

Annexe 3. Rapport d'étude d'impact acoustique (Arundo Acoustique, 12 décembre 2018)

Cette annexe contient 33 pages.

Rapport d'étude d'impact acoustique

L'Hay-les-Roses

« MISSION D'ASSISTANCE A MAITRISE D'OUVRAGE POUR LA REALISATION DE L'ETUDE D'IMPACT RELATIVE A L'OPERATION D'AMENAGEMENT PAUL HOCHART »

Maitrise d'ouvrage	<p>Marie-Amandine JOURNOUD Directrice de projets Département Eau, Energie, Ville et Territoire T +33 (0) 1 46 08 65 27 M +33 (0) 6 11 73 59 54 F +33 (0) 1 46 10 25 25</p> <p>BURGEAP 143 avenue de Verdun 92130 ISSY-LES-MOULINEAUX www.burgeap.fr</p>
Numéro de dossier	R2018-0905-0915
Indice	1
Contact Arundo Acoustique	<p>Pierre WOILLARD - Nicolas HERO 0612604344 - 0682589917 contact@arundo-acoustique.com</p>

Ce rapport comprend 33 pages (annexes incluses)
Fait à Paris, le 12 décembre 2018

Sommaire

Présentation.....	3
Généralités	3
Cadre réglementaire et normatif.....	4
Quelques rappels sur le bruit	5
Mesures de bruit	8
Diagnostic	8
Analyse du site.....	8
Emplacement des mesurages.....	8
Résultats de mesures-traffic routier	9
Modélisation	11
Cartographies.....	17
Mesures compensatoires sur les nouveaux bâtiments.....	22
Généralités	22
Impact des voies existantes sur les Bâtiments neufs dit sensibles : Isolements de façade à respecter	23
Isolements minimaux à respecter	26
Analyse	27
Annexe 1 : fiches de mesures.....	28
POINT 1	28
POINT 2	29
POINT 3	30
Annexe 2 : Matériel métrologique utilisé pour les mesurages	31
Annexe 3 : Glossaire.....	32

Présentation

Généralités

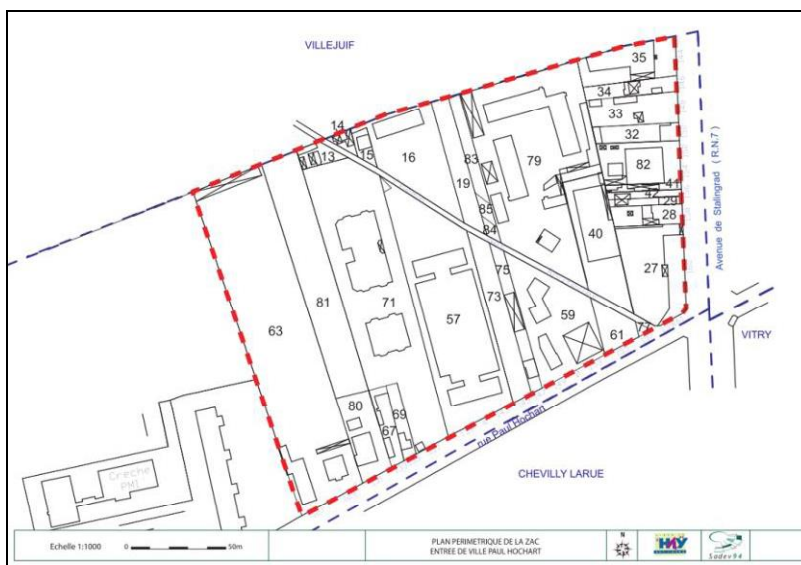
Dans le cadre de l'opération d'aménagement « Paul Hochart » à l'Hay Les Roses (94), Marie-Amandine JOURNOUD de la société BURGEAP a sollicité le bureau d'études ARUNDO ACOUSTIQUE pour la réalisation d'une mission acoustique.

L'objet de cette étude est de caractériser le site du projet d'un point de vue acoustique (situation actuelle et future), de mettre en évidence les contraintes acoustiques, et de proposer, le cas échéant, des mesures de protection adaptées.

L'étude acoustique se décline de la manière suivante :

- Un constat par des mesures acoustiques in situ,
- Une modélisation et simulation de bruit de l'état existant,
- Une simulation de bruit du projet,
- Une étude de réduction de l'impact du projet sur l'environnement, l'analyse réglementaire sur les bâtiments neufs, la détermination des isolements de façade.

Le projet, situé à l'Hay Les Roses, s'étend le long des Route Départementale D7 et rue Paul Hochart :



Cadre réglementaire et normatif

L'étude prendra en compte les textes réglementaires et normes suivants :

Isolement de façade des constructions neuves :

- Arrêté Ministériel 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 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 préfectoral relatif au classement sonore des infrastructures terrestres au titre de la lutte contre le bruit du Val de Marne

Impact des voies nouvelles sur les bâtiments existants :

- Code de l'environnement R571-32 à 43 relatif au classement des infrastructures de transports terrestres et modifiant le Code de l'urbanisme et le Code de la construction et de l'habitation
- Code de l'environnement R571-44 à 52 relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres,
- Arrêté du 5 mai 1995 : relatif au bruit des infrastructures routières nouvelles, détermination des niveaux sonores maximaux admissibles en fonction de la nature des locaux et de la zone d'ambiance sonore (modérée ou non modérée) ;

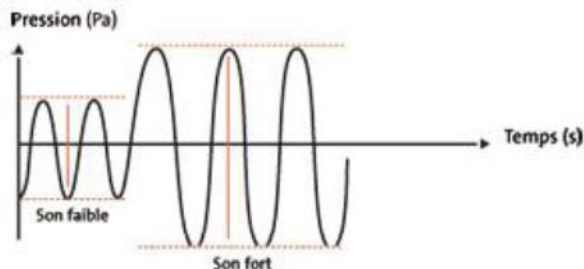
Norme de mesurage :

- Norme NFS31-010 relative à la caractérisation des bruits de l'environnement extérieur ;

Quelques rappels sur le bruit

Définition

Le bruit est une variation de pression autour de la pression atmosphérique.



