



Opération ARCHIPEL 2
Du projet global Wacken Europe

Etude Acoustique

Octobre 2019



TABLE DES MATIERES

1 Présentation du projet 4

1.1 Localisation du projet global 4

1.2 Localisation de l'opération Archipel 2..... 4

2 Généralités sur le bruit 5

2.1 Niveaux de pression acoustique 5

2.2 Fréquence d'un son 5

2.3 Pondération A 5

2.4 Arithmétique particulière du décibel 5

2.5 Indicateurs LAEQ..... 5

2.6 Indicateurs réglementaires pour le bruit des infrastructures de transport 6

2.7 Echelle du bruit 6

2.8 Effets du bruit sur la santé 6

3 Le cadre réglementaire. 7

3.1 Le décret du 9 janvier 1995 7

3.2 L'arrêté du 5 mai 1995 7

3.3 La création d'une infrastructure nouvelle..... 7

3.4 La transformation significative d'une infrastructure existante 7

3.5 La notion de zone d'ambiance sonore modérée 8

3.6 Points noirs du bruit 8

3.6.1 Critères acoustiques..... 8

3.6.2 Critères d'antériorité 8

4 Méthodologie générale de l'étude 9

4.1 La prise en compte des conditions météorologiques..... 9

4.2 La prise en compte du bruit nocturne..... 9

5 Scénarios modélisés 10

6 Niveaux de bruit sur l'ensemble de la zone modélisée 10

7 Analyse des effets indirects à l'extérieur des zones de projet 15

7.1 Analyse du secteur Archipel 1 et 2 20

7.2 Analyse du secteur du barreau de liaison routier A350 20

8 Annexes 22

8.1 Annexe 1 : Trafics routiers..... 22

8.2 Annexe 2 : Trafics Tramway 24

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du projet4

Figure 2 : Localisation du projet Archipel 2 au sein du quartier Wacken Europe.....4

Figure 3 : **illustration de l'addition de deux sources de bruit**5

Figure 4 : Echelle de niveaux sonores6

Figure 5 : Revêtement de chaussée9

Figure 6 : **Valeurs d'occurrence météorologiques de long terme des conditions favorables à la propagation sonore**9

Figure 7 : Carte isophones sans projet11

Figure 8 : Carte isophones avec projet12

Figure 9 : Isolation maximal en façade des futurs bâtiments14

Figure 10 : Carte de calcul sur récepteurs LAeq(6h-22h) san projet.....14

Figure 11 : Carte des isolements requis pour les nouveaux batimentsr14

Figure 12 : Carte de calcul sur récepteurs LAeq(6h-22h) san projet.....18

Figure 13 : Carte de calcul sur récepteurs LAeq(6h-22h) avec projet.....19

Figure 14 : **carte de localisation des récepteurs concernés par l'isolation de façade secteur Archipel**20

Figure 15 : **carte de localisation des récepteurs concernés par l'isolation de façade secteur barreau de liaison**20

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Pondération A fréquentielle.....5

Tableau 2 : **Seuils réglementaires dans le cadre de la création d'une infrastructure nouvelle**.....7

Tableau 3 : **définition de l'ambiance sonore préexistante**.....8

Tableau 4 : Valeurs limites des PNB (Circulaire du 25 mai 2004 relative au bruit des infrastructures de transports terrestres)8

Tableau 5 : Données de trafic du tramway10

Tableau 6 : **Seuils réglementaires dans le cadre de la création d'une infrastructure nouvelle**...15

Tableau 7 : Résultats des calculs sur récepteurs17

1 Présentation du projet

1.1 Localisation du projet global

La présente étude s'inscrit dans le cadre de la réalisation de l'étude d'impact environnemental relatif au Projet Global Wacken Europe, composé des opérations suivantes : modernisation du palais de la musique, barreau de liaison routier A350 – rue Fritz Kieffer, projet de reconstruction du parc des expositions et création des quartiers d'affaires internationaux Archipel 1 et Archipel 2, le projet global est situé au Nord-Est de l'agglomération strasbourgeoise, dans le quartier de Roberstau. Il est globalement délimité

- Au Nord par l'Aar,
- Au Sud par l'avenue des Vosges,
- A l'Est par le Canal de la Marne au Rhin
- A l'Ouest par la RN2350.

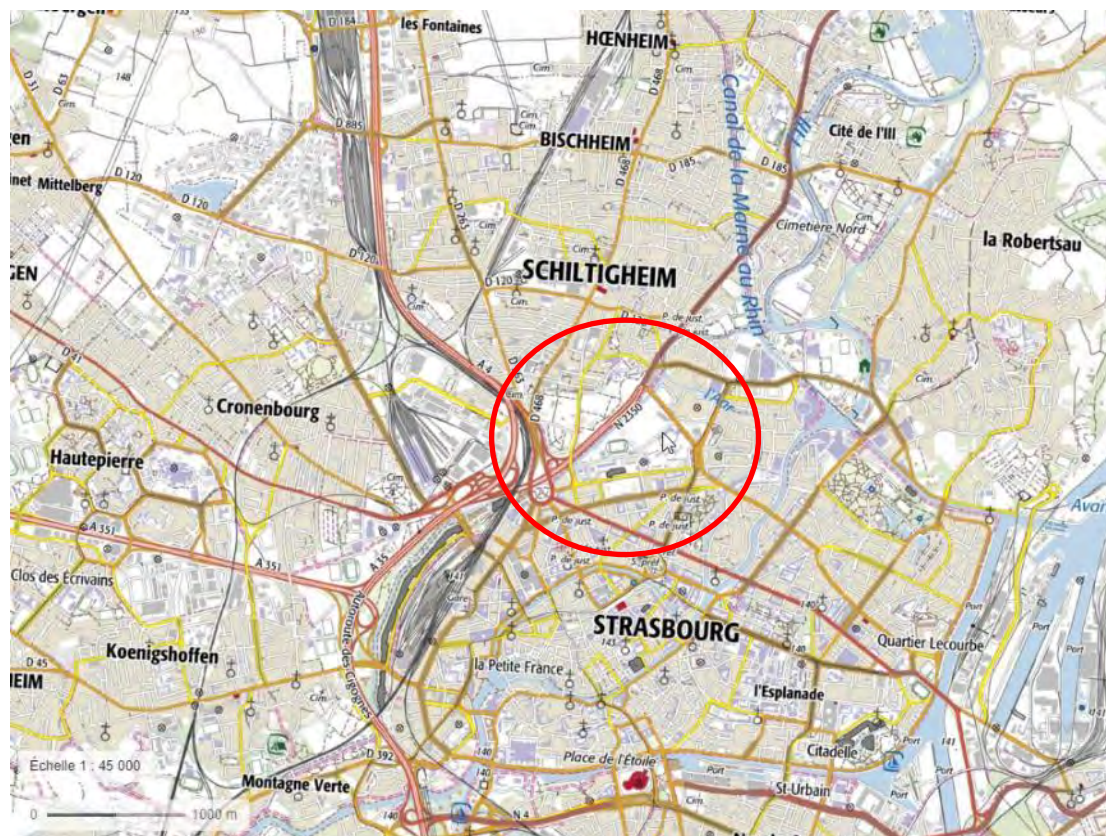


Figure 1 : Localisation du projet

1.2 Localisation de l'opération Archipel 2

L'opération Archipel 2 est localisée au Nord du Boulevard de Dresde, entre le canal de la Marne au Rhin à l'Est, l'Aar au Nord et le chemin du Wacken à l'Ouest.

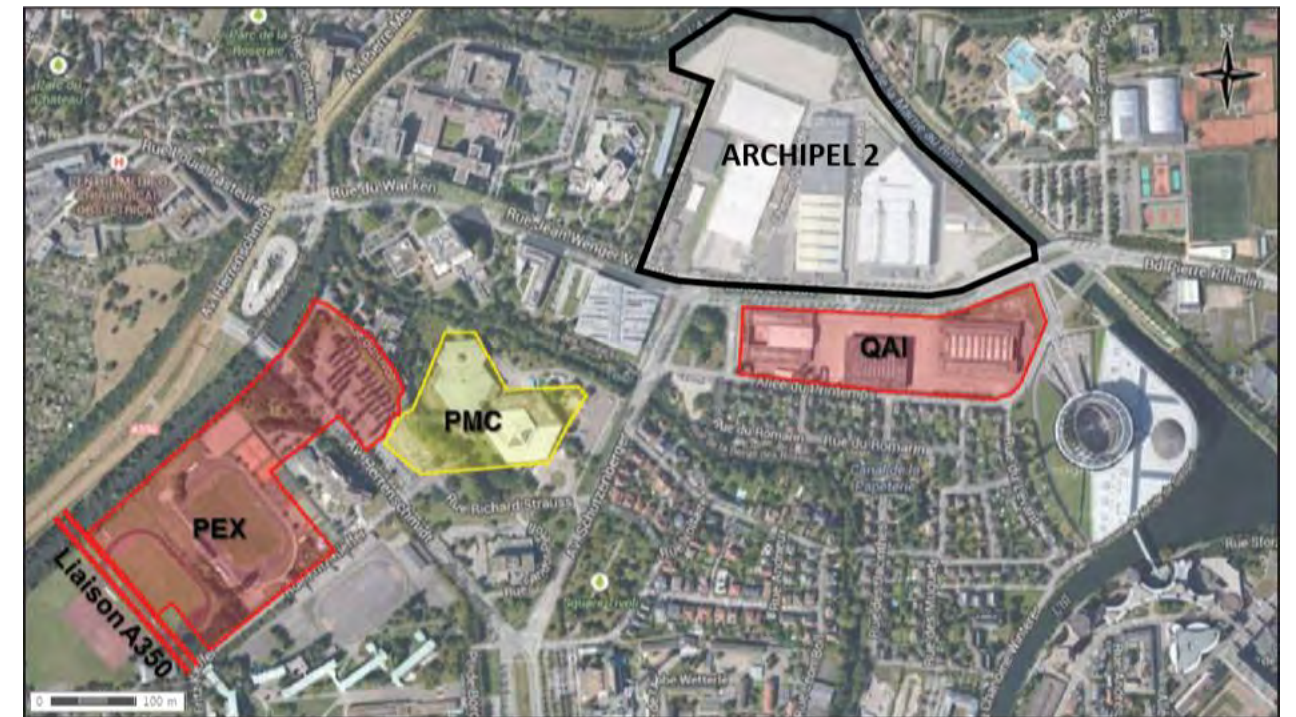


Figure 2 : Localisation du projet Archipel 2 au sein du quartier Wacken Europe

2 Généralités sur le bruit

Le bruit est un phénomène complexe à appréhender : la sensibilité au bruit varie en effet selon un grand nombre de facteurs liés aux bruits eux-mêmes (l'intensité, la fréquence, la durée, ...), mais aussi aux conditions d'exposition (distance, hauteur, forme de l'espace, autres bruits ambiants, ...) et à la personne qui les entend (sensibilité personnelle, état de fatigue, ...).

2.1 Niveaux de pression acoustique

La pression sonore s'exprime en Pascal (Pa). Cette unité n'est pas pratique puisqu'il existe un facteur de 1 000 000 entre les sons les plus faibles et les sons les plus élevés qui peuvent être perçus par l'oreille humaine. Ainsi, pour plus de facilité, on utilise le décibel (dB) qui a une échelle logarithmique et qui permet de comprimer cette gamme entre 0 et 140.

Ce niveau de pression, exprimé en dB, est défini par la formule suivante :

$$L_p = 10 \cdot \log \left(\frac{p}{p_0} \right)^2$$

Où p est la pression acoustique efficace (en Pascals).

p_0 est la pression acoustique de référence (20 μ Pa).

2.2 Fréquence d'un son

La fréquence correspond au nombre de vibrations par seconde d'un son. Elle est l'expression du caractère grave ou aigu du son et s'exprime en Hertz (Hz).

