos élevée. Le bruit peut également produire des troubles et augmenter les erreurs dans le travail, et certains accidents peuvent être un indicateur de réduction des performances. Il est alors évident que les garderies et les écoles ne devraient pas être situées à proximité de sources de bruit importantes, telles que des autoroutes, des aéroports, et des sites industriels.

Interférence avec la perception du langage

Une majorité de la population est sensible à l'interférence du bruit avec la parole. Les plus sensibles sont les personnes âgées et les personnes ayant un déficit auditif. On a également montré que des niveaux élevés de bruit et des temps de réverbération prolongés ont des effets plus nocifs chez les enfants qui n'ont pas terminé l'acquisition du langage que chez de jeunes adultes.

Acquisition de la lecture

L'exposition chronique au bruit pendant la première enfance semble altérer l'acquisition de la lecture et réduit la motivation.

Gêne

La capacité d'un bruit à induire une gêne dépend de ses caractéristiques physiques, dont le niveau de pression acoustique, de ses caractéristiques spectrales et des variations de ces propriétés avec le temps. Pendant la journée, peu de gens sont fortement gênés à des niveaux de L_{Aeq} en dessous de 55 dB(A), et peu sont modérément gênés aux niveaux de L_{Aeq} en dessous de 50 dB(A). Les niveaux sonores pendant la soirée et la nuit devraient être de 5 à 10 dB plus bas que pendant le jour.

Comportement social

Les effets du bruit environnemental peuvent être évalués en mesurant son interférence avec le comportement social et autres activités. Pour beaucoup de bruits environnementaux, l'interférence avec le repos/les loisirs/la télévision semblent être les effets les plus importants. Il paraît évident que le bruit au-dessus de 80 dB(A) réduit les comportements de

solidarité et que le bruit fort augmente également l'agressivité chez les individus qui y sont prédisposés. Des niveaux élevés de bruit chronique contribuent également à créer un sentiment d'abandon chez les écoliers. Des directives sur cette question, ainsi que sur les effets cardio-vasculaires et psychologiques du bruit, doivent faire l'objet de recherches complémentaires.

2.2.3 Stratégie SOBANE: gestion des risques professionnels

Cette stratégie vise à prévenir les risques encourus par le travailleur sur son lieu de travail. Elle aide donc l'employeur a assuré la santé et la sécurité des employés. La stratégie présente une méthode d'analyse et d'amélioration de l'ambiance sonore perçue par l'employé. Elle fait le résumé de la législation belge et européenne mais aussi des matériaux isolants existants. Notons qu'il existe aussi des documents sur les vibrations mais ceux-ci concernent surtout les ouvriers ou les personnes travaillant à proximité de machines provoquant des vibrations.

2.2.4 Plan Régional de Développement Durable – AG 12.07.18

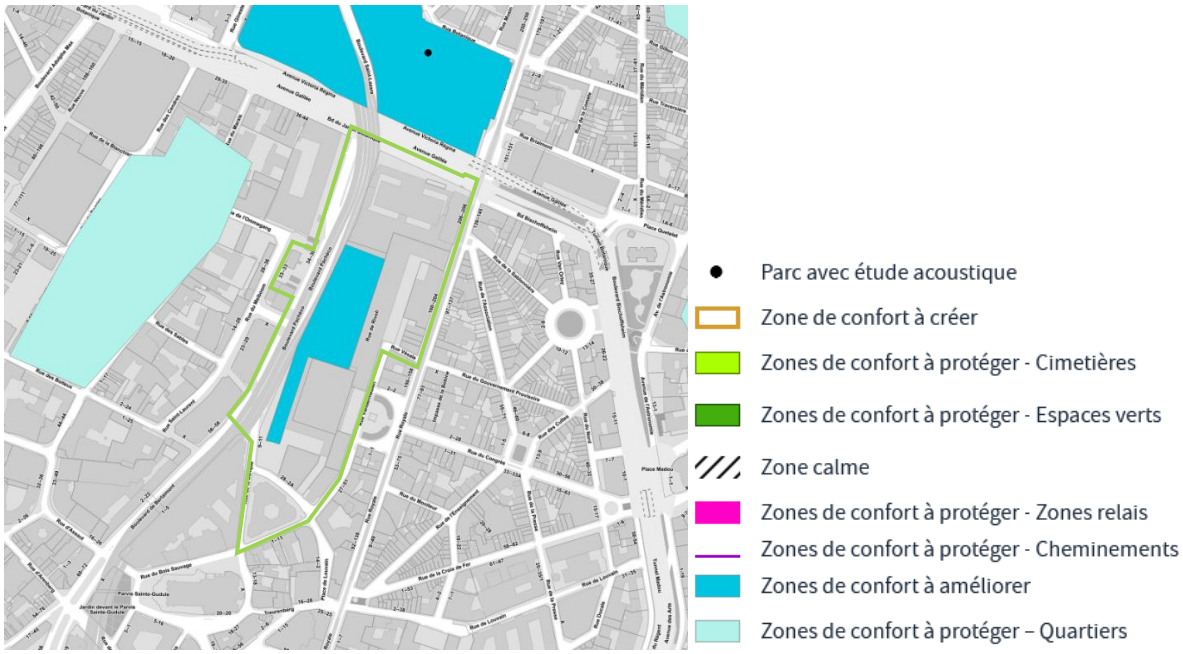
En termes d'environnement sonore, le Plan Régional de Développement Durable poursuit différents objectifs :

- Réduire de 5 dB(A) le niveau de l'indicateur L_{den} pour la population soumise à un niveau supérieur aux recommandations de l'OMS d'ici 2040 ;
- Réduire la part de la population exposée à un niveau de bruit L_{night} supérieur à 55 dB(A) d'ici 2040.

Afin d'atteindre ces objectifs, la lutte contre le bruit issu des transports est identifiée comme prioritaire. Viennent ensuite l'attention à apporter à l'acoustique dans les logements vis-à-vis de la densification de la Région, la mixité entre lieux d'habitation, lieux de vie commune et lieux productifs économiques, ainsi que la garantie du calme entre logements.

Le PRDD introduit le concept de **zones calmes** (forêt de Soignes, espaces verts, …) et de **zones de confort** (zones de confort peu soumises au trafic automobile, zones de confort en espaces publics, …). Ces zones sont soit à améliorer, soit à créer (zone d'enjeux), afin d'améliorer le cadre de vie des Bruxellois, maintenir une activité résidentielle et répondre à l'essor démographique.

Le site du PPAS Pachéco intègre à une zone de confort à améliorer, correspondant au Jardin suspendu de la Cité administrative (voir carte ci-dessous).