Le bruit est caractérisé par :

- L'intensité (son plus ou moins fort, exprimé en dB(A))
- La fréquence (son plus ou moins aigu et notion de timbre)
- La durée d'apparition.

Notion de gêne

La gêne subjective est affaire d'individu, de situation, de lieu, de durée, etc. toutefois, on admet généralement qu'il y a gêne, lorsque le bruit perturbe les activités habituelles (écoute de la télévision ou de la radio / sommeil / conversation / travail).

Le décibel

La pression sonore s'exprime en pascal. L'oreille humaine perçoit des sons à partir de 20 micro pascals (seuil d'audibilité) et jusqu'à 20 pascals (seuil de la douleur). Cette unité est peu pratique, c'est pourquoi les acousticiens ont défini une nouvelle unité : le décibel (dB), qui permet de comprimer cette gamme entre 0 (seuil d'audibilité) et 130 (seuil de la douleur). Le décibel représente la plus petite variation de l'air d'intensité sonore perceptible par l'oreille humaine.

Le décibel est également utilisé pour caractériser les performances acoustiques des produits et des ouvrages de bâtiment, comme par exemple l'indice d'affaiblissement acoustique d'un produit ou bien l'isolement acoustique entre logements. Plus la valeur de ces caractéristiques, exprimée en dB, est grande, meilleure est la performance.

Les décibels sont des logarithmes, on ne peut donc pas les additionner ou les soustraire comme des nombres décimaux.

- si le niveau du bruit double, le niveau augmente de 3 dB.
- s'il diminue de moitié, le niveau sera de 3 dB de moins.

Afin de connaître le niveau global de bruit émis par plusieurs sources en même temps, deux règles s'appliquent:

Pour des bruits de niveaux équivalents

$$50 \text{ dB} + 50 \text{ dB} = 53 \text{ dB}$$

Pour des bruits de niveaux très différents

$$20 \text{ dB} + 50 \text{ dB} = 50 \text{ dB}$$

Si deux niveaux de bruit sont émis simultanément par deux sources sonores, et si le premier est au moins supérieur de 10 dB(A) par rapport au second, le niveau sonore résultant est égal au plus grand des deux. Le bruit le plus faible est alors masqué par le plus fort.

L'échelle du bruit s'étend du seuil d'audibilité (0 dB théorique) à 130 dB (seuil de la douleur). La plupart des sons de la vie courante sont compris entre 30 et 90 décibels. On trouve des niveaux supérieurs à 90 dB essentiellement dans la vie professionnelle (industrie, armée, artisanat...) et dans certaines activités de loisirs (chasse, musique, sports mécaniques). Les discothèques et salles de concert ont, quant à elles, un niveau sonore maximal autorisé de 105 dB(A). Certaines sources (avions, fusées, canons) émettent des niveaux supérieurs à 130 dB et pouvant aller jusqu'à 200 dB.

Echelle de bruit :

Niveaux sonores	Bruit lié à la parole	Bruits courants	Bruit de circulation	Zone
30 dB(A)- 45dB(A)	Je chuchote	Appartement calme	Rue très calme, rue résidentielle	Très calme
45 dB(A)- 50dB(A)		Bureau calme	Rue très calme, rue résidentielle	Très calme
50dB(A)- 55dB(A)		Lave-vaisselle	Rue calme	Calme
55 dB(A)- 60dB(A)	Je parle	Robinet ouvert au maximum	Rue avec légère circulation	Moyennement bruyante
60dB(A)- 65dB(A)		Grands magasins	Rue avec circulation	Bruyante
65 dB(A)- 70dB(A)		Téléviseur	Rue à fort trafic	Bruyante
70dB(A)- 75dB(A)		Aspirateur	Rue à très fort trafic	Très bruyante
>75 dB(A)	Je crie	Tondeuse, klaxon	Autoroute, passage de train	Très bruyante

Indice réglementaire L_{Aeq}

Le bruit de la circulation fluctue au cours du temps et la mesure instantanée (au passage d'une voiture) ne suffit pas pour caractériser le niveau d'exposition des personnes.

Les enquêtes et études menées ces vingt dernières années dans différents pays ont montré que c'est le cumul de l'énergie sonore reçue par un individu qui constitue l'indicateur le plus représentatif des effets du bruit sur l'homme et, en particulier, de la gêne issue du bruit de trafic. Ce cumul est traduit par le niveau énergétique équivalent noté L_{Aeq} sur une période de référence jour (6h-22h) ou nuit (22h-6h).

Les indices L_{Aeq} (6h-22h) et L_{Aeq} (22h-6h) correspondent à la moyenne de l'énergie cumulée sur les périodes (6h-22 h) et (22h-6h) pour l'ensemble des bruits observés.

Effets sur la santé

La surdité peut apparaître chez les individus si l'exposition à un bruit intense a lieu de manière prolongée.

Etant donné que les niveaux sonores mesurés chez les personnes physiques habitant le long d'une voie ferrée ou d'une route sont généralement très en dessous des niveaux reconnus comme étant dangereux pour l'appareil auditif, il n'y a pas de risque de surdité.

Cependant, le bruit peut perturber le sommeil nocturne en fonction de son intensité, de sa répétition, de l'émergence (différence entre le niveau sonore maximum et le niveau de bruit de fond).