La plage de fréquence audible pour l'oreille humaine est comprise entre 20 Hz (très grave) et 20 000 Hz (très aigu).

En dessous de 20 Hz, on se situe dans le domaine des infrasons et au-dessus de 20 000 Hz dans celui des ultrasons. Infrasons et ultrasons sont inaudibles pour l'oreille humaine.

2.3 Pondération A

Afin de prendre en compte les particularités de l'oreille humaine qui ne perçoit pas les sons aigus et les sons graves de la même façon, on utilise la pondération A. Il s'agit d'appliquer un « filtre » défini par la pondération fréquentielle suivante :

Fréquence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Pondération A	-26	-16	-8.5	-3	0	+1	+1	-1

Tableau 1 : Pondération A fréquentielle

2.4 Arithmétique particulière du décibel

L'échelle logarithmique du décibel induit une arithmétique particulière. En effet, les décibels ne peuvent pas être directement additionnés :

- 60 dB(A) + 60 dB(A) = 63 dB(A) et non 120 dB(A) !

Quand on additionne deux sources de même niveau sonore, le résultat global augmente de 3 décibels.

- 60 dB(A) + 70 dB(A) = 70 dB(A)

Si deux niveaux de bruit sont émis par deux sources sonores, et si l'un est au moins supérieur de 10 dB(A) par rapport à l'autre, le niveau sonore résultant est égal au plus élevé des deux (effet de masque).

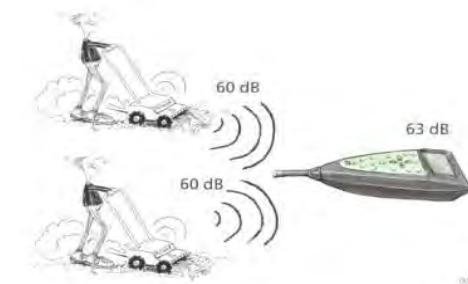


Figure 3 : illustration de l'addition de deux sources de bruit

Notons que l'oreille humaine ne perçoit généralement de différence d'intensité que pour des écarts d'au moins 2 dB(A).

2.5 Indicateurs LAeq

Les niveaux de bruit dans l'environnement varient constamment, ils ne peuvent donc être décrits aussi simplement qu'un bruit continu.

Afin de les caractériser simplement on utilise le niveau équivalent exprimé en dB(A), noté LAeq, qui représente le niveau de pression acoustique d'un bruit stable de même énergie que le bruit réellement perçu pendant la durée d'observation.

Il est défini par la formule suivante, pour une période T :

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{(t_2 - t_1)} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} \cdot dt \right]$$

où LAeq,T est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A déterminé pour un intervalle de temps T qui commence à t1 et se termine à t2.

p_0 est la pression acoustique de référence (20 μ Pa).

$p_A(t)$ est la pression acoustique instantanée pondérée A.

2.6 Indicateurs réglementaires pour le bruit des infrastructures de transport

Dans la réglementation française, ce sont les périodes 6h-22h et 22h-6h qui ont été adoptées comme référence pour le calcul des niveaux sonores LAeq.

Les indicateurs se nomment alors LAeq (6h-22h) et LAeq(22h-6h). Ils correspondent à la moyenne de l'énergie cumulée sur les périodes diurne (6h-22h) et nocturne (22h-6h) pour l'ensemble des bruits observés.

Les deux indicateurs LAeq (6h-22h) et LAeq (22h-6h) peuvent être considérés comme équivalents lorsque l'écart entre le jour et la nuit indique une accalmie de 5 dB(A).

2.7 Echelle du bruit



Figure 4 : Echelle de niveaux sonores

2.8 Effets du bruit sur la santé

La sensation de bruit varie selon les lieux, les circonstances mais aussi selon les individus. La nocivité du bruit pour l'organisme est fonction de différents critères :

- L'intensité : le niveau critique d'intensité d'un bruit nocif pour l'oreille est de 85 dB, mais de nombreux bruits, notamment industriels, sont d'intensité nettement supérieure ;
- La durée d'exposition : c'est un facteur fondamental dont dépend directement l'importance du déficit ;
- Le rythme : la cochlée est très sensible aux variations brusques d'intensité sonore (sons impulsionnels par exemple).

De plus, à ces critères s'ajoutent des aptitudes individuelles à subir les nuisances sonores :

- L'âge : la fragilité du système auditif augmente avec l'âge, mais il existe une vulnérabilité particulière chez les jeunes de moins de 20 ans et, bien sûr, chez les très jeunes enfants ;
- Les facteurs génétiques : la notion de fragilité cochléaire familiale est très importante ;
- Les antécédents ORL : les lésions antérieures de l'oreille et/ou les atteintes de l'oreille interne peuvent constituer des contre-indications à l'exposition au bruit ;
- La susceptibilité individuelle : c'est le facteur principal, il permet de savoir si le sujet est plus ou moins sensible aux bruits, bien que l'on ne puisse pas la mesurer.

Les nuisances sonores correspondent à toutes les perturbations, agressions, dommages, que peuvent provoquer les bruits sur l'organisme. La nocivité du bruit a des répercussions plus ou moins importantes sur différentes parties de l'organisme :

- Le système auditif (atteinte de l'oreille moyenne) ;
- Le psychisme ;
- Le comportement (perte d'équilibre, altération de la vision).

Les effets pervers du bruit empêchent le repos, nuisent à la vitalité, diminuent les facultés de concentration, provoquent la fatigue physique et le stress psychique. On a ainsi observé, pour les personnes exposées à des bruits intenses, des changements hormonaux, avec production de cortisol et d'adrénaline supérieure à la normale. La perte d'audition est le signe extérieur le plus évident. Mais les troubles nerveux, digestifs et cardio-vasculaires dus au bruit sont également connus.

3 Le cadre règlementaire.

L'étude a été menée en référence à la réglementation en vigueur, à savoir :

- Loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit, codifiée dans les articles L571-1 à L571-26 du code de l'environnement, et notamment les articles L571-9 et L571-10 relatifs aux aménagements et infrastructures de transports terrestres ;
- Décret 95-22 du 9 janvier 1995 relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres, codifiée dans les articles R571-44 à R571-52 du code de l'environnement ;
- Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières ;
- Circulaire du 12 décembre 1997 relative à la prise en compte du bruit dans la construction de routes nouvelles ou l'aménagement de routes existantes du réseau national ;
- Circulaire du 21 juin 2001 relative à la résorption des points noirs du bruit des transports terrestres ;
- Circulaire du 25 mai 2004 relative au bruit des infrastructures de transports terrestres ;
- Arrêté du 23 juillet 2013 modifiant l'arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit ;
- Arrêté du 3 septembre 2013 illustrant par des schémas et des exemples les articles 6 et 7 de l'arrêté du 30 mai 1996 modifié relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit.

3.1 Le décret du 9 janvier 1995

Le décret du 9 janvier 1995 mentionne les deux cas classiques de projet :

- D'une part la création d'une infrastructure nouvelle ;
- D'autre part la modification ou la transformation d'une infrastructure existante. Par ailleurs il introduit la notion de « transformation significative » et précise ce dernier point (article 2) : *«Est considérée comme significative, la modification ou la transformation d'une infrastructure existante, résultant d'une intervention ou de travaux successifs, telle que la contribution sonore qui en résulterait à terme, pour au moins une des périodes représentatives de la gêne des riverains (6h-22h, 22h-6h), serait supérieure de plus de 2 dB(A) à la contribution sonore à terme de l'infrastructure avant cette modification ou transformation ».*

3.2 L'arrêté du 5 mai 1995

L'arrêté du 5 mai 1995 présente les points suivants pour le cas de "création d'une infrastructure nouvelle" (article 2) et pour le cas de "transformation significative d'une infrastructure existante" (article 3).

3.3 La création d'une infrastructure nouvelle

Les niveaux maximums admissibles pour la contribution sonore d'une infrastructure nouvelle sont fixés aux valeurs suivantes.

Usage et nature des locaux	LAeq (6h-22h) (1)	LAeq (22h-6h) (1)
Etablissements de santé, de soins, d'action sociale (2)	60 dB(A)	55 dB(A)
Etablissements d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)	60 dB(A)	-
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	60 dB(A)	55 dB(A)
Autres logements	65 dB(A)	60 dB(A)
Locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	65 dB(A)	-

(1) Ces valeurs sont supérieures de 3 dB(A) à celles qui seraient mesurées en champs libre ou en façade dans le plan d'une fenêtre ouverte, dans les mêmes conditions de trafic, à un emplacement comparable. Il convient de tenir compte de cet écart pour toute comparaison avec d'autres réglementations, qui sont basées sur des niveaux sonores maximums admissibles en champ libre ou mesurés devant des fenêtres ouvertes.

(2) Pour les salles de soins et les salles réservées au séjour des malades, ce niveau est abaissé à 57dB(A).

Tableau 2 : Seuils réglementaires dans le cadre de la création d'une infrastructure nouvelle

3.4 La transformation significative d'une infrastructure existante

« Lors d'une modification ou transformation significative d'une infrastructure existante, (...) le niveau sonore résultant devra respecter les prescriptions suivantes :

- Si la contribution sonore de l'infrastructure avant travaux est inférieure aux valeurs prévues dans le tableau précédent, elle ne pourra excéder ces valeurs après travaux ;
- Dans le cas contraire, la contribution sonore après travaux ne doit pas dépasser la valeur existante avant travaux, sans pouvoir excéder 65 dB(A) en période diurne et 60 dB(A) en période nocturne.

3.5 La notion de zone d'ambiance sonore modérée

« Une zone est dite d'ambiance sonore modérée si le niveau de bruit ambiant existant avant la construction de la voie nouvelle, à deux mètres en avant des façades des bâtiments, est tel que LAeq (6 heures-22 heures) est inférieur à 65 dB(A) et LAeq (22 heures-6 heures) est inférieur à 60 dB(A). »

Une zone est qualifiée d'ambiance sonore modérée si une grande partie des niveaux de bruit ambiant, en façade des logements, respecte les critères définis ci-dessous. L'appréciation de ce critère d'ambiance sonore est à rechercher pour des zones homogènes du point de vue de l'occupation des sols et non pas par façade de bâtiment.

Bruit ambiant existant avant travaux (toutes sources) en dB(A)		Ambiance sonore préexistante
LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	
< 65 dB(A)	< 60 dB(A)	Modérée
> 65 dB(A)	< 60 dB(A)	Modérée de nuit
< 65 dB(A)	> 60 dB(A)	Non modérée
> 65 dB(A)	> 60 dB(A)	Non modérée

Tableau 3 : définition de l'ambiance sonore préexistante

3.6 Points noirs du bruit

La définition des points noirs du bruit est donnée par les circulaires du 12 juin 2001 et du 25 mai 2004. Un point noir du bruit des réseaux routier et ferroviaire nationaux est un bâtiment sensible qui répond aux critères acoustiques et d'antériorité ci-dessous.

3.6.1 Critères acoustiques

Un bâtiment peut être qualifié de point noir bruit si les niveaux sonores mesurés en façade dépassent les valeurs limites suivantes :

Valeurs limites relatives aux contributions sonores dB(A) en façade (si une seule de ces valeurs est dépassée, le bâtiment peut être qualifié de point noir)			
Indicateurs de bruit	Route et/ou LGV	Voie ferrée conventionnelle	Cumul Route et/ou LGV + Voie ferrée conventionnelle
LAeq (6h-22h)	70	73	73
LAeq (22h-6h)	65	68	68

Tableau 4 : Valeurs limites des PNB (Circulaire du 25 mai 2004 relative au bruit des infrastructures de transports terrestres)

3.6.2 Critères d'antériorité

Les critères d'antériorité à considérer avaient été précisés par l'annexe 1 de la circulaire du 12 juin 2001 ainsi qu'à l'article 3 de l'arrêté du 3 mai 2002. Ils sont rappelés dans ce qui suit.