Zones de confort acoustique aux alentours du site du projet (Bruxelles Environnement, 2023)

La présence de cette zone de calme à améliorer suppose des aménagements urbains et morphologies urbaines qui tiennent compte de la situation afin de réduire le plus possible les nuisances sonores provenant de la petite ceinture et du boulevard Pachéco.

2.2.5 Plan Quiet.Brussels

L'ordonnance du 17 juillet 1997 relative à la lutte contre le bruit en milieu urbain implique la réalisation d'un Plan Bruit pluriannuel. Après deux premières versions en 2000 et 2009, la 3e version de ce plan, renommée Plan Quiet.Brussels, a quant à elle été adoptée le 28 février 2019.

Le plan tire un bilan des plans précédents, dresse une situation existante (notamment un cadastre du bruit) et établit des priorités pour dégager des enjeux permettant de définir des objectifs et une stratégie.

Les objectifs se déclinent en **3 axes** :

- **Santé** : réduire les effets du bruit sur la santé en diminuant les temps d'exposition au bruit ;
- **Social** : permettre à chacun d'avoir des temps de repos et des accès au calme ;
- **Attractivité** : améliorer l'image et les conditions d'usage de la ville, en maintenant une qualité résidentielle tout en permettant le développement des activités économiques et culturelles.

Pour répondre à ces objectifs, le plan s'articule autour :

- De 3 visions :
  - QUIET.TRANSPORT relative au bruit des transports ;
  - QUIET.CITYLIFE relative à la promotion de la tranquillité et de la détente en milieu urbain ;
  - QUIET.TOGETHER relative à la promotion de la mixité en assurant la coexistence harmonieuse des fonctions urbaines entre elles.
- De **9 thèmes** eux-mêmes déclinés en **45 mesures** pour lesquelles sont développés des outils permettant la réalisation du plan.

Certaines mesures concernent indirectement le projet.

La mesure 6 « Assainir ou améliorer les zones de forte exposition » consiste à soutenir l'assainissement ou l'amélioration de zones de forte exposition au bruit routier définies sur base de la cartographie du bruit et des plaintes, et en particulier, dans le cadre de travaux entrepris au niveau des sites reconnus comme points noirs[8] routiers. La petite ceinture est reprise en tant que point noir routier.

La mesure 11 « Poursuivre la lutte contre le bruit et les vibrations du transport ferroviaire » concerne quant à elle la collaboration avec la SNCB.

2.2.6 Conventions environnementales anti-bruit entre la Région de Bruxelles-Capitale, la STIB[9] (25/06/2004) et Infrabel[10] (22/08/2022)

Les conventions environnementales signées entre la région de Bruxelles-Capitale et la STIB en 2004, puis Infrabel en 2022 définissent des valeurs indicatives concernant le bruit et les vibrations des transports ferrés aériens :

- à savoir pour la convention avec la STIB les valeurs seuils relatives au bruit généré par les infrastructures de métro aérien (définies pour l'extérieur des bâtiments), à 70 dB(A) en journée, 69 dB(A) en soirée, 65 dB(A) la

[8] Les points noirs acoustiques sont définis par Bruxelles Environnement comme correspondant « à des zones habitées où il y a une concentration de sources de bruit et/ou un nombre élevé de plaintes liées au bruit. La situation sonore y est perçue comme gênante. »
[9] En ligne : convention-environnementale-tram-metro-stib-rbc (infobruit.brussels)
[10] En ligne : doc_num.php (environnement.brussels)

nuit et 73 dB(A) en moyenne (L_{den}) ;

- à savoir pour la convention avec Infrabel les valeurs seuils relatives au bruit généré par les infrastructures de transports ferrés (définies pour l'extérieur des bâtiments), à 65 dB(A) na nuit et 73 dB(A) en moyenne (L_{den}).

2.2.7 Plan Communal de Développement de la Ville de Bruxelles – AG 02.12.04

Le Plan communal de Développement (PCD) de la Ville de Bruxelles évoque le problème des nuisances sonores. Selon le document, la principale source est la circulation routière sans oublier le trafic aérien. Il définit aussi 65dB(A) comme seuil supérieur acceptable.

La Ville de Bruxelles s'engage à lutter activement contre toutes les nuisances et pollutions urbaines.

2.2.8 Plan Communal de Développement Durable de la Ville de Bruxelles – *en cours d'adoption*

Le plan communal de développement durable est en cours d'élaboration par la Ville de Bruxelles. Y sont présentés des objectifs stratégiques et territorialisés pour prioriser le développement de la Ville à l'horizon 2030 et 2050. La zone « Pacheco » comprenant la Cité Administrative, le boulevard Pacheco et la gare du Congrès y est indiquée en zone à haut potentiel de valorisation et de développement où se croisent de nombreux enjeux et objectifs stratégiques du PCDD. En effet, le boulevard Pacheco, aujourd'hui perçu comme une barrière urbaine, présente des opportunités pour y réduire drastiquement les surfaces vouées aux voitures et être aménagé en boulevard urbain verdurisé et activé. Un nouveau cheminement est à réaliser à partir du quartier Notre Dames aux Neiges pour aller au quartier des Martyrs en passant par la Cité administrative et permettre ainsi de relier le haut et le bas de la Ville. La réaffectation prochaine de la Cité administrative, du Passage 44 et de certaines implantations de la Banque Nationale permet d'envisager une nouvelle urbanité et mixité pouvant activer ce lien.

Le projet de PCDD fixe des objectifs en termes de bruit.

« La Ville de Bruxelles, par son statut de capitale fédérale et européenne, présente une importante effervescence urbaine tant de jour que de nuit, avec un impact sur le niveau sonore de la ville. Le bruit, conséquence du dynamisme de la ville, doit rester compatible avec une certaine qualité de vie, tout en assurant la vitalité urbaine (développement économique, social et culturel). Il est donc nécessaire de trouver un juste équilibre entre les différentes fonctions qui composent la ville afin d'en assurer la coexistence.

Pour atténuer les impacts du bruit, plusieurs mesures récentes devraient avoir un impact indéniable à terme, telles que la réduction de la vitesse de circulation (mise en zone 30 de la Région) et le recours à des véhicules plus silencieux (disparition programmée des véhicules thermiques).

La création de zones de calme situées au cœur même de la Ville pourrait donc concrètement augmenter la qualité de vie des habitants.