Le bruit nocturne et la perturbation du sommeil peuvent induire une modification de la qualité de vie de la journée suivante ou une diminution des capacités de travail lors de cette même journée.

La réalisation de certaines tâches exige une forte concentration et peut être perturbée par un environnement sonore trop important. Cette gêne peut se traduire par un allongement de la durée d'exécution de la tâche, une moindre qualité de celle-ci ou une impossibilité à la réaliser.

Le bruit (par sa répétition et son intensité) peut également engendrer du stress.

Il est également probable que les personnes agressées par le bruit deviennent plus vulnérables à l'action d'autres facteurs de l'environnement

Mesures de bruit

Diagnostic

Les mesures de bruit ont été réalisées du 21 au 22 novembre 2018 par Nicolas Hero, Acousticien du Bureau d'Études Arundo Acoustique.

Elles ont été réalisées conformément aux prescriptions de la norme NFS31-010 relative à la caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement.

Les fiches de mesurage sont situées en annexe.

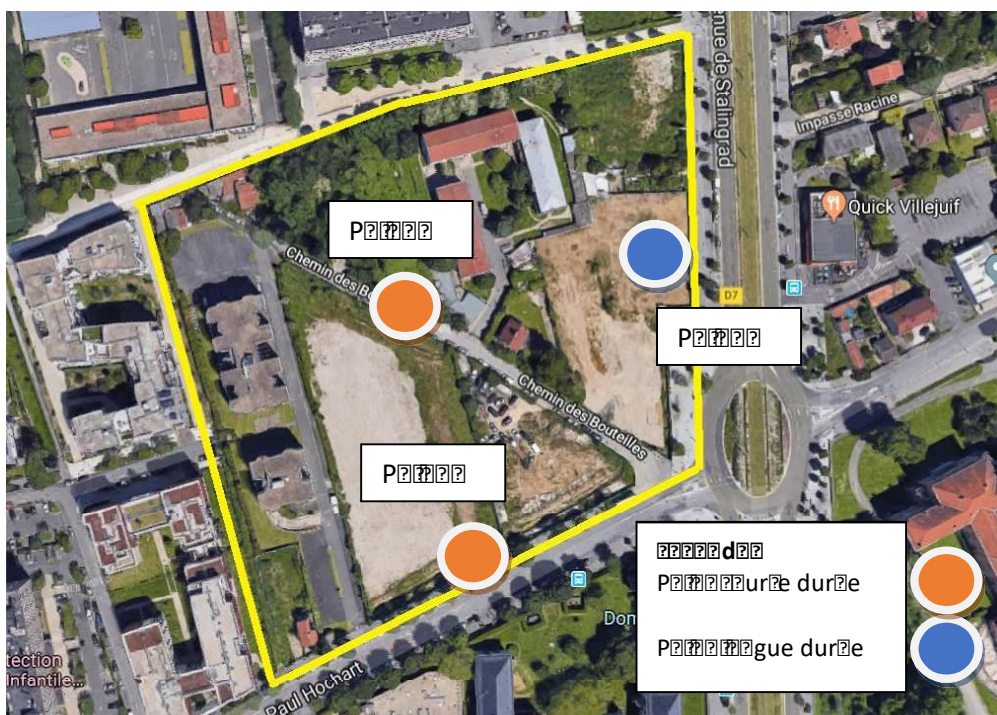
Analyse du site

L'infrastructure impactant le site au niveau du bruit est la route départementale RD7, la rue Paul Hochart et le tramway.

Emplacement des mesurages

L'établissement du constat sonore consiste en 3 points de mesures. (2 points courtes durée 30 min minimum et point longue durée 24h)

Le plan ci-dessous montre l'emplacement des points de mesures :



Points	Emplacement	Sources caractérisées
Point 1	A 6 mètres de la route RD7, à 7m de hauteur	RD7
Point 2	A 5 mètres de la rue Paul Hochart, à 1,5m de hauteur	Rue Paul Hochart
Point 3	Chemin des bouteilles, à 1,5m de hauteur	Bruit ambiant

Résultats de mesures-traffic routier

Le tableau suivant présente les niveaux sonores relevés pour les différents points de mesure (arrondis au demi-décibel le plus proche).

Le L_{Aeq} (niveau sonore mesuré en niveau continu équivalent pondéré A) caractérise l'ambiance sonore globale. Par ailleurs, divers indices acoustiques sont couramment utilisés pour caractériser la situation sonore d'un lieu :

- L'indice fractile L_{90} (niveau de pression acoustique dépassé pendant 90 % du temps) représente le bruit de fond
- L'indice fractile L_{50} (niveau de pression acoustique dépassé pendant 50 % du temps) représente le bruit moyen

Voie caractérisée	Point	Bruit mesuré			Trafic relevé lors des mesures
		L_{Aeq} en dB(A)	L_{50} (bruit moyen)	L_{90} (bruit de fond)	
RD7	Point 1 JOUR	69	65.5	57	Moyenne jour 1267veh/h trafic très dense
	Point 1 NUIT	63,5	56	47	304veh/h Trafic dense
Rue Paul Hochart	Point 2 JOUR	63	59.5	51	360veh/h, Trafic dense
	Point 2 NUIT	59.5	50	45	150veh/h Trafic discontinu
Bruit de fond de la zone	Point 3 JOUR	50	48.5	45,5	Route audible en bruit de fond
	Point 3 NUIT	45	43	41.5	Route audible en bruit de fond

Analyse des mesures

Les niveaux sonores relevés correspondent à des zones calmes à très bruyantes à proximité de la RD7.