Les locaux qui répondent aux critères d'antériorité sont :

- Les locaux d'habitation dont la date d'autorisation de construire est antérieure au 6 octobre 1978 ;
- Les locaux d'habitation dont la date d'autorisation de construire est postérieure au 6 octobre 1978 tout en étant antérieure à l'intervention de toutes les mesures visées à l'article 9 du décret n° 95-22 du 9 janvier 1995 et concernant les infrastructures des réseaux routier et ferroviaire nationaux auxquelles ces locaux sont exposés ;
- Les locaux des établissements d'enseignement, de soins, de santé et d'action sociale dont la date d'autorisation de construire est antérieure à la date d'entrée en vigueur de l'arrêté préfectoral les concernant pris en application de l'article L. 571-10 du code de l'environnement.

Lorsque les locaux d'habitation, d'enseignement, de soins, de santé ou d'action sociale ont été créés dans le cadre de travaux d'extension ou de changement d'affectation d'un bâtiment existant, l'antériorité doit être recherchée pour ces locaux en prenant comme référence leur date d'autorisation de construire et non celle du bâtiment d'origine.

4 Méthodologie générale de l'étude

L'estimation des niveaux sonores prévisionnels est réalisée à partir de la modélisation de la zone d'étude en trois dimensions à l'aide du logiciel CadnaA (version 2018) conforme à la norme NF S 31-133 de février 2011 et à la NMPB 2008.

Cette modélisation tient compte :

- Des niveaux d'émission sonore des deux catégories de véhicules (VL et PL) aux différentes vitesses en fonction de la nature du profil en long de la voie et du type de circulation,
- De l'importance du trafic représentatif de chaque période de référence,
- De la propagation acoustique en 3 dimensions selon la configuration des voies du projet (déblais, rasant le terrain naturel ou en trémie), de l'exposition des bâtiments selon la topographie du site (distance, hauteur, exposition directe ou indirecte), de la nature du sol (poreux) et de l'absorption dans l'air,
- Des caractéristiques de l'urbanisme. Les simulations considèrent le bâtiment étudié en présence des autres bâtiments voisins. Les effets éventuels de masques dus aux autres bâtiments sont pris en compte,
- Des masques acoustiques existants entre le projet (source d'émission sonore) et les récepteurs (bâti existant),
- Des conditions météorologiques locales pour le calcul NMPB – Route 2008.

Cette méthode prend également en compte le type de revêtement de chaussée, ainsi que son vieillissement. Les deux paramètres essentiels sont :

- La taille des granulats, avec laquelle le niveau de bruit augmente ;
- La porosité avec laquelle le niveau de bruit diminue.

Un revêtement de type R2 est pris en compte dans la présente étude.

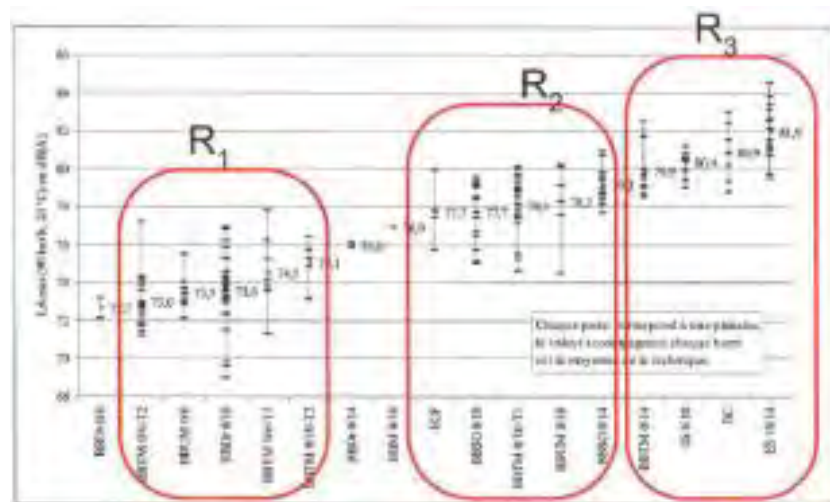


Figure 5 : Revêtement de chaussée

4.1 La prise en compte des conditions météorologiques

Les calculs sont conduits de façon détaillée dans deux types de conditions météorologiques bien distinctes :

- Conditions favorables à la propagation des sons ;
- Conditions atmosphériques homogènes

On appelle « conditions atmosphériques homogènes » l'ensemble de conditions atmosphériques conduisant à une atmosphère homogène du point de vue de la propagation du son. Dans ces conditions, l'énergie acoustique se propage en ligne droite. On appelle « conditions atmosphériques favorables » l'ensemble de conditions atmosphériques produisant une redescende de l'énergie acoustique vers le sol et conduisant à des niveaux sonores au récepteur supérieurs à ceux observés en conditions homogènes.

Le résultat final est obtenu en cumulant énergétiquement les niveaux sonores observés dans ces deux types de conditions, pondérés par leurs occurrences effectives sur le site considéré. Nous avons pris en compte les valeurs et cartes d'occurrences météorologiques de long terme des conditions favorables à la propagation sonore fournies par le document NMPB – Route 2008 du CERTU – SETRA pour la station d'Evreux (station représentative des conditions météorologiques dans l'agglomération parisienne).

Les probabilités d'occurrences de conditions favorables sont représentées sur les graphiques ci-contre. L'angle exprimant la direction source – récepteur est noté comme pour la rose des vents : angle entre cette direction et le Nord, si l'on considère le récepteur au centre de la rose. La valeur d'occurrence donnée correspond donc au bruit en provenance de cette direction.

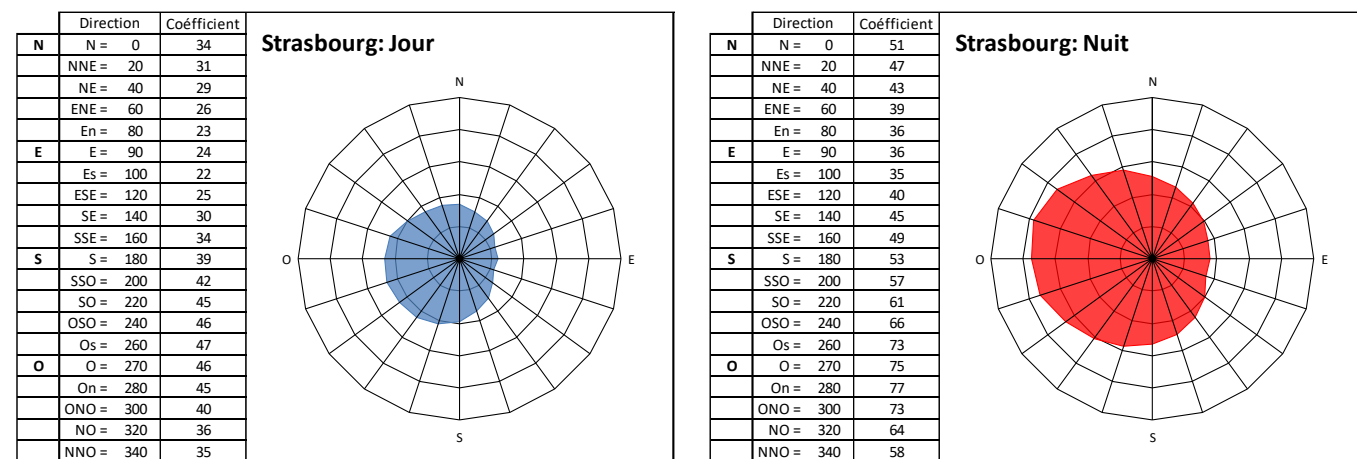


Figure 6 : Valeurs d'occurrence météorologiques de long terme des conditions favorables à la propagation sonore

4.2 La prise en compte du bruit nocturne

L'étude n'intègre que l'indicateur acoustique de la période de jour LAeq (6h-22h), en l'absence de données spécifiques pour la période de nuit fournies par l'étude de trafic.

5 Scénarios modélisés

Les scénarios modélisés correspondant au cadre de l'étude sont les suivants :

- Sans projet (hors barreau, PEX, PMC, Archipel 1 et 2) ;
- Avec projet (avec barreau, PEX, PMC, Archipel 1 et 2).

Les calculs de bruit sont réalisés sur la base de données de vitesses et de trafic routier (trafics journaliers tous véhicules, pourcentage de poids lourds et vitesses) issues de modélisations de trafic en situation avec et sans projet à l'horizon 2026 réalisées par la société PTV Group :

On notera qu'un seul horizon a été étudié par PTV Group, sans projection à + 20 ans. La présente étude ne porte donc que sur ce seul horizon.

Les données de trafic routier ont été calculées sur la base des trafics fournis aux HPM (Heure de Pointe du Matin) et HPS (Heure de Pointe du Sois) selon la formule fournie par PTV :

TMJA = (HPM + HPS) * 5

L'étude de bruit est réalisée pour le seul bruit de jour, avec un trafic horaire moyen sur la période de jour (6h-22h) correspondant à un J/17 (J : trafic journalier).

Les données de trafic considérées sont présentées à l'annexe 1.

Les données de trafic du tramway (trafics journaliers un jour de semaine) sont issues du nombre de passage aux stations :

	Station	Direction	6h-22h
Ligne B	Rives de l'Aar	Hoenheim Gare	132
		Lingolsheim	131
Ligne E	Parlement Européen	Campus D'Illkirch	127
		Robertsau L'Escale	130

Tableau 5 : Données de trafic du tramway

Le matériel utilisé dans la modélisation correspond à un tramway : CITADIS 402 (cf. annexe 2).

La présente étude fournit les éléments suivants :

- Les niveaux de bruit de jour en façade à 4 mètres de hauteur sur l'ensemble de la zone modélisée (courbes isophones) ;
- Les niveaux de bruit maximums estimés en façade des nouveaux bâtiments, utiles pour la conception de ceux-ci ;
- Les éventuelles incidences significatives en termes de bruit sur les bâtiments existants, liées aux modifications des volumes de trafic induites par le projet.