Objectifs stratégiques :

Une ville pourvue en espace de tranquillité

- Action 12.1 : Créer 16 Silent parks
- La réduction des nuisances sonores liées au bruit des transports
- Action 13.1 : Promouvoir les primes régionales à l'isolation phonique des bâtiments
- Action 13.2 : Mise en œuvre de dispositifs anti-bruit pour limiter les nuisances des transports routiers et ferroviaires. »

2.3 VALEURS GUIDES ET SEUILS D'INTERVENTION NON REGLEMENTAIRES

Seuils d'intervention définis par la Région de Bruxelles-Capitale

Pour le bruit global

La Région de Bruxelles-Capitale a défini des **seuils d'intervention**[11] relatifs au bruit global (comprenant toutes les sources de bruit confondues), à partir desquels la situation nécessite une intervention des pouvoirs publics. Ces seuils sont définis pour l'extérieur et les locaux intérieurs, selon les indicateurs L_{day}, $L_{evening}$ et L_{night}, ainsi que L_{den} de la directive 2002/49/CE (voir définitions au point du cadre réglementaire relatif à la Législation européenne).

	L_{day} (7h-19h) [dB(A)]		**$L_{evening}$ (19h-23h) [dB(A)]**		**L_{night} (23h-7h) [dB(A)]**		**L_{den} [dB(A)]**	
	Intérieur	Extérieur	Intérieur	Extérieur	Intérieur	Extérieur	Intérieur	Extérieur
Seuils d'intervention	45	65	44	64	40	60	48	68

Seuils d'intervention en matière de bruit global (Bruxelles Environnement, 2018)

Pour le bruit du trafic routier

La Région de Bruxelles-Capitale a également défini des **seuils d'intervention** relatifs au bruit lié au trafic routier. Ces seuils, relatifs aux espaces extérieurs, sont identiques à ceux correspondant au bruit global définis ci-dessus (le bruit du trafic routier étant considéré comme prépondérant).

« *Ces valeurs sont utilisées dans le cadre de l'assainissement des points noirs et du réaménagement des voiries. En cas de dépassements, les pouvoirs publics gestionnaires de la voirie peuvent décider de mettre en œuvre des travaux d'assainissement acoustiques (renouvellement du revêtement, reprofilage de la voirie, limitation des vitesses, pose de murs anti-bruit, etc.) pour réduire les nuisances sonores et leur impact sur les populations riveraines.* »

	L_{day} (7h-19h) [dB(A)]	**$L_{evening}$ (19h-23h) [dB(A)]**	**L_{night} (23h-7h) [dB(A)]**	**L_{den} [dB(A)]**
	Extérieur	Extérieur	Extérieur	Extérieur
Seuils d'intervention	65	64	60	68

Seuils d'intervention en matière de bruit routier (Bruxelles Environnement, 2018)

2.4 CONCLUSION DE LA SITUATION EXISTANTE DE DROIT

La situation existante de droit détaille les normes réglementaires et indicatives concernant l'environnement sonore et vibratoire. Le site présente des particularités à absolument prendre en compte avant tout projet d'aménagement :

- La présence de l'école au sein du périmètre implique que les niveaux sonores doivent suivre des normes plus strictes ;
- La « zone de calme à améliorer » identifiée par le PRDD suppose des aménagements urbains et des morphologies urbaines qui tiennent compte de la situation afin de réduire le plus possible les nuisances sonores

[11] Les valeurs seuils sont définies selon la Région de Bruxelles-Capitale, comme « étant des niveaux de bruit à partir desquels la situation acoustique des populations résidentielles est considérée comme préoccupante et nécessite qu'une action spécifique soit enclenchée. »

provenant de la petite ceinture et du boulevard Pachéco. D'autres stratégies régionales identifient des zones à enjeux dont il faut tenir compte ;

- La présence des services d'urgence actuelle et future (pompier, police) implique que les normes concernant les avertisseurs sonores d'urgence sont d'application :
- Le respect des 35% de logements imposés par les prescriptions de la ZIR implique nécessairement l'inclusion de logements dans tout projet futur de développement. Dès lors et en complément des prescriptions du PPAS Pachéco, les normes en vigueur sont d'application et l'ensemble de la zone se doit d'être apaisée pour satisfaire aux exigences permettant d'assurer une qualité de vie au sein du périmètre.

3 ANALYSE DE LA SITUATION EXISTANTE DE FAIT

3.1 ENVIRONNEMENT SONORE

Le périmètre est bordé d'axes routier à forte fréquentation : entre le boulevard Pacheco à l'ouest, la rue Royale à l'est et le boulevard du Jardin Botanique au nord. Dès lors, l'environnement sonore dans l'aire géographique est fortement déterminé par le niveau de bruit routier.

Le présent chapitre passe en revue les principales sources de bruit déterminant l'environnement sonore. Il détaille les éléments suivants :

- Bruit global ;
- Bruit routier ;
- Bruit ferroviaire ;
- Véhicules d'intervention ;
- Extracteurs du parking B ;
- Espaces publics.

3.1.1 Bruit global

L'environnement sonore du site est décrit dans un premier temps à l'aide d'extraits de l'atlas du bruit réalisé par Bruxelles Environnement. Les extraits présentés ci-dessous reprennent le niveau L_{den} de bruit global, le niveau L_{den} de bruit routier et le niveau L_{den} de bruit ferroviaire. Ces cartes permettent d'appréhender les niveaux de bruit rencontrés au droit du site. Elles sont complétées par des mesures acoustiques disponibles dans l'aire géographique d'étude. Finalement, la présence de zones calmes ou de confort, telles que définies dans le Plan Régional de Développement Durable (PRDD) est étudiée.

L'environnement sonore global du site du PPAS peut être qualifié de calme (~55 dB(A)) à très bruyant (~75 dB(A)), en fonction de la localisation du point de mesure. Les localisations les plus bruyantes se trouvent évidemment à proximité des axes routiers du boulevard Pachéco, la Petite Ceinture et la rue Royale.



2016 2021

Extrait de l'Atlas du bruit - Bruit global - L_{den} (Bruxelles Environnement[12])

Le tableau ci-dessous reprend une échelle indicative des niveaux sonores afin de qualifier les différents niveaux de bruit repris par les cartes ci-dessus.

Le niveau sonore s'étend de 0 dB (niveau où l'on commence à percevoir le bruit, appelé « seuil de l'audition ») à 120 dB (niveau pouvant entraîner des dommages conséquents et appelé « seuil de la douleur »). Le tableau ci-dessous représente une échelle, en décibels, des bruits communément rencontrés dans la vie courante et exprimés en fonction de leur gêne.