Le point 1 caractérise la RD7. Le trafic y est très élevé de jour, et dense de nuit. Les niveaux sonores relevés sont de 69.0 dB(A) en période jour à proximité de la voie, et de 63.5 dB(A) en période nuit.

Au point 2, caractérisant la rue Paul Hochart, les niveaux sonores mesurés sont de 63.0 dB(A) en période jour à proximité de la voie, et de 59.5 dB(A) en période nuit, ce qui correspond à des zones bruyantes à moyennement bruyantes.

Le point 3 caractérise le bruit au milieu de la zone. Les routes sont audibles en bruit de fond, la zone est plus calme. Les niveaux relevés sont de 50 dB(A) de jour et 45 dB(A) de nuit et sont en zone modérée.

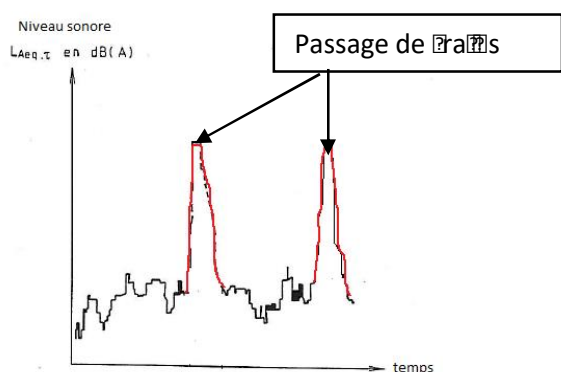
A titre de comparaison, à Paris, la journée, près de 150 000 habitants se retrouvent exposés à plus de 70 dB(A) (immeubles le long du boulevard périphérique, des boulevards des maréchaux et des grands axes de Paris).

Ces mesures acoustiques permettront de valider le modèle informatique dont il est question dans la suite du rapport.

Niveaux sonores ferroviaires

Les passages des trains ont été codés. Le niveau sonore global ferroviaire correspond à la moyenne des niveaux sonores de tous les trains pendant leur durée d'apparition. Cette moyenne est ensuite recalée sur la durée de référence jour ou nuit.

Exemple de codage (extrait de la norme 31-088 relative au mesurage du bruit du au trafic ferroviaire en vue de sa caractérisation) :



Durée moyenne d'apparition mesurée d'un tramway : 10s

Niveau sonore L_{Aeq} mesuré durant le passage de tramway en dB(A) : 73.5 dB(A)

Niveau sonore maximum L_{Amax} mesuré lors du passage de tramway en dB(A) : 79.5 dB(A)

Le trafic de tramway sur cette voie est le suivant :

- jour : passage de 265 trains
- nuit : passage de 38 trains

Afin de déterminer la contribution du niveau sonore de la voie ferrée on utilise la formule suivante (cf norme 31-088 relative au mesurage du bruit du au trafic ferroviaire en vue de sa caractérisation)

$$L_{Aeq, T_{Réf}} (\text{circulation } i) = 10 \log \left[\frac{\tau}{T_{Réf}} \sum_{j=1}^{N_i} 10^{0,1(L_{Aeq, \tau})_{ij}} \right]$$

On obtient les résultats suivants :

Résultats des mesures ferroviaires L_{Aeq} dB(A)	Période jour 6h00-22h00	Période nuit 22h00-6h00
Point 1	60.0	54.5

Ces résultats permettent de caler le modèle informatique.

Modélisation

La modélisation et les simulations permettront de présenter des cartographies de bruit et de définir le niveau sonore auquel sera soumis le projet dans un état futur.

L'environnement du site a été modélisé à l'aide d'un logiciel de simulation de bruit (CadnaA de Datakustik®), logiciel permettant de modéliser la propagation acoustique en espace extérieur)

La méthode de calcul de propagation sonore s'appuie sur les normes ISO 9613 et NMPB 08. (Prise en compte de la topographie, des bâtiments, de la nature des sols, et des différentes sources de bruit).



Représentation 3D du modèle état actuel

Trafic routier

La simulation de bruit nécessite la connaissance du trafic horaire moyen annuel, la vitesse et le pourcentage de poids lourds sur le site étudié.

Selon l'étude de circulation du projet de renouvellement urbain du secteur Lebon-Lamartine/Hochart du 24 janvier 2018, réalisées par Mobilis in mobile, le trafic routier par tranche horaire et en heure de pointe sont donnés ci-après :