6 Niveaux de bruit sur l'ensemble de la zone modélisée

D'une manière générale l'impact acoustique vis-à-vis des riverains d'un site où sera réalisée une opération urbaine peut provenir des aménagements suivants :

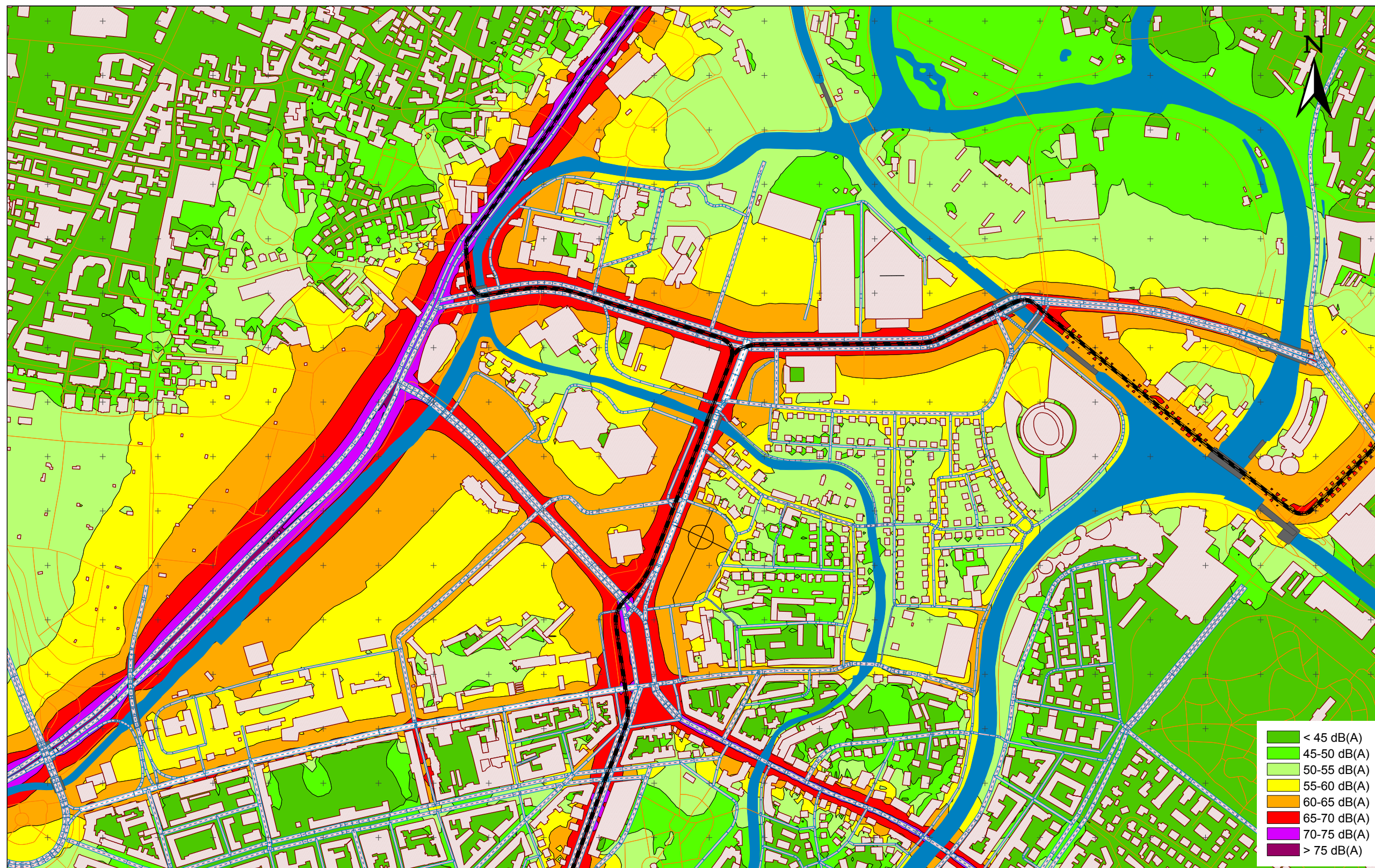
- Modification des propagations sonores autour des voiries du fait des nouvelles constructions,
- Modification de la volumétrie de l'urbanisme (effet de masque réduisant les expositions ou effet de réflexion en vis-à-vis renforçant les niveaux sonores),
- Création ou agrandissement d'une percée dans un front urbain continu,
- Création de nouvelles voies de desserte dans le quartier,
- Modification éventuelle du plan de circulation,
- Evolution des volumes de trafic engendrés par le nouveau quartier,

A ce titre, la prévision de l'évolution des expositions sonores a fait l'objet d'une analyse spécifique destinée à apprécier l'impact acoustique du projet sur la base d'une modélisation de la propagation du bruit routier sur le site.

Les cartes pages suivantes présentent :

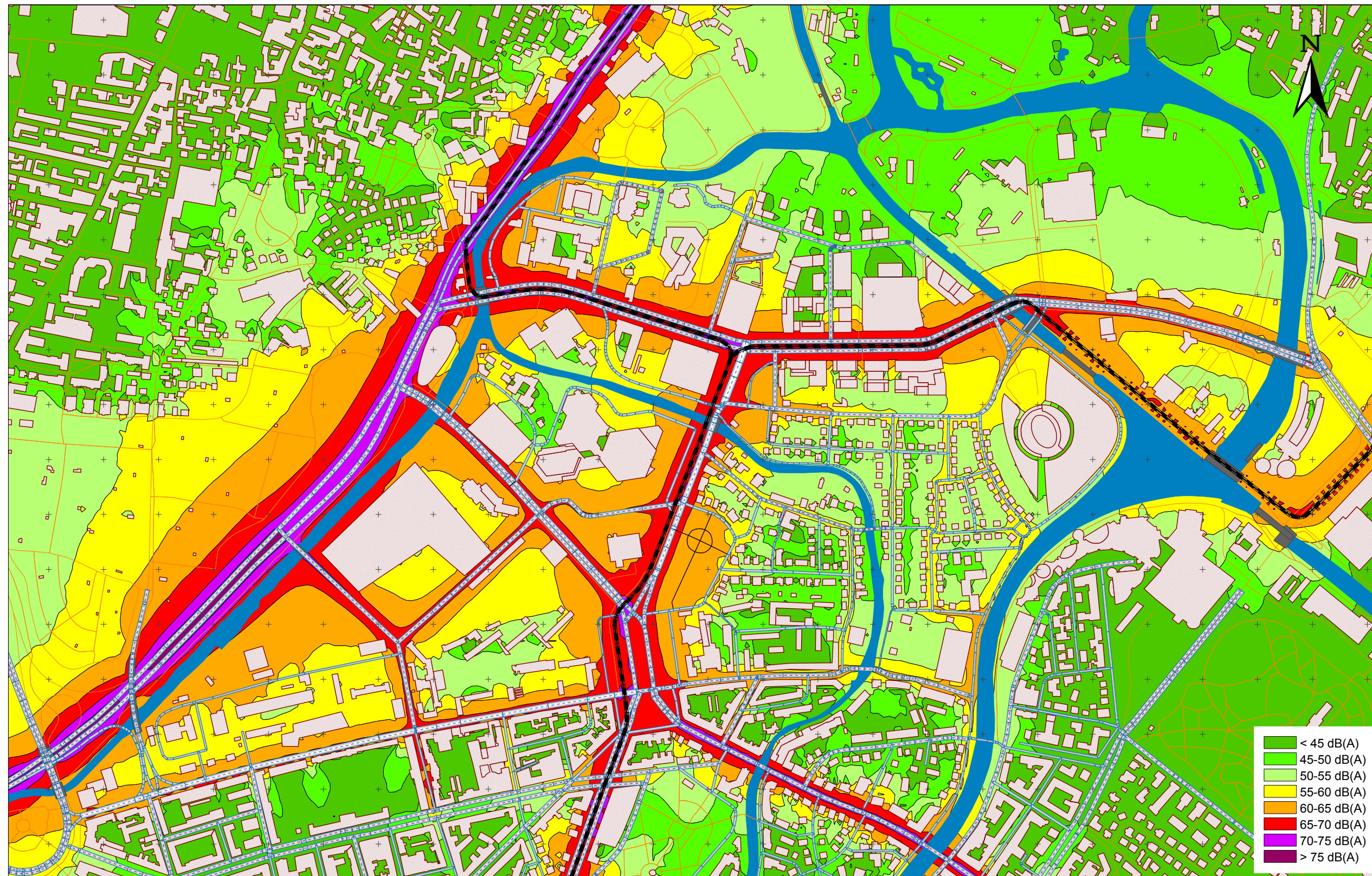
- Les niveaux sonores attendus de jour LAeq(6h-22h) au sein de la zone d'étude et dans son environnement,
- Les niveaux sonores maximums attendus sur chaque façade des bâtiments projetés au sein de la zone d'étude,

Ces cartes montrent que les charges supplémentaires de trafic sur le réseau routier desservant le projet global auront peu d'influence en termes d'émissions sonores. Une analyse spécifique par calcul sur récepteurs a été réalisée pour les voiries où les évolutions de trafic sont les plus notables. Elle est présentée au chapitre suivant.



Opération Archipel 2 – Projet global Wacken Europe
Isophones à 4m du sol bruit global de jour Leq (6h-22h) sans projet

Figure 7 : Carte isophones sans projet



Opération Archipel 2 – Projet global Wacken Europe
Isophones à 4m du sol bruit global de jour Leq (6h-22h) avec projets

La carte de la page suivante présente l'isolement ($D_{nT,A,Tr}$) requis en façades des futurs bâtiments.

Les degrés d'isolement requis seront déterminés pour chaque façade afin de préserver l'ambiance sonore intérieure des bâtiments (logements et activités) du bruit de la circulation routière sur la base de ces niveaux sonores maximums attendus.

On notera que les trafics sur les voies internes des projets Archipel 1 et 2 n'ont pas été pris en compte. L'objectif d'isolement des façades situées à l'intérieur du quartier a donc été considéré identique à celui de la voie de desserte principale sur laquelle le trafic a été modélisé (cf données de trafic en annexe 1).

Les prescriptions d'isolement de façades seront clairement définies dans le cadre des dépôts de permis de construire à établir pour chaque opération. Dans les permis de construire, un isolement minimal des façades figurera dans les cahiers des charges de la construction des bâtiments, sous la forme suivante :

« La façade devra avoir un isolement au bruit $D_{nT,A,Tr}$ de : ... $dB(A)$ ».

A l'échelle du bâtiment, la répartition des pièces à vivre sera également étudiée de façon à limiter leur exposition au bruit. Les bâtiments bénéficiant d'une double exposition pourront ainsi proposer des logements traversants afin d'offrir aux habitants une possibilité de repli.

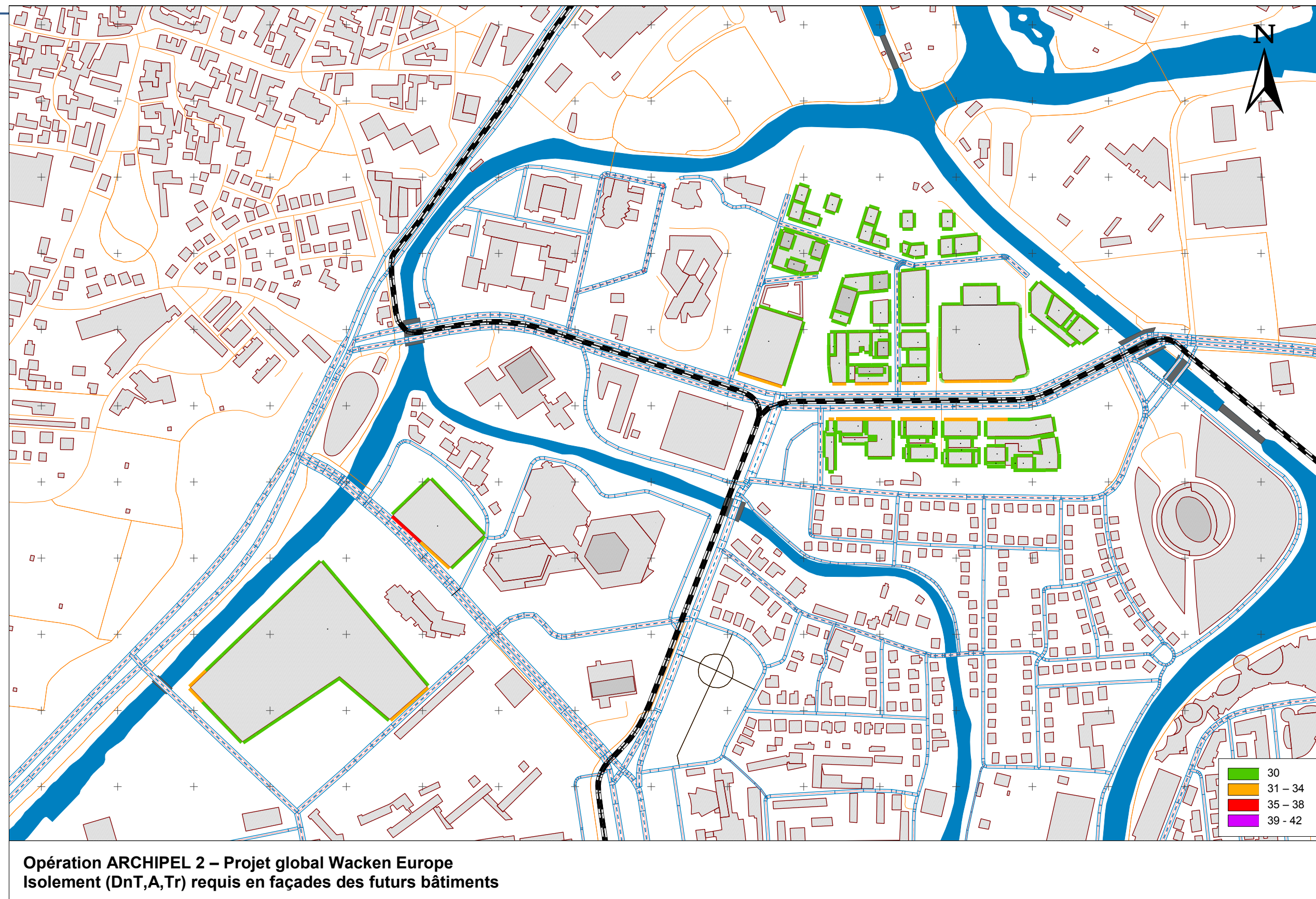


Figure 11 : Carte des isolements requis pour les nouveaux bâtiments

7 Analyse des effets indirects à l'extérieur des zones de projet

Les variations des flux de trafic dues au projet sur les voies situées dans le périmètre de la zone d'étude peuvent engendrer une augmentation des niveaux de bruit en façade des bâtiments existants. On parle alors d'effets indirects du projet.