	Exemple	**Perception**	**Classification**
140 dB	Seuil d'audibilité	Seuil de la douleur	Extrêmement bruyant
130 dB	Avion au décollage		
120 dB	Marteau piqueur		
110 dB	Concert - Discothèque	Risque de surdité	Très bruyant
100 dB	Baladeur à puissance maximum	Difficilement supportable Seuil de danger	
90 dB	Moto – Aboiement d'un chien – appareil de bricolage		
80 dB	Rue à fort trafic - Cantine scolaire	Fatigant, pénible, nocif Seuil de risque	
70 dB	Rue à gros trafic - Aspirateur	Fatigant	Bruyant
60 dB	Machine à laver - Salle de classe	Bruits courants	Modérément bruyant
50 dB	Conversation normale		Relativement calme
40 dB	Bureau tranquille	Agréable	Calme
30 dB	Chambre à coucher		Très calme
20 dB	Conversation à voix basse		
10 dB	Vent dans les arbres – Studio d'enregistrement	Calme	Silencieux

[12] L'atlas bruit a été mis à jour en 2021. Toutefois, 2021 est encore une année fortement impactée par le COVID, les données manquent alors de pertinence. En effet, en 2021, le trafic automobile était encore fortement réduit et le trafic aérien divisé par deux. Le trafic des transports en commun était en revanche inchangé. Dès lors, l'étude d'incidence propose des extraits de l'atlas de 2016 et 2021.

	Exemple	Perception	Classification
0 dB	Seuil d'audibilité – Laboratoire acoustique		

Echelle indicative des niveaux sonores

A la lecture de ces cartes, il en ressort que la majorité des espaces ouverts du site sont fortement impactés par le bruit et peuvent être qualifiés d'environnements « bruyants » à « extrêmement bruyants ».

3.1.2 Bruit routier

L'ambiance sonore autour des établissements étudiés est caractérisée par le bruit généré par le trafic routier de la rue Royale et par le passage régulier des tramways. Le passage des tramways est très nettement audible aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur des établissements étudiés. A l'extérieur, les niveaux sonores globaux mesurés au droit des deux établissements sont relativement équivalents de fait qu'ils se situent tous deux le long de la rue Royale.

Informations sur les établissements

Ref	Etablissement	Contrat de Quartier	Priorité	Chassis
19.1	ISIB	Non	11	Simple vitrage + mauvais chassis
19.2	ESI	Oui	14	Double vitrage + mauvais chassis
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-



HIERARCHISATION DES SOURCES

- Tramways
- Trafic routier
- /
- /
- /
- /

LOCALISATION

Ref	Etablissement	Adresse	Type de mesure	Date de la mesure
19.1	ISIB	Rue Royale 150	Courte durée	30-11-22
19.2	ESI	Rue Royale 67	Courte durée	30-11-22
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

RESULTATS DES MESURES

Ref		Niveaux sonores mesurés en dB(A)				
		Global	Résiduel		Source particulière Tramways	
		LAeq	LAeq	LA90	LAeq*	LAmax
19.1	Extérieur	68,1	67,2	59,7	72,6	78,5
	Intérieur	42,5	42,2	30,6	43,8	50,6
19.2	Extérieur	68,5	66,2	55,6	72,7	83,6
	Intérieur	41,8	37,4	27,4	46,1	56,9
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

* Niveau sonore sur la durée d'apparition de la source

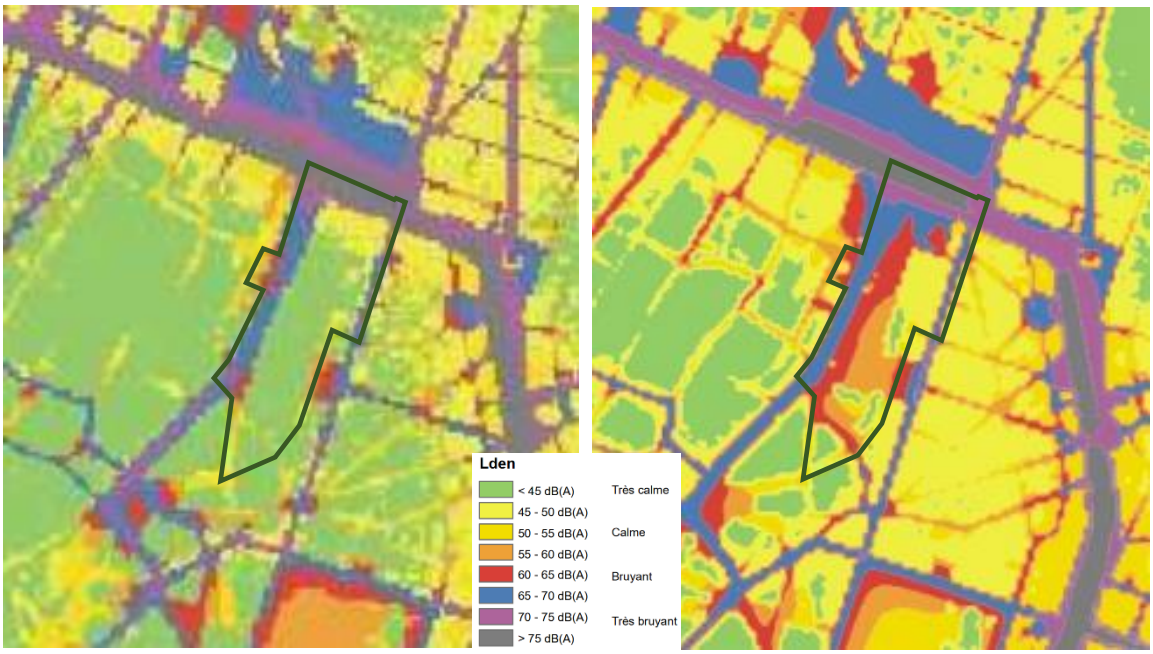

19.1


19.2

Mesures de bruit global à deux extrémités de la place du Congrès[13] (Ville de Bruxelles, 2022)

L'environnement sonore le long de cet axe peut être qualifié de très bruyant avec plus de 65 dB(A) mesuré en journée. A l'intérieur des bâtiments, les niveaux sonores restent assez élevés avec plus de 40 dB(A) mesuré.

[13] De l'impact du bruit sur les fonctions sensibles de la ville de Bruxelles, Ville de Bruxelles, 2022.



2016 2021

Extrait de l'Atlas du bruit - Bruit routier - L_{den} (Bruxelles Environnement, 2016)

D'après L'Atlas du bruit, le boulevard Pacheco à l'ouest du site génère des niveaux de bruit routier relativement important, de l'ordre de 70 dB(A). Au droit du site, sur le trottoir, le bruit issu du trafic routier est de l'ordre de 65 dB(A). Cependant, celui-ci diminue à des niveaux inférieurs à 45 dB(A) sur la corniche surplombant le boulevard.