Etat actuel

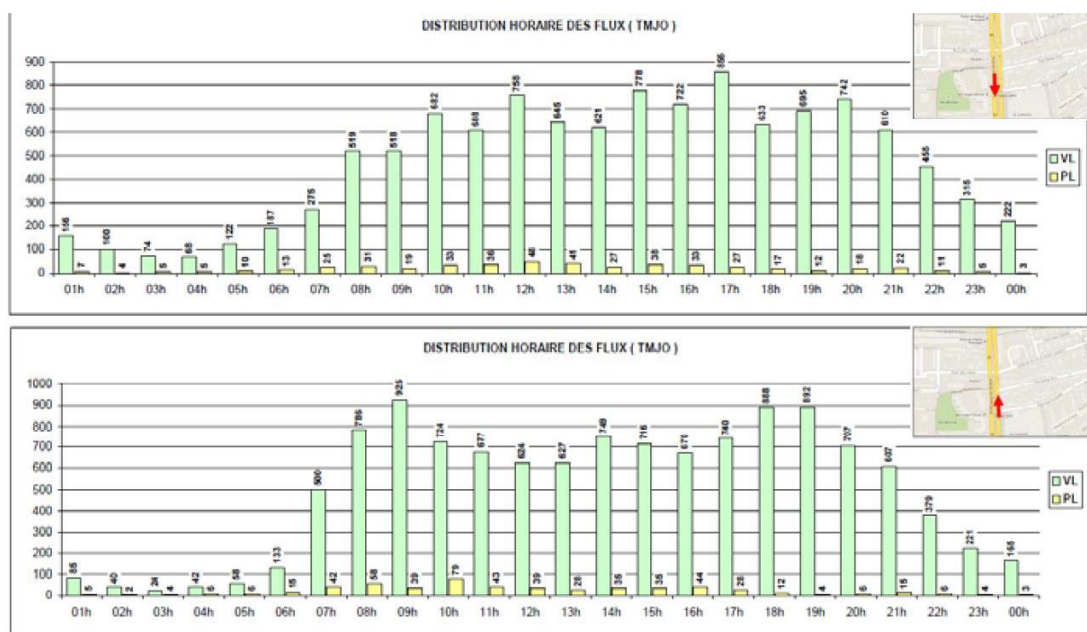
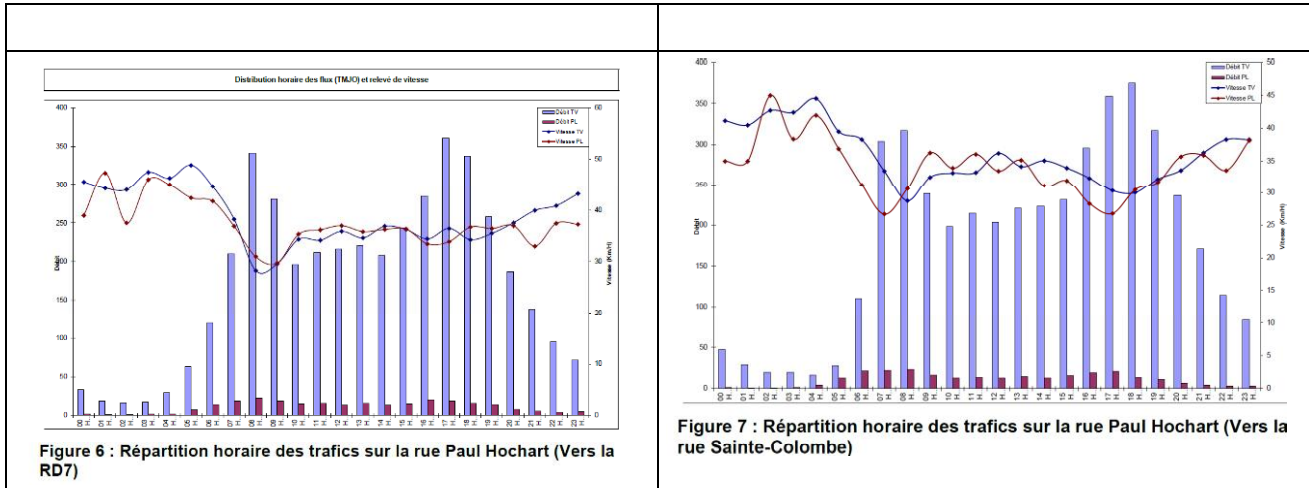
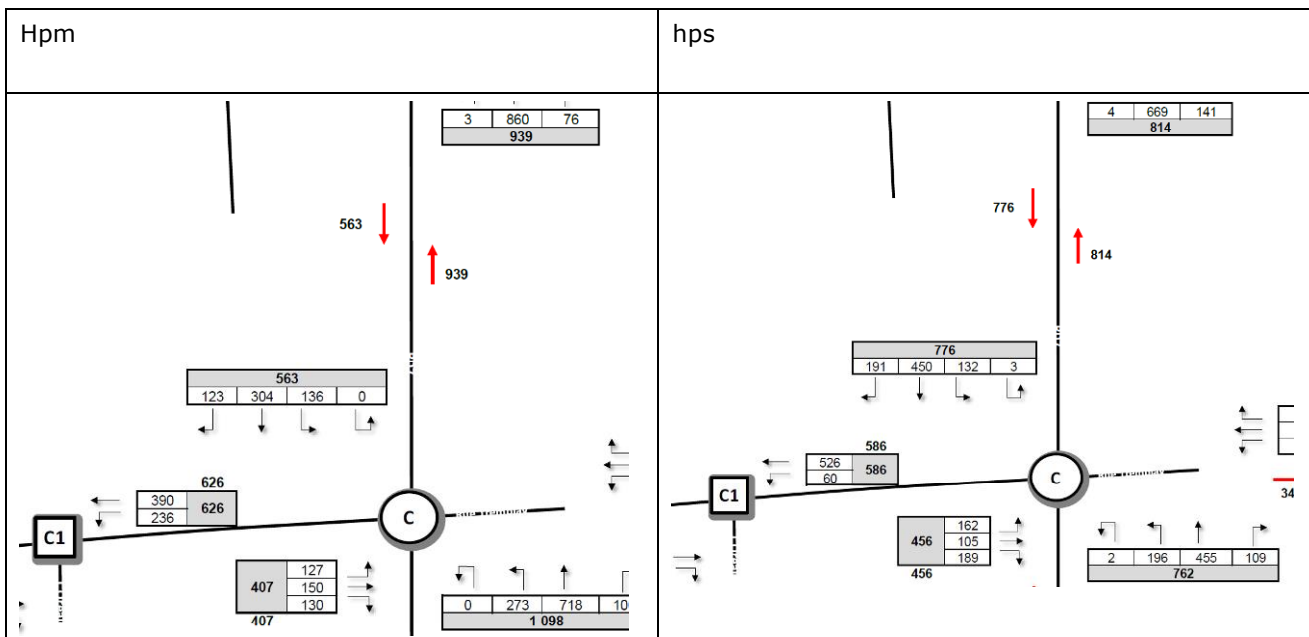