Les augmentations de niveau de bruit en façade des bâtiments existants sont prises en compte sur la base de l'application de la notion de transformation significative, rappelée ci-dessous :

Est considérée comme significative, la modification ou la transformation d'une infrastructure existante, résultant d'une intervention ou de travaux successifs, telle que la contribution sonore qui en résulterait à terme, pour au moins une des périodes représentatives de la gêne des riverains (6h-22h, 22h-6h), serait supérieure de plus de 2 dB(A) à la contribution sonore à terme de l'infrastructure avant cette modification ou transformation.

Lors d'une modification ou transformation significative d'une infrastructure existante, (...) le niveau sonore résultant devra respecter les prescriptions suivantes :

- Si la contribution sonore de l'infrastructure avant travaux est inférieure aux valeurs prévues dans le tableau ci-dessous, elle ne pourra excéder ces valeurs après travaux ;
- Dans le cas contraire, la contribution sonore après travaux ne doit pas dépasser la valeur existante avant travaux, sans pouvoir excéder 65 dB(A) en période diurne et 60 dB(A) en période nocturne.

Usage et nature des locaux	LAeq (6h-22h) (1)	LAeq (22h-6h) (1)
Etablissements de santé, de soins, d'action sociale (2)	60 dB(A)	55 dB(A)
Etablissements d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)	60 dB(A)	-
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	60 dB(A)	55 dB(A)
Autres logements	65 dB(A)	60 dB(A)
Locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	65 dB(A)	-

(1) Ces valeurs sont supérieures de 3 dB(A) à celles qui seraient mesurées en champs libre ou en façade dans le plan d'une fenêtre ouverte, dans les mêmes conditions de trafic, à un emplacement comparable.

Il convient de tenir compte de cet écart pour toute comparaison avec d'autres réglementations, qui sont basées sur des niveaux sonores maximums admissibles en champ libre ou mesurés devant des fenêtres ouvertes.

(2) Pour les salles de soins et les salles réservées au séjour des malades, ce niveau est abaissé à 57dB(A).

Tableau 6 : Seuils réglementaires dans le cadre de la création d'une infrastructure nouvelle

Pour ce qui concerne les bureaux, sont à traiter les étages des façades des bâtiments où simultanément :

- L'augmentation du niveau de bruit est supérieure à 2 décibels ;
- Le niveau de bruit de jour dépasse le seuil de 65 dB(A).

Pour ce qui concerne les habitations, sont à traiter les étages des façades des bâtiments où simultanément :

- L'augmentation du niveau de bruit est supérieure à 2 décibels ;
- Le niveau de bruit de jour dépasse le seuil de 60 dB(A).

Les façades à protéger réglementairement au vu de l'impact acoustique du projet ne seront éligibles à ces travaux que si les deux conditions suivantes sont réunies :

- Critère d'antériorité respecté.
- Isolement de façade actuel insuffisant.

Récepteur	Etage	Bruit de Jour LAeq (6h-22h)		Effet du projet
		Sans Projet	Avec Projet	
1	RdC	57,5	57,9	0,4
	R+1	58,1	58,3	0,2
2	RdC	58,4	58,8	0,4
	R+1	58,8	58,9	0,1
3	RdC	57,5	53,4	-4,1
	R+1	58,4	53,6	-4,8
4	RdC	60,2	58,3	-1,9
	R+1	60,1	58	-2,1
5	RdC	57,3	64,1	6,8
	R+1	57,5	63,6	6,1
6	RdC	61,7	65,8	4,1
	R+1	61,1	65,4	4,3
7	RdC	62,2	63,9	1,7
	R+1	61,6	63,6	2
8	RdC	61,2	62,4	1,2
	R+1	61,2	62,4	1,2
9	RdC	62,1	63,5	1,4
	R+1	61,8	63,4	1,6
10	RdC	66,3	67,3	1
11	RdC	64,9	65,5	0,6
	R+1	64,6	65,2	0,6
12	RdC	67,2	-	-
	R+1	67,1	-	-
13	RdC	68,4	68,8	0,4
	R+1	68,2	68,6	0,4
	R+2	67,9	68,4	0,5
	R+3	67,3	67,8	0,5
	R+4	66,5	67	0,5
14	R+5	65,6	66,2	0,6
	RdC	68	68,5	0,5
	R+1	67,7	68,3	0,6
	RdC	67,5	68,1	0,6
	R+1	67,2	67,8	0,6
15	R+2	66,6	67,2	0,6
	R+3	66	66,6	0,6
	RdC	67	68,1	1,1
	R+1	66,8	67,9	1,1
	R+2	66,7	67,7	1
16	R+3	66,4	67,5	1,1
	R+4	66	67,1	1,1
	R+5	65,5	66,6	1,1
	RdC	68	68,8	0,8
	R+1	67,7	68,6	0,9
	R+2	67,5	68,3	0,8
	R+3	67,1	67,9	0,8
	R+4	66,6	67,4	0,8
	R+5	65,9	66,8	0,9

Récepteur	Etage	Bruit de Jour LAeq (6h-22h)		Effet du projet
		Sans Projet	Avec Projet	
17	R+3	63,3	63,7	0,4
	R+4	63,6	64,1	0,5
	R+5	63,6	64	0,4
	R+6	63,4	63,9	0,5
	R+7	63,2	63,6	0,4
	R+8	63	63,4	0,4
	R+9	62,8	63,3	0,5
18	R+10	62,6	63,1	0,5
	R+3	64,5	64,8	0,3
	R+4	64,6	64,9	0,3
	R+5	64,5	64,8	0,3
	R+6	64,4	64,7	0,3
	R+7	64,2	64,5	0,3
	R+8	64	64,3	0,3
19	R+9	63,8	64,1	0,3
	R+10	63,7	64	0,3
	RdC	62,5	62,8	0,3
	R+1	63,5	63,8	0,3
	R+2	64,9	65,2	0,3
	R+3	64,9	65,2	0,3
	R+4	64,8	65,1	0,3
20	R+5	64,8	65	0,2
	R+6	64,7	64,9	0,2
	R+7	64,6	64,8	0,2
	RdC	67,4	67,7	0,3
	R+1	67,3	67,7	0,4
	R+2	67,2	67,5	0,3
	R+3	66,9	67,2	0,3
21	R+4	66,5	66,9	0,4
	R+5	66,1	66,5	0,4
	RdC	68,1	68,7	0,6
	R+1	67,8	68,5	0,7
	R+2	67,5	68,2	0,7
	RdC	62,2	62,7	0,5
	R+1	63,1	63,7	0,6
22	R+2	62,9	63,5	0,6
	R+3	62,8	63,5	0,7
	R+4	62,7	63,4	0,7
	R+5	62,7	63,4	0,7
	RdC	54	55,5	1,5
	R+1	59,2	60,2	1
	R+2	59,3	60,2	0,9
23	R+3	59,2	59,9	0,7
	R+4	59	59,8	0,8
	R+5	58,9	59,8	0,9
	RdC	58,8	60	1,2
	R+1	54	55,5	1,5
	R+2	59,2	60,2	1
	R+3	59,3	60,2	0,9
24	R+4	59,2	59,9	0,7
	R+5	59	59,8	0,8
	R+6	58,9	59,8	0,9
	RdC	58,8	60	1,2
	R+1	54	55,5	1,5
	R+2	59,2	60,2	1
	R+3	59,3	60,2	0,9
25	R+4	59,2	59,9	0,7
	R+5	59	59,8	0,8
	R+6	58,9	59,8	0,9
	RdC	58,8	60	1,2
	R+1	54	55,5	1,5
	R+2	59,2	60,2	1
	R+3	59,3	60,2	0,9

Récepteur	Etage	Bruit de Jour LAeq (6h-22h)		Effet du projet
		Sans Projet	Avec Projet	
26	RdC	67,4	68,6	1,2
	R+1	66,9	68,3	1,4
	R+2	66,6	67,9	1,3
27	RdC	65,9	67	1,1
	R+1	65,4	66,6	1,2
	R+2	65,3	66,4	1,1
28	RdC	68,1	69,6	1,5
	R+1	67,6	69,1	1,5
29	RdC	67,8	69,1	1,3
	R+1	67,4	68,8	1,4
30	RdC	66,9	67,8	0,9
	R+1	66,4	67,4	1
	R+2	66,3	67,3	1
31	RdC	63,2	63,8	0,6
	R+1	62,8	63,5	0,7
	R+2	62,7	63,4	0,7
32	RdC	60,9	61,1	0,2
	R+1	60,7	60,9	0,2
	R+2	60,5	60,8	0,3
33	RdC	60	60	0
	R+1	60,7	60,8	0,1
	R+2	60,3	60,5	0,2
34	RdC	60,5	60,6	0,1
	R+1	60,9	61,1	0,2
35	R+2	61,2	61,4	0,2
	R+3	59,1	59,4	0,3
36	RdC	62,1	62,1	0
	R+1	61,5	61,6	0,1
37	RdC	65,7	65,9	0,2
	R+1	65,2	65,4	0,2
	R+2	64,5	64,7	0,2
38	R+3	63,9	64,1	0,2
	RdC	64,8	65,1	0,3
	R+1	63,9	64,2	0,3
39	R+2	63	63,3	0,3
	R+3	62,4	62,6	0,2
	RdC	64,2	64,5	0,3
40	R+1	63,3	63,6	0,3
	R+2	62,4	62,6	0,2
	R+3	61,6	61,9	0,3
	R+4	61	61,2	0,2
	R+5	60,6	60,8	0,2
	RdC	68,6	69,2	0,6
	R+1	67,5	68,2	0,7
	R+2	66,6	67,4	0,8
	R+3	66	66,7	0,7
	R+4	65,5	66,1	0,6