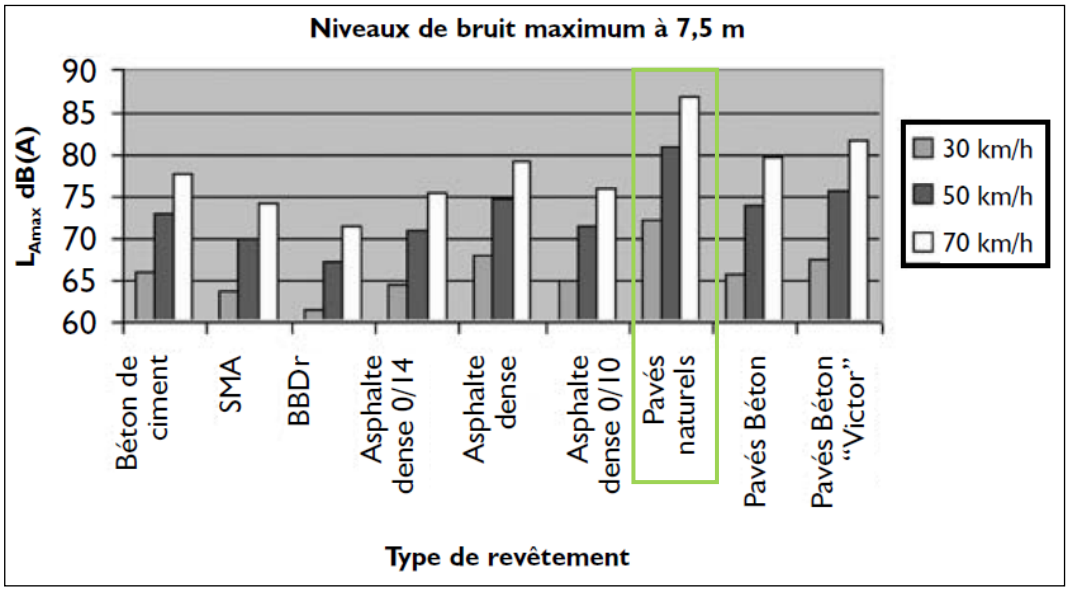
A l'est, le site du projet est soumis à des niveaux de bruit plus faibles, de moins de 45 dB(A), grâce au front bâti constitué en grande partie par le bâtiment de la police fédérale. Celui-ci fait obstacle à la propagation du bruit depuis la rue Royale vers le projet. Cette dernière génère également des niveaux de bruit importants, compris entre 65 et 75 dB(A).

Au sud, le cadre bâti limite également la propagation du bruit vers le site du PPAS.

Les nuisances sonores et vibratoires générées par le trafic routier dépendent de plusieurs facteurs dont les principaux sont l'intensité du trafic, la vitesse des véhicules, le type de véhicule (deux roues, voitures, poids lourds, etc.) et le type de revêtement (asphalte, pavés, etc.). Aux abords du périmètre, les deux voiries les plus empruntées (boulevard Pacheco et rue Royale) possèdent en effet des flux de véhicules relativement importants, respectivement de l'ordre de 1.000 et 550 véhicules par heure en heure de pointe du matin (entre 8h et 9h) et de l'ordre de 1.300 et 650 véhicules par heure en heure de pointe du soir (entre 17h et 18h)[14].

La figure suivante présente la relation qu'il existe entre le bruit généré par une voirie, le type de revêtement et la vitesse des véhicules. Celle-ci montre qu'au plus la vitesse des véhicules est importante au plus le bruit émis par le trafic est important. De plus, pour une vitesse donnée, certains revêtements sont plus bruyants, c'est particulièrement le cas en ce qui concerne les pavés.

[14] Sources : Aries, décembre 2023.



Impact du type de revêtement et de la vitesse sur le bruit généré par le trafic (source : Bruxelles Environnement)

Les cartes du bruit routier présentées ci-dessus montrent que les voiries les plus bruyantes dans l'aire géographique sont le boulevard Pachéco à l'ouest et la rue Royale à l'est. Ces deux voiries sont équipées d'asphalte, revêtement permettant de limiter la propagation du bruit et des vibrations. En effet, la propagation de ces dernières dépend particulièrement de la présence d'aspérités sur le revêtement. Dès lors, une voirie équipée de pavés générera plus de vibrations qu'une voirie équipée d'un asphalte lisse.

La majorité des voiries secondaires au sein et aux abords du PPAS sont quant à elles revêtues de pavés. Il s'agit des voiries suivantes :

- La rue de Ligne, pavés conservés après réaménagement par la commune ;
- La rue Montagne de l'Oratoire, pavés conservés après réaménagement par la commune ;
- La rue de la Banque, pavés conservés après réaménagement par la commune ;
- La Place du Congrès
- Le site propre tram rue Royale.

Tel que mentionné précédemment, ce revêtement est plus bruyant et génère plus de vibrations que l'asphalte. Dès lors, malgré leurs flux plus faibles, les voiries secondaires participent également au bruit ambiant dans l'aire géographique d'étude.

3.1.3 Bruit ferroviaire

La présence de la gare de Bruxelles Congrès et de la ligne 0 à proximité direct du site à l'ouest nécessite d'étudier l'impact du bruit ferroviaire sur le site et de vérifier la conformité de la situation existante avec les seuils définis par la convention environnementale entre la région de Bruxelles-Capitale et Infrabel.

Le long du boulevard Pacheco, à l'ouest du projet, cette ligne ferroviaire (jonction Nord-Midi) est souterraine et n'impacte donc pas directement l'environnement sonore au droit du site du PPAS.