Figure 5 : Répartition horaire des trafics sur la RD 7 entre les rues Fery et Luisette

Rue Paul Hochart :



Etat actuel heure de pointe :



En corrélant les données heures de pointe et trafic horaire, on obtient les valeurs suivantes, qui seront rentrées dans le logiciel de simulation :

Etat actuel	Jour			Nuit		
	Débit horaire Q	Vitesse estimée en km/h	%PL	Débit horaire Q	Vitesse estimée en km/h	%PL
RD7	1267	50	4	304	50	3
Rue Paul Hochart	518	45	6	94	45	7

Scénario de référence	Jour			Nuit		
	Débit horaire Q	Vitesse estimée en km/h	%PL	Débit horaire Q	Vitesse estimée en km/h	%PL
RD7	1452	50	4	348	50	3
Rue Paul Hochart	634	45	6	114	45	7

Scénario 2 variante 1	Jour			Nuit		
	Débit horaire Q	Vitesse estimée en km/h	%PL	Débit horaire Q	Vitesse estimée en km/h	%PL
RD7	1728	50	4	414	50	3
Rue Paul Hochart	724	45	6	131	45	7
Rue B1 ouest	91	40	5	16	40	7
Rue C1 nord	54	40	5	10	40	7
Rue Gustave Charpentier	62	40	5	11	40	7

Trafic ferroviaire

La puissance sonore de la voie ferrée a été déterminée à l'aide du guide de Méthode et données d'émission sonore pour la réalisation des études prévisionnelles du bruit des infrastructures de transport ferroviaire dans l'environnement publié par RFF/SNCF le 21/10/2012.

Type de matériel : U25500 (Tram Train Avento)



Le trafic de tramway sur cette voie est le suivant :

- jour : passage de 265 trains
- nuit : passage de 38 trains

Écarts des mesures dans l'environnement par rapport à la modélisation

Le tableau ci-dessous présente l'écart entre les valeurs mesurées sur site et les valeurs simulées aux différents points avec les conditions de trafic lors des mesures.

Point	Infrastructure caractérisée	Niveaux sonores mesurés en dB(A)	Niveaux sonores simulés	Ecart (valeur absolue)
Point 1 JOUR	RD7	69	69	0
Point 1 NUIT	RD7	63.5	63	0.5
Point 1 JOUR	TRAM	60	60	0
Point 1 NUIT	TRAM	54.5	54.5	0
Point 2 JOUR	Rue Paul Hochart	63	63	0
Point 2 NUIT	Rue Paul Hochart	59.5	59	0.5

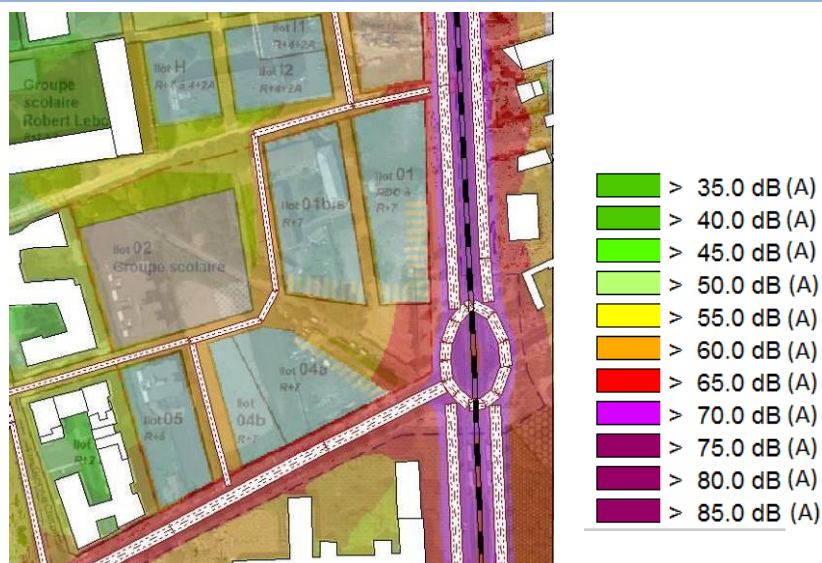
En acoustique environnementale un modèle est correct lorsque la différence entre les valeurs simulées et mesurées est inférieure à 2 dB.

Le modèle de la présente simulation est donc validé.

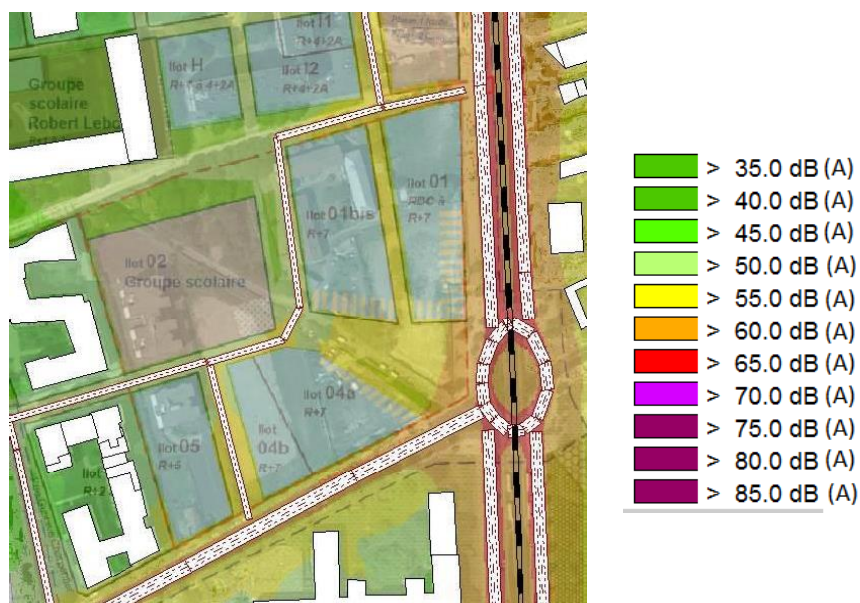
Cartographies

Les cartographies ont été calculées à 4 m de hauteur, conformément au guide des cartographies de bruit. Elles correspondent à des niveaux de pression acoustique équivalente L_{Aeq} , exprimés en dB (A).
Remarque : les futurs bâtiments du projet n'ont pu être modélisés car leur emplacement n'a pas encore été défini.