Récepteur	Etage	Bruit de Jour LAeq (6h-22h)		Effet du projet
		Sans Projet	Avec Projet	
41	RdC	67,4	68,6	1,2
	R+1	66,2	67,5	1,3
	R+2	65,2	66,4	1,2
	R+3	64,6	65,7	1,1
	R+4	64,1	65,1	1
42	R+5	63,7	64,6	0,9
	RdC	66,9	68,3	1,4
	R+1	65,8	67,1	1,3
	R+2	64,7	66	1,3
	R+3	63,8	65,1	1,3
43	R+4	63,1	64,4	1,3
	R+5	62,6	63,7	1,1
	RdC	66,7	68,2	1,5
	R+1	65,7	67,2	1,5
	R+2	64,7	66,2	1,5
44	R+3	63,9	65,3	1,4
	R+4	63,1	64,6	1,5
	R+5	62,5	63,9	1,4
	RdC	67,3	68,8	1,5
	R+1	66,3	67,8	1,5
45	R+2	65,4	66,9	1,5
	R+3	64,6	66,1	1,5
	R+4	64	65,4	1,4
	R+5	63,4	64,9	1,5
	R+6	63	64,4	1,4
46	RdC	65,6	65,3	-0,3
	R+1	65,4	65,4	0
	R+2	63,7	64	0,3
47	R+3	65,8	65,8	0
	R+4	65,6	66,2	0,6
	R+5	64,7	65,3	0,6
48	RdC	59,3	60,3	1
	R+1	60,1	61,1	1
	R+2	63,5	63,8	0,3
49	RdC	64	65,1	1,1
	R+1	64	65,2	1,2
	R+2	63,8	65	1,2
50	R+3	63,6	64,8	1,2
	RdC	60,2	61,5	1,3
	R+1	60,5	61,8	1,3
	R+2	60,7	62	1,3
	RdC	63,8	65,2	1,4
	R+1	63,9	65,3	1,4
	R+2	63,7	65,1	1,4
	R+3	63,5	64,9	1,4
	R+4	63,2	64,6	1,4
	R+5	62,9	64,3	1,4
	R+6	62,7	64	1,3

		Bruit de Jour LAeq (6h-22h)		Effet du projet
Récepteur	Etage	Sans Projet	Avec Projet	
51	RdC	63,3	65,7	2,4
	R+1	63,3	65,6	2,3
	R+2	63,1	65,3	2,2
	R+3	62,8	64,9	2,1
	R+4	62,5	64,4	1,9
	R+5	62,1	64	1,9
	R+6	61,6	63,4	1,8
52	RdC	61,4	64,2	2,8
53	R+1	58,9	63,4	4,5
	R+2	59,3	63,6	4,3
	R+3	59,6	63,6	4
	R+4	58,7	62,8	4,1
	R+5	58,5	62,3	3,8
	R+6	58,5	62,2	3,7
	R+7	58,5	62	3,5
54	RdC	58	59	1
	R+1	57,9	59,2	1,3
	R+2	58,3	59,3	1
	R+3	58,2	59,3	1,1
	R+4	58,1	59,3	1,2
55	RdC	57,7	58,5	0,8
	R+1	57,7	58,6	0,9
	R+2	58	58,7	0,7
	R+3	57,9	58,8	0,9
	R+4	57,8	58,9	1,1
56	RdC	62,6	62,9	0,3
	R+1	62,3	62,6	0,3
	R+2	61,9	62,2	0,3
	R+3	61,4	61,7	0,3
	R+4	61	61,2	0,2
57	R+1	59,8	61,8	2,0
	R+2	59,6	61,1	1,5
	R+3	59,6	61	1,4
	R+4	59,5	60,9	1,4
	R+5	59,4	60,9	1,5
	R+6	59,5	60,9	1,4
	R+7	59,5	60,7	1,2
	R+8	59,4	60,5	1,1
	R+9	59,4	60,4	1
	R+10	58,9	59,6	0,7
58	R+2	64,5	64,6	0,1
	R+3	64,4	64,5	0,1
	R+4	64,4	64,6	0,2
	R+5	64,4	64,5	0,1
	R+6	64,4	64,5	0,1
	R+7	64,4	64,5	0,1

		Bruit de Jour LAeq (6h-22h)		Effet du projet
Récepteur	Etage	Sans Projet	Avec Projet	
59	R+1	65,3	64,4	-0,9
	R+2	65,2	64,3	-0,9
	R+3	65	64,1	-0,9
	R+4	64,7	63,9	-0,8
	R+5	64,4	63,7	-0,7
	R+6	64,2	63,5	-0,7
	R+7	63,9	63,2	-0,7
	R+8	63,6	62,9	-0,7
	R+9	63,3	62,7	-0,6
	R+10	62,6	61,8	-0,8
60	R+1	65,3	63,8	-1,5
	R+2	65,3	63,7	-1,6
	R+3	65,1	63,6	-1,5
	R+4	65	63,5	-1,5
	R+5	64,7	63,3	-1,4
	R+6	64,5	63	-1,5
	R+7	64,3	62,8	-1,5
	R+8	64	62,6	-1,4
	R+9	63,8	62,4	-1,4
	R+10	62,8	61,3	-1,5

Tableau 7 : Résultats des calculs sur récepteurs

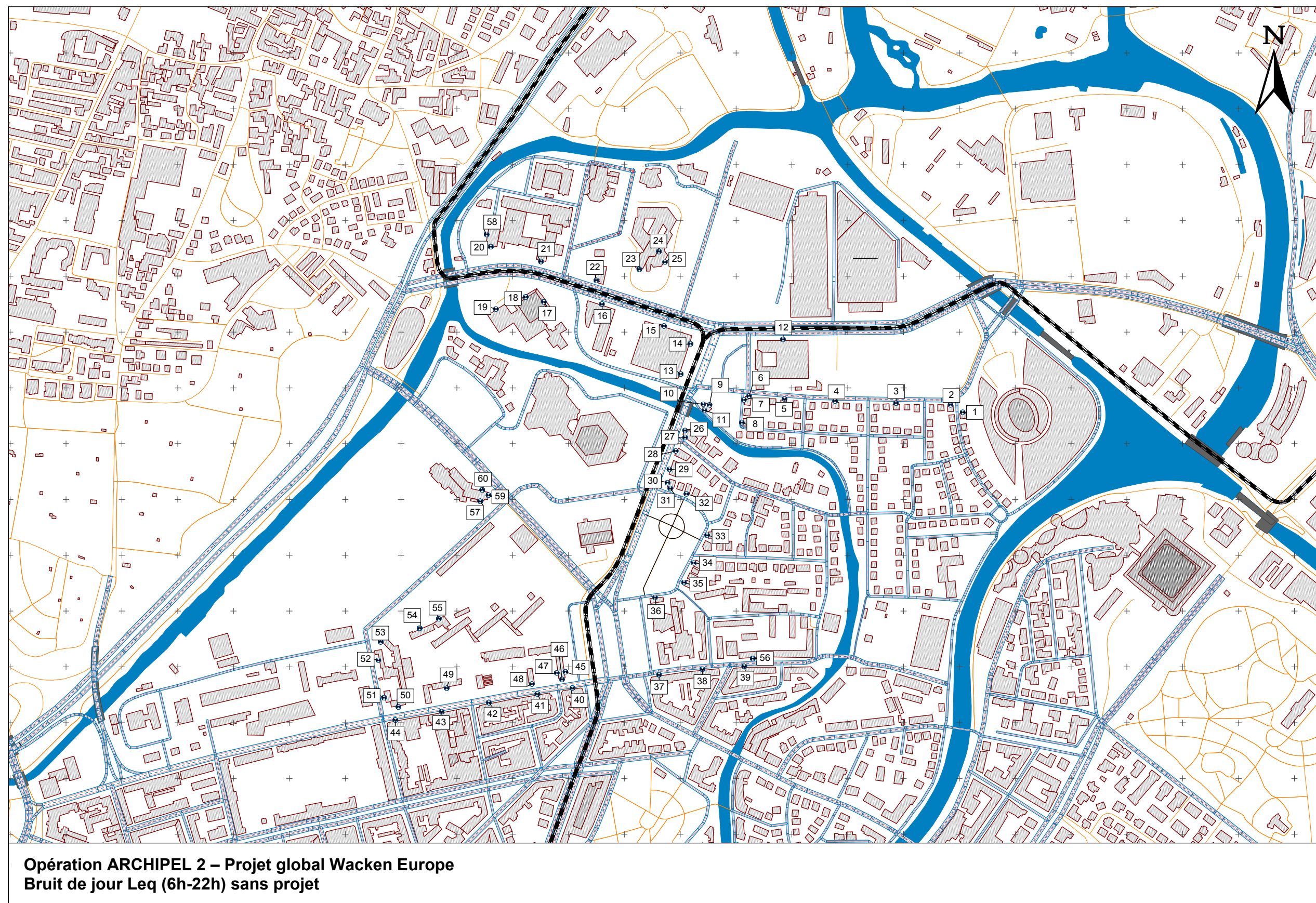


Figure 12 : Carte de calcul sur récepteurs LAeq(6h-22h) sans projet

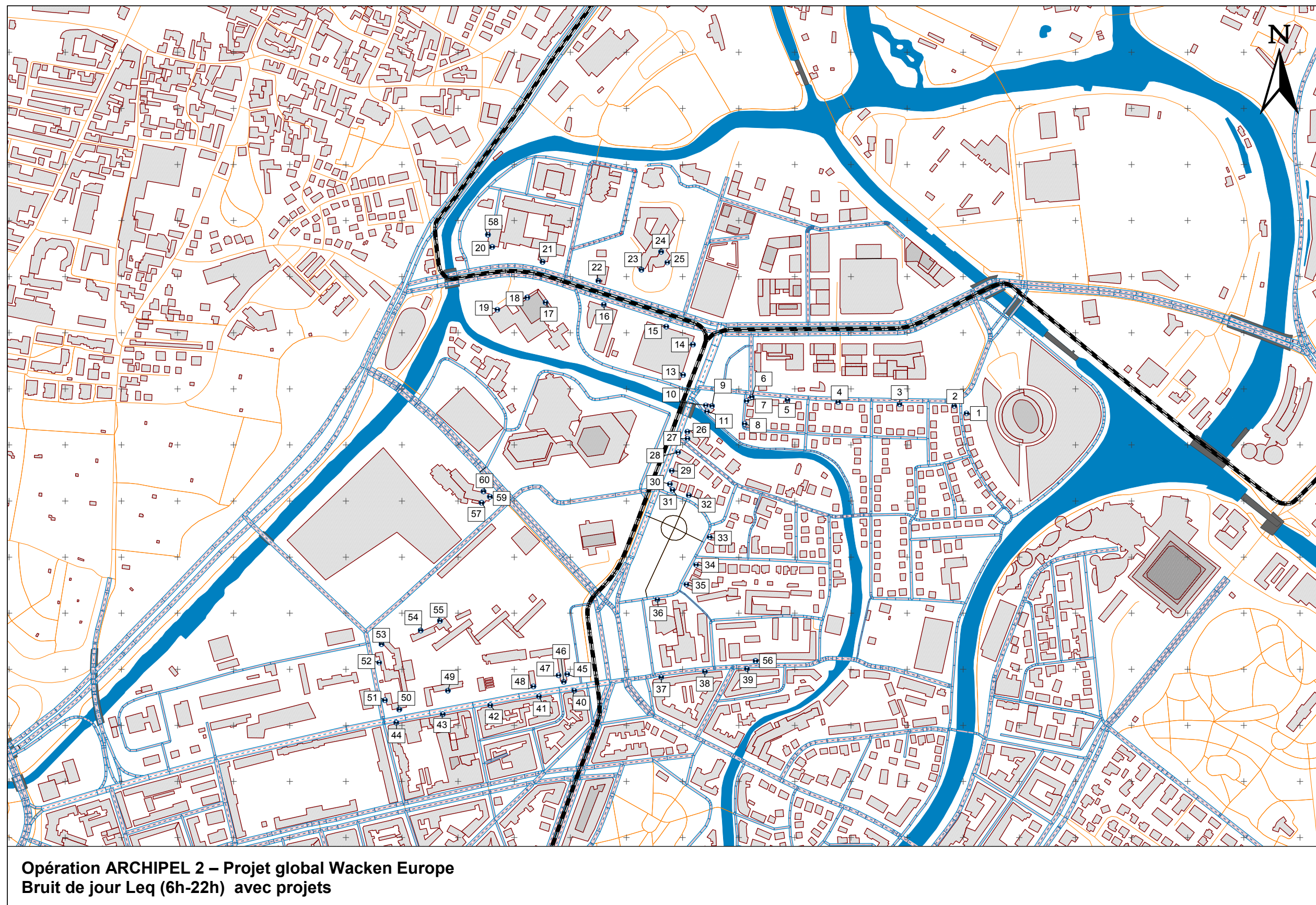


Figure 13 : Carte de calcul sur récepteurs LAeq(6h-22h) avec projet



		Etat de jour LAeq (6h-22h)		
Récepteur	Etage	Sans Projet	Avec Projet	Effet du projet
51	RdC	63,3	65,7	2,4
	R+1	63,3	65,6	2,3
	R+2	63,1	65,3	2,2
	R+3	62,8	64,9	2,1
	R+4	62,5	64,4	1,9
	R+5	62,1	64	1,9
	R+6	61,6	63,4	1,8
52	RdC	61,4	64,2	2,8
	R+1	58,9	63,4	4,5
53	R+2	59,3	63,6	4,3
	R+3	59,6	63,6	4
	R+4	58,7	62,8	4,1
	R+5	58,5	62,3	3,8
	R+6	58,5	62,2	3,7
	R+7	58,5	62	3,5