3.1.4 Nuisances acoustiques liées aux véhicules d'intervention

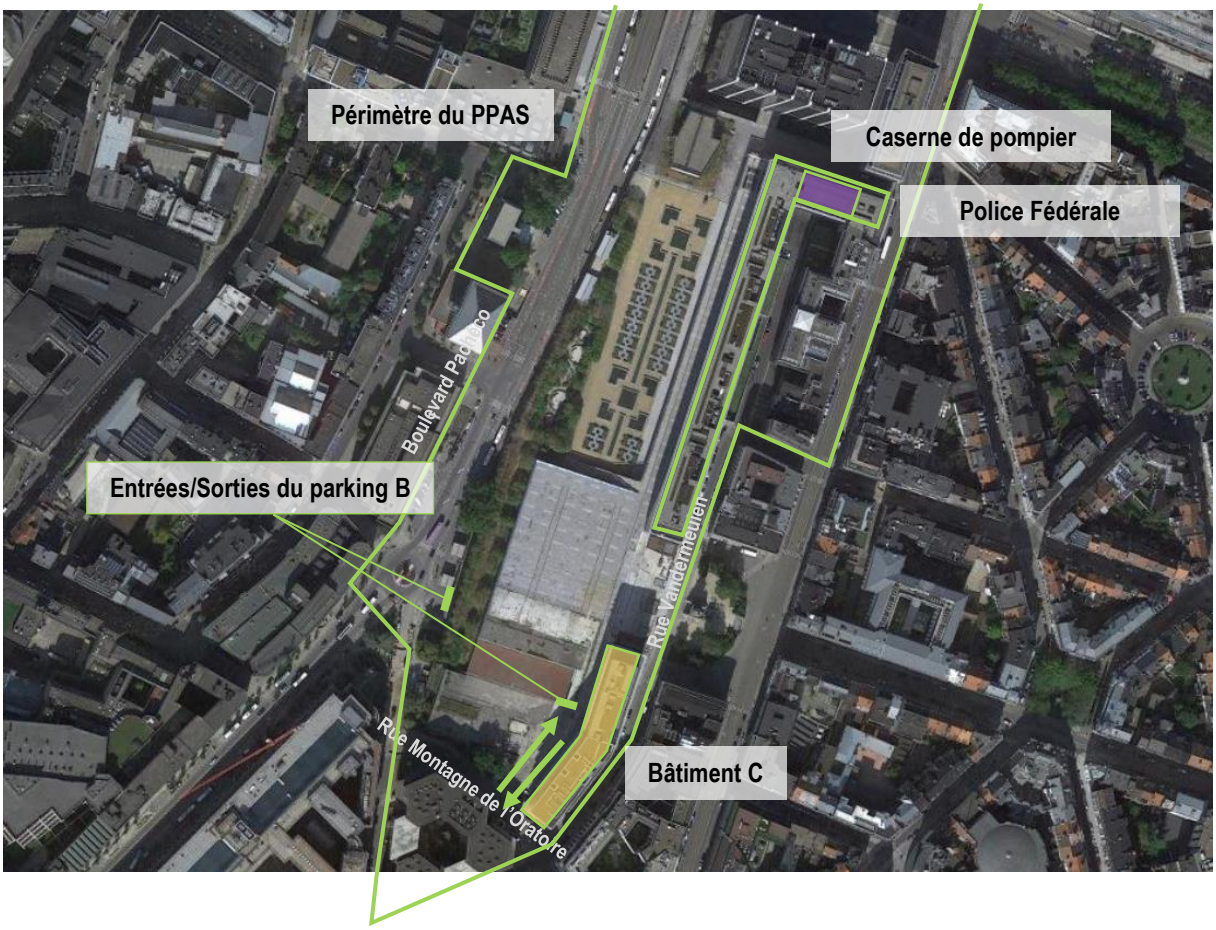
Les véhicules d'intervention d'urgence participent également à la caractérisation de l'environnement sonore en situation existante via l'utilisation d'avertisseurs sonores mais aussi car ils contribuent aux flux de trafic routier global et qu'ils ont

tendances à rouler à des vitesses supérieures que les autres véhicules, ce qui augmente le bruit routier.

La cité administrative abrite les bureaux de la police fédérale ainsi qu'une caserne de pompier possédant tous deux des véhicules d'intervention d'urgence.

Les parkings de la Police Fédérale sont situés dans le parking B et s'étendent sur les trois étages supérieurs du parking. L'étage supérieur (-1) est indépendant des autres étages et est exclusivement utilisé par les véhicules d'intervention. Cet étage possède un accès depuis la rue Montagne de l'Oratoire via une rampe d'accès d'une soixantaine de mètres longeant le bâtiment C à l'ouest, localisée à la figure ci-dessous. Les niveaux -2 et -3 abritent respectivement les parkings de véhicules privés et de services (voitures banalisées). Leurs sorties, donnant sur le boulevard Pachéco, sont également localisées à la figure ci-dessous.

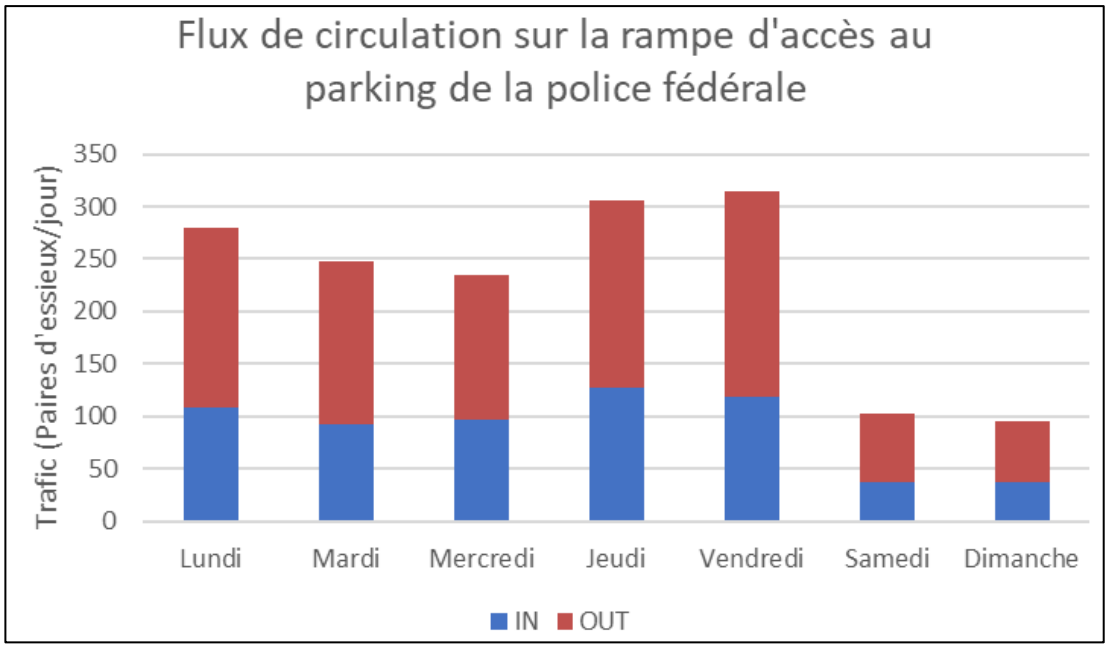
La caserne, également localisé à la figure ci-dessous, est située sous le bâtiment D&F de la police fédérale. Les véhicules empruntent la rue Vandermeulen pour accéder ensuite à la place du Congrès.