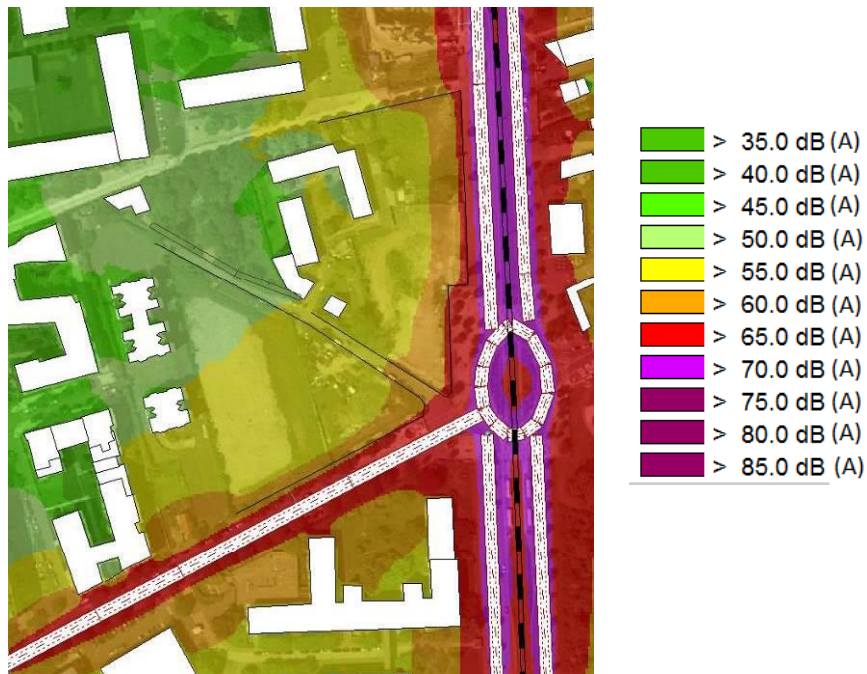
Scénario 2027 jour avec projet



Scénario 2027 nuit avec projet



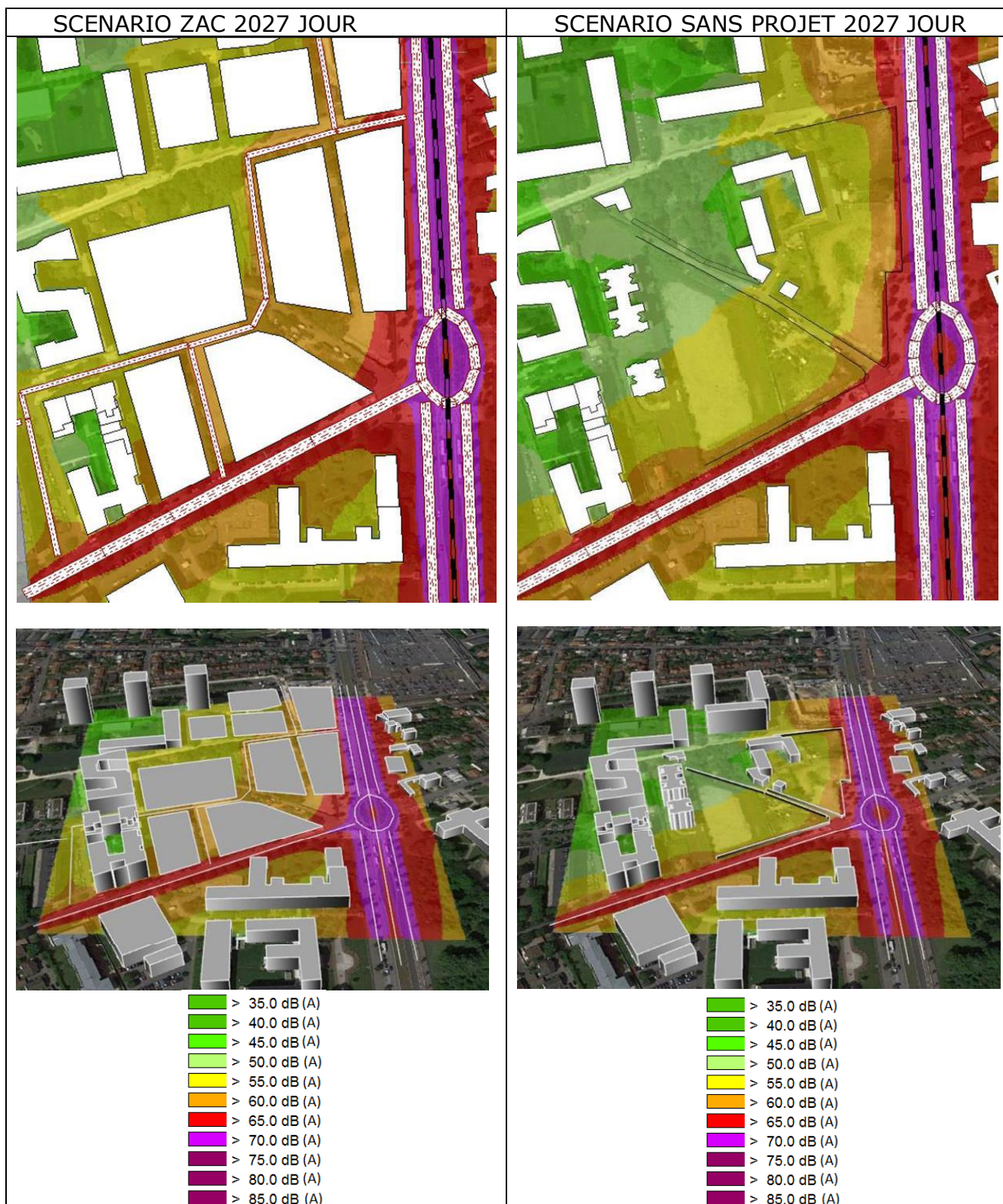
Scénario 2027 jour sans le projet



Scénario 2027 nuit sans le projet



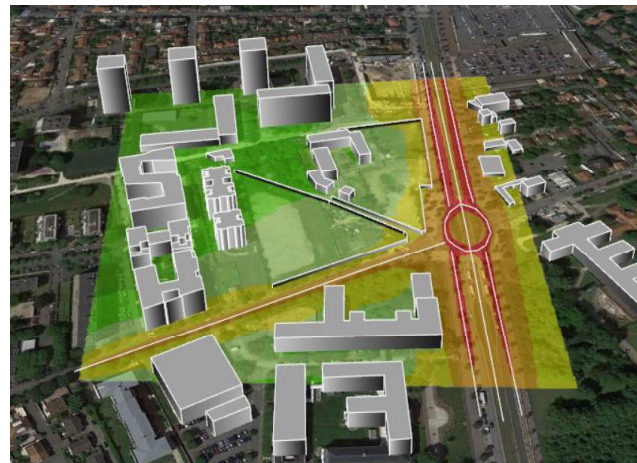
Comparaison scénario



SCENARIO ZAC 2027 NUIT



SCENARIO SANS PROJET 2027 NUIT



- > 35.0 dB (A)
- > 40.0 dB (A)
- > 45.0 dB (A)
- > 50.0 dB (A)
- > 55.0 dB (A)
- > 60.0 dB (A)
- > 65.0 dB (A)
- > 70.0 dB (A)
- > 75.0 dB (A)
- > 80.0 dB (A)
- > 85.0 dB (A)

- > 35.0 dB (A)
- > 40.0 dB (A)
- > 45.0 dB (A)
- > 50.0 dB (A)
- > 55.0 dB (A)
- > 60.0 dB (A)
- > 65.0 dB (A)
- > 70.0 dB (A)
- > 75.0 dB (A)
- > 80.0 dB (A)
- > 85.0 dB (A)

Ces cartographies permettent de dégager quelques tendances et d'apprécier les zones calmes et bruyantes.

De jour, les niveaux sonores varient de 70 dB(A) le long de la RD7, à 50 dB(A) sur les zones calmes

Pour les bâtiments nouveaux, il conviendra d'adapter l'isolement de façade décrit dans la suite du rapport.

Les bâtiments qui seront implantés le long de la RD7 joueront un rôle d'écran sur la zone du projet.

Pour les bâtiments existants, la création de nouvelles voies dans le projet n'aura pas d'impact significatif sur les niveaux sonores ; leur impact sonore en façade sera inférieur à 60 dB(A) de jour, et à 55 dB(A) de nuit réglementaire.

Les estimations de circulation en 2027 avec la ZAC par rapport au scénario sans le projet indiquent une légère augmentation du trafic sur les différents axes. Le bruit fonctionnant suivant une échelle logarithmique, cette augmentation du trafic engendrera une hausse du niveau sonore de 0.8dB(A) sur la RD7, et de 0.6 dB(A) sur la rue Paul Hochart.