7.3 Préconisations acoustiques pour les immeubles existants

L'isolement minimal à obtenir pour les façades devra respecter l'ensemble des conditions suivantes :

$DnAT \geq LAeq(6h-22h) - Obj(6h-22h) + 25\text{ dB(A)}$

$DnAT \geq LAeq(22h-6h) - Obj(22h-6h) + 25\text{ dB(A)}$

$DnAT \geq 30\text{ dB(A)}$

Où,

DnAT est le degré d'isolement de façade,

LAeq (6h-22h) et LAeq (22h-6h) sont les indicateurs proposés comme représentatifs du bruit routier de la zone, respectivement pour les périodes de jour et de nuit,

Obj(6h-22h) et Obj(22h-6h) sont les seuils correspondants aux objectifs fixés,

Par exemple, pour un objectif de protection de 65 dB(A) en façade d'un bâtiment à usage d'habitation, et un niveau de bruit calculé en façade de 67 dB(A), le niveau d'isolement à respecter sera $DnAT = 67-65+25 = 27\text{ dB(A)}$. Le tableau ci-dessous fournit par gamme les isoléments à respecter pour un logement.

Exposition en façade de jour en dB(A)	Isolément à respecter	Exposition en façade de nuit en dB(A)	Isolément à respecter	Gamme d'isolément acoustique
73	38	68	38	38 dB(A)
72	37	67	37	
71	36	66	36	
70	35	65	35	35 dB(A)
69	34	64	34	
68	33	63	33	33 dB(A)
67	32	62	32	
66	31	61	31	
65	30	60	30	30 dB(A)
64	29	59	29	
63	28	58	28	
62	27	57	27	
61	26	56	26	
60	Sans objet	55	Sans objet	

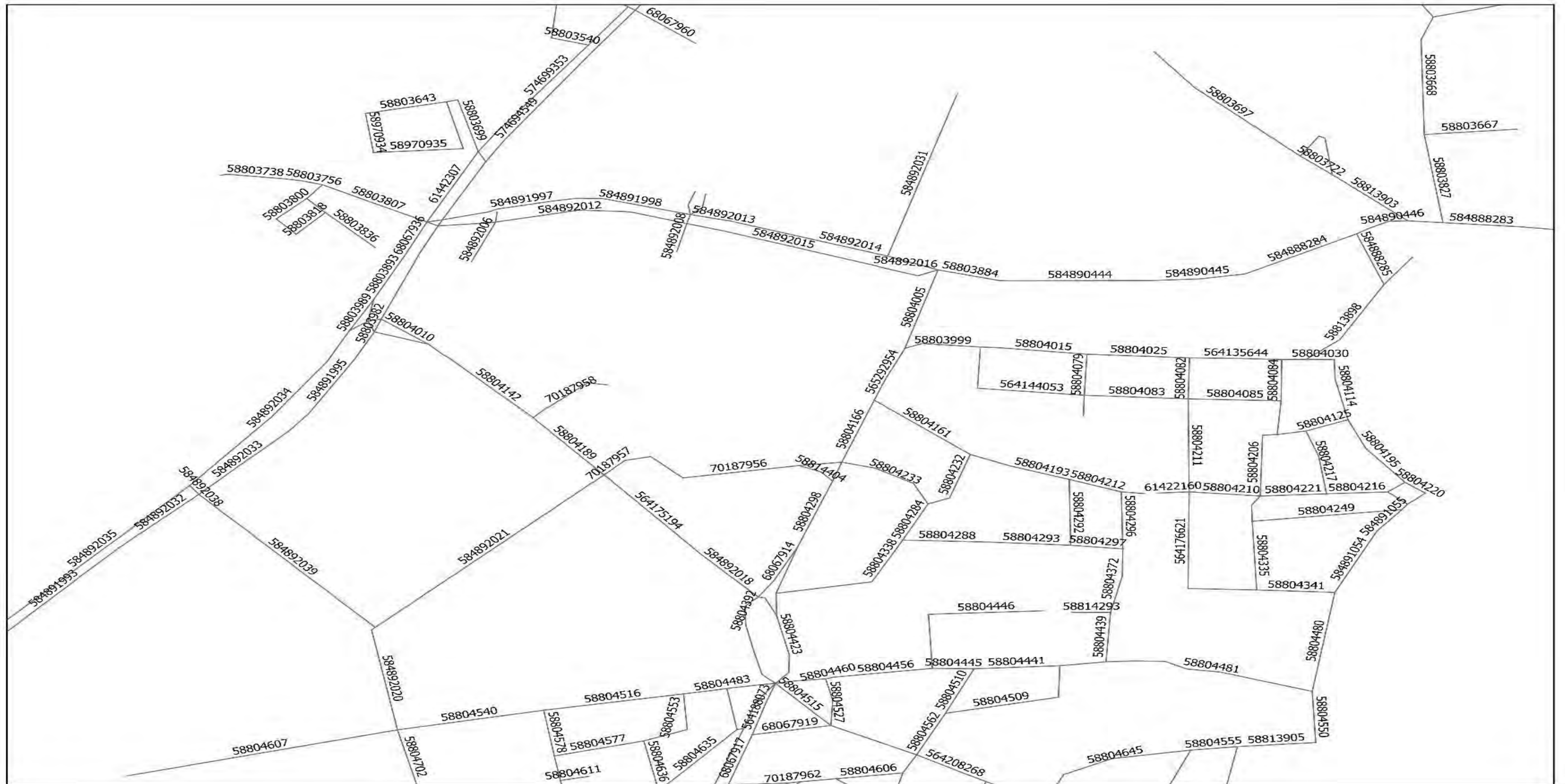
Par ailleurs, on rappelle que l'isolement minimum de façade requis est de 30 dB(A), pour les constructions d'habitations neuves (arrêté du 30 mai 1996),

Pour les récepteurs concernés, les isoléments nécessaires et/ou les gammes d'isolement à mettre en œuvre en cas de travaux sont fournis par le tableau ci-dessous, pour l'objectif visé pour le bruit de jour.

Recepteur	Etage	Leq (6h-22h)	Objectif visé	Objectif d'isolement	Gamme d'isolement retenue
5	RdC	64,1	60	29,1	30 dB(A)
	R+1	63,6	60	28,6	
6	RdC	65,8	61,7	29,1	
	R+1	65,4	61,1	29,3	
51	RdC	65,7	63,3	27,4	
	R+1	65,6	63,3	27,3	
	R+2	65,3	63,1	27,2	
	R+3	64,9	62,8	27,1	
52	RdC	64,2	61,4	27,8	
53	R+1	63,4	60	28,4	
	R+2	63,6	60	28,6	
	R+3	63,6	60	28,6	
	R+4	62,8	60	27,8	
	R+5	62,3	60	27,3	
	R+6	62,2	60	27,2	
	R+7	62,0	60	27,0	

8 Annexes

8.1 Annexe 1 : Trafics routiers



NO	TMJA Sans Projet	% PL	TMJA Avec Projet	% PL	Sans Projet V_moy	Avec Projet V_moy
58803893	16500	5,5%	19285	4,7%	48	48
58803974	13325	7,5%	15325	6,5%	49	48
574694549	8480	11,2%	8730	10,9%	43	43
574699353	10175	7,9%	10485	7,6%	44	44
584891993	17425	5,2%	23270	3,9%	68	65
584891995	17425	5,2%	16375	5,3%	56	57
584892032	17425	5,2%	23270	3,9%	55	54
584892033	17425	5,2%	16375	5,3%	55	55
584892034	20105	2,0%	19560	2,6%	55	55
584892035	20105	2,0%	24630	1,6%	69	68
61442307	10915	7,3%	11445	7,0%	48	48
58803451	2925	6,2%	3005	6,0%	44	43
58803454	2365	2,5%	2395	2,5%	42	42
58803479	2365	2,5%	2395	2,5%	42	42
58803486	440	6,8%	775	3,9%	44	43
58803520	2765	4,7%	2810	4,6%	42	42
58803539	9370	7,3%	9635	7,1%	46	46
58803540	2555	5,1%	2600	5,0%	44	44
58803623	350	20,0%	350	20,0%	43	43
58803626	495	0,0%	495	0,0%	43	43
58803643	495	0,0%	495	0,0%	44	44
58803667	2645	0,4%	2645	0,4%	43	43
58803668	440	6,8%	775	3,9%	44	44
58803699	1325	4,5%	1275	4,7%	43	44
58803756	4900	1,2%	5690	1,1%	43	43
58803777	375	2,7%	405	2,5%	43	43
58803794	90	0,0%	90	0,0%	43	43
58803800	270	0,0%	305	0,0%	45	44
58803807	5260	1,1%	6085	1,0%	43	43
58803818	90	0,0%	90	0,0%	43	43
58803819	1830	0,0%	1830	0,0%	44	44
58803827	2605	1,5%	2935	1,4%	42	42
58803846	7240	1,4%	7240	1,4%	43	43
58803877	8430	3,0%	9075	2,8%	43	43
58803884	6695	3,3%	12200	1,8%	44	44
58803886	6695	3,3%	12200	1,8%	48	48
58803999	380	1,3%	4430	0,0%	43	41
58804002	380	1,3%	4400	0,0%	44	43
58804005	2085	9,6%	3450	5,9%	41	41
58804010	6830	3,2%	3565	4,1%	49	49
58804011	7315	8,4%	4330	9,2%	49	49
58804015	380	1,3%	4400	0,0%	45	43
58804025	380	1,3%	580	0,0%	44	44
58804030	250	4,0%	630	1,6%	43	43
58804082	350	1,4%	430	0,0%	43	43
58804084	280	10,7%	345	7,2%	43	43
58804114	250	4,0%	630	1,6%	43	42
58804125	560	1,8%	425	2,4%	44	43
58804133	345	2,9%	180	2,8%	45	45
58804134	280	10,7%	345	7,2%	44	43
58804142	14145	5,9%	7895	6,9%	48	46
58804161	515	5,8%	390	7,7%	44	44
58804166	1420	12,7%	6975	2,7%	48	47
58804169	515	5,8%	390	7,7%	45	45
58804189	14145	5,9%	7895	6,9%	45	42
58804190	550	1,8%	4270	0,2%	45	42
58804193	515	5,8%	390	7,7%	45	45
58804195	1060	0,0%	1320	0,0%	44	44
58804206	620	6,5%	520	5,8%	44	44
58804211	350	1,4%	465	0,0%	45	45
58804212	515	5,8%	390	7,7%	43	43
58804216	220	0,0%	250	2,0%	45	45
58804217	220	0,0%	250	2,0%	44	44
58804220	1060	0,0%	1320	0,0%	45	43
58804234	1060	0,0%	1320	0,0%	40	40
58804235	220	0,0%	250	2,0%	41	40
58804237	1280	0,0%	1570	0,3%	45	45
58804250	620	6,5%	520	5,8%	45	45
58804296	515	5,8%	390	7,7%	44	44
58804298	870	19,0%	2695	6,1%	47	47
58804335	620	6,5%	520	5,8%	44	44
58804341	1100	5,9%	1750	3,1%	43	43
58804345	340	47,1%	2015	8,2%	47	47
58804372	515	5,8%	390	7,7%	45	45
58804384	340	47,1%	2015	8,2%	40	40
58804392	5960	6,9%	6235	6,7%	49	49
58804418	5960	6,9%	6235	6,7%	50	50
58804423	5495	6,8%	5715	5,5%	48	48
58804439	515	5,8%	390	7,7%	43	43
58804440	2195	2,5%	2395	2,1%	43	43
58804441	2195	2,5%	2395	2,1%	44	44