Localisation des accès au parking de la police fédérale - Parking B (ARIES sur fond GoogleMaps, 2018)

Flux de circulation journalier au droit de la rampe d'accès au parking -1 de la Police

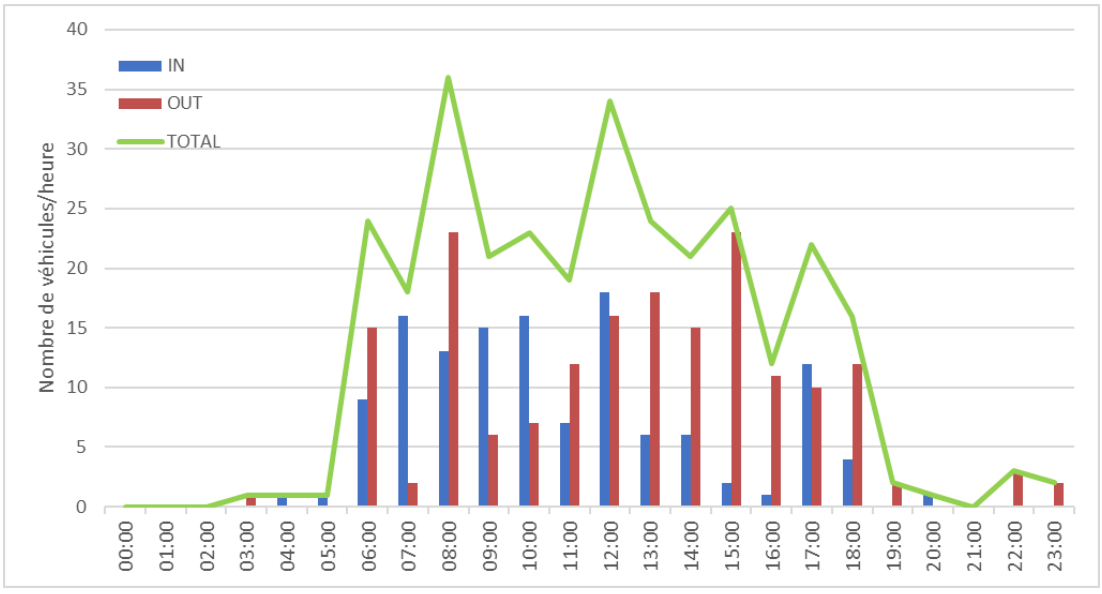
Des comptages de circulation par tubes pneumatiques ont été effectués au niveau de la rampe d'accès du parking de la police fédérale. Ces comptages sont disponibles pour la période du 9 au 15 juin 2016. Il ressort que durant une semaine moyenne, la circulation journalière sur la rampe d'accès fluctue de la manière suivante :



Flux de circulation journalier durant 1 semaine sur la rampe d'accès au parking de la police fédérale au niveau -1 du parking B (ARIES, 2016)

Le samedi et dimanche, la circulation sur la rampe est fortement réduite par rapport à la semaine avec un trafic réduit de l'ordre d'un tiers les jours de week-end par rapport aux autres jours ouvrables.

Un jour ouvrable moyen la circulation sur la rampe d'accès varie de la manière suivante :



Flux de circulation sur la rampe d'accès au parking de la police fédérale au niveau -1 du parking B un jour ouvrable moyen (ARIES, 2016)

D'après les comptages de mobilité présentés, en moyenne 23 véhicules empruntent la rampe d'accès par heure entre 6h et 19h avec deux pics observables le matin entre 8h et 9h et à midi entre 12h et 13h. Lors de ces pics, les flux sont de l'ordre de 35 véhicules par heure.

En soirée (19h-22h) et la nuit (22h-6h) les flux sont nettement plus faibles, à savoir de moins de 1 véhicule par heure en moyenne.

Les flux observés sont relativement faibles au regard des flux déjà présents sur les voiries à proximité du projet. Dès lors le passage des véhicules d'intervention sur la rampe d'accès n'est pas une source de nuisance sonore particulière. De plus,

les pics de circulation sont observés durant les heures de pointe de trafic ce qui réduit leur impact.

Dans l'ensemble, même si l'impact des sirènes est moins régulier durant la nuit car les sorties de véhicules sont moins nombreuses, il n'en reste pas moins que chaque sortie représente un événement d'autant plus audible par leur irrégularité, et durant la nuit où le bruit de fond de la ville se fait moins entendre, le bruit des sirènes est moins diffus.

Aussi, l'arrivée prochaine du futur commissariat de Police Bruxelles-Ixelles dans le bâtiment de l'îlot de la rue de Ligne et Montagne de l'Oratoire augmentera l'impact de bruit des véhicules d'urgence dans la zone, notamment à proximité directe de la nouvelle école et des zones constructibles au PPAS.

Utilisation des avertisseurs sonores

Selon le responsable de la police fédérale, de par la nature peu urgente de leurs interventions, les véhicules de la police fédérale n'enclenchent jamais leurs avertisseurs sonores, à part lors de rares occasions pour traverser la rue Royale.

D'après des observations de terrain et après confirmation par le responsable de la police fédérale ayant vue sur l'entrée et sortie de la caserne de pompier, les véhicules d'interventions des pompiers n'enclenchent leurs sirènes que pour accéder à la rue Royale depuis la place du congrès.

A noter que les véhicules d'intervention externes au site notamment les véhicules d'intervention de la police locale, les transports de fonds de la Banque Nationale et les ambulances participent également à la caractérisation du bruit ambiant en situation existante.

3.1.5 Extracteurs du parking B

Le bruit spécifique généré par les bouches de rejet d'air des extracteurs du parking B est évalué à l'aide d'une campagne de mesure réalisée le 28 juin 2018 et constituée de deux mesures de courte durée d'une heure. Ces mesures sont réalisées simultanément durant l'heure de pointe du matin (8h-9h) afin de tenir compte de la période la plus défavorable. En effet, durant cette période la circulation au sein du parking est plus importante et les extracteurs fonctionnent à plus haut régime afin d'évacuer convenablement le CO.

Selon l'arrêté du 21 novembre 2002, le bruit spécifique généré par une installation technique est calculé suivant la formule suivante :

$$L_{sp} = 10 * Log(10^{\frac{L_{tot}}{10}} - 10^{\frac{L_f}{10}})$$

Où :

- L_{sp} est le niveau de bruit spécifique propre à la source sonore considérée ;
- L_f est le niveau de bruit ambiant, c'est-à-dire lorsque la source incriminée est à l'arrêt ;
- L_{tot} est le niveau de bruit total, c'est-à-dire lorsque toutes les sources de bruit sont en fonctionnement.

Le point de mesure CD01 est placé à environ 2 mètres de la façade où se situe les bouches de rejet d'air à 1,5 mètres du sol. Celui-ci permet d'obtenir le niveau de bruit total L_{tot}. Le point de mesure CD02 est quant à lui placé dans la même configuration plus loin le long de la même façade afin de ne pas être impacté par le bruit de la ventilation et de ne mesurer que le bruit ambiant L_f. La localisation des bouches de rejet d'air et des points de mesure est reprise à la figure suivante.