NO	TMJA Sans Projet	% PL	TMJA Avec Projet	% PL	Sans Projet V_moy	Avec Projet V_moy
58804445	2040	2,9%	2615	1,3%	44	43
58804456	2610	2,3%	3145	1,3%	44	43
58804460	2610	2,3%	3145	1,3%	45	45
58804466	2180	2,1%	2595	0,6%	42	41
58804469	2180	2,1%	2595	0,6%	38	38
58804470	5495	6,8%	5715	5,5%	49	49
58804471	5960	6,9%	6235	6,7%	38	38
58804473	4655	3,0%	6450	2,9%	41	41
58804480	2390	3,1%	3325	2,1%	43	43
58804481	1680	1,2%	2010	1,0%	44	44
58804483	4655	3,0%	6490	2,9%	44	42
58804492	4655	3,0%	6495	2,9%	47	45
58804510	1330	5,3%	1375	3,3%	43	43
58804515	12945	6,5%	12910	6,8%	44	43
58804516	4655	3,0%	6520	2,9%	48	45
58804527	435	3,4%	555	5,4%	43	42
58804528	12945	6,5%	12910	6,8%	50	50
58804540	5035	2,0%	7620	2,4%	45	43
58804545	45	0,0%	350	0,0%	44	44
58804550	720	7,6%	1335	3,7%	43	43
58804555	620	1,6%	1185	0,8%	44	43
58804562	1330	5,3%	1375	3,3%	42	42
58804578	980	3,1%	735	0,7%	42	40
58804602	1295	3,1%	1380	2,9%	38	38
58804605	245	4,1%	970	1,0%	43	43
58804607	4440	3,4%	4510	3,3%	46	46
58804611	360	2,8%	345	0,0%	43	43
58804612	980	3,1%	785	0,6%	44	41
58804624	1270	0,0%	1090	0,5%	48	48
58804634	1370	0,7%	1390	1,1%	43	43
58804635	45	0,0%	350	0,0%	45	44
58804644	1040	2,4%	1055	2,4%	43	43
58804645	375	0,0%	215	0,0%	44	44
58804646	13080	7,1%	12880	7,3%	48	48
58804662	1405	1,1%	1725	0,9%	48	48
58804663	1135	1,8%	935	0,5%	43	41
58804664	1295	3,1%	1380	2,9%	44	44
58804665	1425	1,8%	1455	1,7%	43	43
58804667	12705	7,4%	12665	7,4%	50	50
58804671	940	3,7%	1455	4,1%	48	48
58804686	910	3,8%	1440	4,2%	48	48
58804687	1400	1,8%	1230	0,8%	44	43
58804698	2570	4,9%	3235	4,0%	43	43
58804699	12600	7,4%	12555	7,5%	46	46
58804701	1670	1,2%	1990	1,0%	46	46
58804702	3250	7,7%	3465	7,2%	42	42
58804715	20	0,0%	25	0,0%	45	45
58804718	1035	4,8%	1455	4,1%	47	47
58804719	3390	6,5%	3845	6,0%	43	43
58804732	45	0,0%	35	0,0%	45	45
58804733	1280	0,8%	1230	0,8%	44	44
58804742	100	0,0%	105	0,0%	43	43
58804745	1110	6,3%	1155	6,1%	46	46
58804758	965	7,3%	1010	6,9%	47	47
58804759	360	0,0%	360	0,0%	45	45
58804766	935	0,0%	1020	0,0%	45	45
58804773	20	0,0%	25	0,0%	45	45
58804778	965	7,3%	1010	6,9%	48	48
58804809	1255	0,4%	1205	0,4%	44	44
58804814	100	0,0%	105	0,0%	45	45
58804819	3145	7,3%	3145	7,2%	44	44
58804827	875	0,0%	900	0,0%	45	45
58804851	160	0,0%	160	0,0%	44	44
58804878	100	30,0%	100	30,0%	43	43
58804879	360	0,0%	360	0,0%	45	45
58804889	70	0,0%	55	0,0%	45	45
58804890	3145	7,3%	3145	7,2%	43	43
58804892	875	0,0%	900	0,0%	44	43
58804905	445	0,0%	455	0,0%	44	44
58804906	20	0,0%	25	0,0%	44	44
58804936	670	0,0%	675	0,0%	44	44
58804937	2180	10,6%	2190	10,3%	43	43
58804955	500	1,0%	445	1,1%	44	44
58804971	1035	0,0%	1050	0,0%	44	43
58804972	255	9,8%	255	9,8%	45	45
58804978	1215	3,7%	1360	3,7%	38	38
58804979	1115	19,7%	1125	19,6%	40	40
58804983	460	0,0%	470	0,0%	44	44
58805037	1900	0,3%	1945	0,3%	44	43
58805038	1160	2,2%	1170	2,1%	44	44
58805176	460	0,0%	470	0,0%	45	44

NO	TMJA Sans Projet	% PL	TMJA Avec Projet	% PL	Sans Projet V_moy	Avec Projet V_moy
58805223	160	0,0%	225	0,0%	45	45
58805244	440	0,0%	455	0,0%	44	44
58805267	660	0,0%	675	0,0%	43	43
58805268	910	0,0%	925	0,0%	44	44
58805295	250	0,0%	250	0,0%	43	43
58813583	16700	2,3%	17260	2,2%	45	45
58813898	505	7,9%	830	4,2%	44	44
58813899	300	10,0%	500	6,0%	41	41
58813901	440	0,0%	465	0,0%	44	43
58813905	635	2,4%	1250	0,8%	43	43
58813906	15	33,3%	65	0,0%	45	43
58814407	4655	3,0%	6460	2,9%	44	43
58978992	1560	4,2%	1610	4,0%	43	43
68067882	905	22,1%	905	22,1%	43	43
68067883	590	39,0%	740	31,1%	42	42
68067888	1620	1,5%	1675	1,8%	43	43
68067890	1920	2,1%	1975	2,0%	48	48
68067895	1885	2,7%	1900	2,6%	44	44
68067913	530	0,9%	680	0,0%	47	47
68067914	530	0,9%	680	0,0%	48	48
68067916	4365	6,3%	6455	4,3%	48	48
68067917	2565	2,7%	2870	3,1%	47	46
68067919	540	2,8%	885	3,4%	42	42
68067930	13325	7,5%	15325	6,5%	47	47
68067936	16500	5,5%	19285	4,7%	47	47
68067956	9065	11,1%	9485	10,6%	48	48
68067958	585	10,3%	755	8,6%	38	38
68067961	2165	2,8%	2200	2,7%	42	42
70187956	550	1,8%	4300	0,2%	45	43
70187957	3640	0,5%	7960	0,3%	41	40
70187962	845	3,0%	845	3,0%	43	43
70187963	1425	1,8%	1455	1,7%	44	44
70187964	580	0,0%	610	0,0%	44	44
564132849	14145	5,9%	7895	6,9%	48	48
564135644	30	0,0%	155	0,0%	45	45
564144053	0	-	35	0,0%	45	45
564175194	10715	5,8%	9260	6,2%	46	45
564176621	350	1,4%	465	0,0%	45	45
564188073	2030	2,7%	1990	3,3%	39	39
564208268	13095	7,1%	12895	7,3%	45	45
564237458	935	0,0%	1020	0,0%	44	44
564238928	65	61,5%	65	61,5%	45	45
564241871	160	0,0%	225	0,0%	44	44
564287999	730	2,7%	730	2,7%	45	45
565292954	1925	10,6%	7355	2,9%	43	43
565843146	1945	1,5%	1985	1,5%	48	48
574120646	2070	1,9%	2150	1,9%	47	47
574125329	2770	3,2%	2925	3,1%	46	46
584888282	8430	3,0%	9075	2,8%	42	42
584888283	8430	3,0%	9075	2,8%	47	47
584888284	6310	4,2%	7740	3,4%	47	46
584888285	845	4,7%	1185	2,1%	42	43
584890437	5130	5,1%	7855	3,3%	48	38
584890438	5785	2,5%	7960	1,8%	48	47
584890444	6695	3,3%	12200	1,8%	46	46
584890445	6695	3,3%	11185	1,9%	45	45
584890446	5880	4,1%	6865	3,5%	42	41
584890447	5880	4,1%	6865	3,5%	45	45
584890452	12840	6,6%	12580	7,0%	48	48
584890453	12840	6,6%	12580	7,0%	44	44
584891054	1280	0,0%	1570	0,3%	44	44
584891055	1280	0,0%	1570	0,3%	44	44
584891997	5130	5,1%	8120	3,2%	49	39
584891998	4410	5,4%	7575	3,2%	48	39
584892002	5785	2,5%	7960	1,8%	49	49
584892008	2850	2,1%	2830	2,1%	44	44
584892009	60	33,3%	60	33,3%	46	46
584892010	1055	4,7%	1055	4,7%	44	44
584892011	5785	2,5%	7960	1,8%	49	48
584892012	5785	2,5%	7960	1,8%	48	48
584892013	4380	6,5%	7725	3,5%	48	43
584892014	4380	6,5%	7825	3,5%	48	44
584892015	2775	4,5%	4675	2,5%	49	44
584892016	2775	4,5%	4575	2,5%	40	39
584892017	10715	5,8%	9260	6,2%	47	47
584892018	10715	5,8%	9260	6,2%	48	48
584892019	1315	0,4%	1445	0,3%	45	44
584892020	1390	16,2%	4855	6,2%	43	43
584892021	1375	15,3%	8275	0,5%	43	44
584892031	15	66,7%	1820	0,8%	44	44
584892039	0	-	13385	2,3%	0	46

8.2 Annexe 2 : Trafics Tramway

Caractéristique du matériel utilisé :

- Longueur : 39.2 m ;
- Nombre de bogies : 4 ;
- Espacement : 12.36m ;
- Type roue : fer ;
- Spectre d'émission acoustique :

```
#TRAM
.IDENTIFICATION : TRAMWAY-NANTES
.COMMENTAIRE    : Tramway Nantes
.LONGUEUR       : 39.2 m
.NOMBRE.BOGIES  : 4
.ESPACEMENT     : 12.36m
!cas : nom (15 car.)  var.  Vref  63Hz 125Hz 250Hz 500Hz 1000Hz 2000Hz 4000Hz 8000Hz
.CAS : PAVES          35   30   64.8 94.8 95.9 95.5  98.5  90.8  84.1  54.1
.CAS : HERBE          25   30   61.8 91.8 92.9 92.5  95.5  87.8  81.1  51.1
.TYPE.ROUES      : FER
```