Configuration de la campagne de mesure (ARIES sur fond GoggleMaps, 2018)

Point de mesure	Localisation	Début de la mesure	Fin de la mesure	$L_{Aeq,\ 1h}$ dB(A)
CD01	Sur la corniche au droit des bouches de rejet d'air – L_{tot}	Jeu 28-06-18 à 8h	Jeu 28-06-18 à 9h	57,5
CD02	Sur la corniche – L_f	Jeu 28-06-18 à 8h	Jeu 28-06-18 à 9h	55,6
			L_{sp}	**52,9**

Résultats des mesures de courtes durée (ARIES, 2018)

Selon les mesures réalisées et d'après la formule du bruit spécifique présenté précédemment, le niveau de bruit spécifique lié aux bouches de rejet d'air des extracteurs du parking B est évalué à 52,9 dB(A) à environ 2 mètres de celles-ci. Ceci correspond à une puissance acoustique à la source de l'ordre de 67 dB(A).

A noter que selon la décroissance du bruit en fonction de la distance, le niveau de bruit spécifique n'est plus que de 45 dB(A) à 4m de la façade. De plus, le niveau de bruit ambiant L_f mesuré au même endroit est de 55,6 dB(A) en heure de pointe du matin. Dès lors, le niveau de bruit spécifique lié à la ventilation est perceptible et contribue à la caractérisation du bruit ambiant à proximité directe de la façade mais est masqué par le bruit ambiant à quelques mètres de la façade car ce dernier surpasse de plus de 10 dB(A) le bruit spécifique de l'installation.

3.1.6 Espaces publics

Le Jardin Aquatique de Pechère possède des fontaines visibles à la figure ci-dessous fonctionnant uniquement pendant la belle saison (d'avril à octobre). En effet, elles sont coupées en hiver pour éviter l'endommagement des tuyauteries lié au gel.



Vue sur les fontaines du Jardin Péchère (BUUR PoS, 2024)

Les fontaines génèrent un niveau de bruit clairement perceptible et participant à la caractérisation de l'environnement sonore au droit du Jardin Aquatique de Pechère. Toutefois, il s'agit d'un bruit continu sans émergence tonale relativement peu gênant. De plus, les fontaines sont coupées entre 18h et 10h ce qui permet d'éviter la production de nuisances acoustiques durant les périodes de nuit et de soirée. Suite à une visite de terrain, il a pu être observé que l'incidence des fontaines sur l'environnement sonore du site est confinée au Jardin aquatique de Pechère. Une fois sur l'Esplanade le bruit lié aux fontaines n'est presque plus perceptible.

3.2 ENVIRONNEMENT VIBRATOIRE

En comparaison au bruit, les vibrations génèrent des nuisances se manifestant de manière plus locale mais pouvant être particulièrement gênantes. Les vibrations représentent une problématique relativement complexe car leur propagation dépend de nombreux paramètres dont le type de sol, la présence ou non d'impétrants, l'état des bâtiments ainsi que la présence de contact entre la source de vibrations et le bâtiment.

Dans les bâtiments, les sources de vibrations les plus courantes sont liées aux éléments tournants des installations techniques, à la circulation de trains, trams, métros et poids lourds ainsi qu'à certaines activités de chantiers.

Les sources majeures de vibrations identifiées à proximité du site et localisées à la figure suivante, sont les passages de trams sur la rue Royale à l'est du site, la circulation de poids lourds sur les voiries adjacentes au projet et le trafic ferroviaire sur la jonction nord-midi, passant sous le boulevard Pachéco à l'ouest du site.

Au vu de la distance séparant la rue Royale du projet, les vibrations engendrées par le passage de trams sur celle-ci n'atteindront pas des niveaux gênants au droit du site.

Les passages de poids lourds à proximité du site et plus particulièrement sur les voiries pavées peuvent générer des nuisances vibratoires. Comme mentionné précédemment, ces nuisances sont généralement locales. Dès lors, seules les rues de Ligne, Montagne de l'Oratoire et de la Banque, situées à proximité directe du site sont susceptibles d'être source de vibration vis-à-vis du site lors de passages de poids lourds.

La jonction Nord-Midi est en fonction depuis 1952. Elle a été rénovée à plusieurs reprises via notamment l'installation de structures anti-vibration. Sur le tronçon entre la gare centrale et la sortie du tunnel gare du Nord, les traverses classiques M41 ont été remplacée par des traverses M42 posées sur une couche de ballast de 30 cm. Ceci limite la propagation des vibrations dans le sol. Par ailleurs, la conception même de la jonction sur la section Pacheco, comme une boite étanche, indépendante du bâti et profonde, limite fortement les risque de propagation des vibrations.

De plus, la vitesse de circulation des trains y est limitée à 50 km/h. Cette disposition permet également de limiter la création de vibrations.

Sur le terrain, juste au-dessus du tracé de la jonction Nord-Midi, aucune vibration gênante n'est ressentie. Les vibrations potentiellement générées par la jonction Nord-Midi ne devraient donc pas engendrer de nuisance particulière en droit du site du projet. Les vibrations routières au contraire sont perceptibles lors de passages de poids lourds sur le boulevard Pachéco.

Outre la gêne, les vibrations peuvent induire des dégâts aux bâtiments. La norme DIN 4150-3 définie des valeurs indicatives dont le respect permet d'éviter d'endommager des constructions. A noter qu'il existe un écart important entre le seuil de perception et le risque de dégradation des bâtiments. En effet, les valeurs seuils en termes de vitesse entrainant des dégâts structurels aux bâtiments sensibles sont de l'ordre 3mm/s tandis que le seuil de perception d'un être humain est de l'ordre de 0,1 mm/s.

3.3 CONCLUSION DE LA SITUATION EXISTANTE DE FAIT

L'environnement sonore en situation existante peut être qualifié de « modérément bruyant » pour le périmètre d'étude. Pointons le fait que la partie ouest du site, située au même niveau que le boulevard Pachéco, possède un environnement sonore plus bruyant. Au droit du jardin Pechère (aquatique et des platanes), les niveaux de bruit et la disposition des lieux rendent plausibles l'intention d'y créer un espace de zone de confort.

La source du bruit majeure dans l'aire géographique d'étude est d'origine routière, avec comme source de bruit principale le trafic sur le boulevard Pachéco et le boulevard du Botanique. L'ensemble des voiries secondaires est pavé et participe donc également au bruit ambiant ainsi qu'à la propagation de vibration, surtout lors de passages de poids lourds. La présence de la rampe d'accès au parking de la police ne représente pas une source de bruit importante dans l'aire d'étude. En effet, les flux observés sont relativement faibles par rapport aux flux présents sur les voiries avoisinantes. De plus, l'utilisation des avertisseurs sonores est exceptionnelle.

En ce qui concerne les vibrations liées à la présence de la jonction Nord-Midi, celles-ci sont fortement limitées via l'épaisseur du ballast, l'installation de traverses M42, la réduction de la vitesse de passage et la profondeur de la jonction sur cette section. Elle génère moins d'impact que le passage des camions sur le boulevard.