Cette augmentation du niveau sonore, inférieure à +2dB(A), est considérée comme non significative au sens de la réglementation (code de l'environnement R571-44 à 52 et de l'arrêté du 5 mai 1995 relatifs aux bruits des infrastructures terrestres)

Cette hausse du niveau sonore ne sera pas perceptible.

Mesures compensatoires sur les nouveaux bâtiments

Généralités

Les cartographies de bruit sont utiles à la conception de l'aménagement de la ZAC.

Les zones d'ambiance sonore permettent d'anticiper l'importance des contraintes acoustiques notamment en termes d'isolation des façades des bâtiments.

Bâtiments d'activité commerciale, industrielle et bureaux

Les bâtiments d'activité commerciale ou industrielle ne sont soumis à aucune contrainte réglementaire en termes d'isollements de façades.

Par souci de confort acoustique, les certifications environnementales (par exemple REFERENTIEL POUR LA QUALITE ENVIRONNEMENTALE DES BÂTIMENTS) indiquent des valeurs minimales d'isolement de façade ou de niveaux sonores intérieurs maximaux.

Bâtiments sensibles

Les bâtiments d'habitation et autres bâtiments sensibles (hôtel, enseignement, bâtiments hospitaliers) sont soumis à des objectifs réglementaires d'isolation acoustique des façades (cf. arrêté du 30 mai 1996 modifié par l'arrêté du 23 juillet 2013).

Impact des voies existantes sur les Bâtiments neufs dit sensibles : Isolements de façade à respecter

Les réglementations applicables pour les logements et les établissements d'activités sont les suivantes :

- Arrêté Ministériel 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 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

Méthode forfaitaire

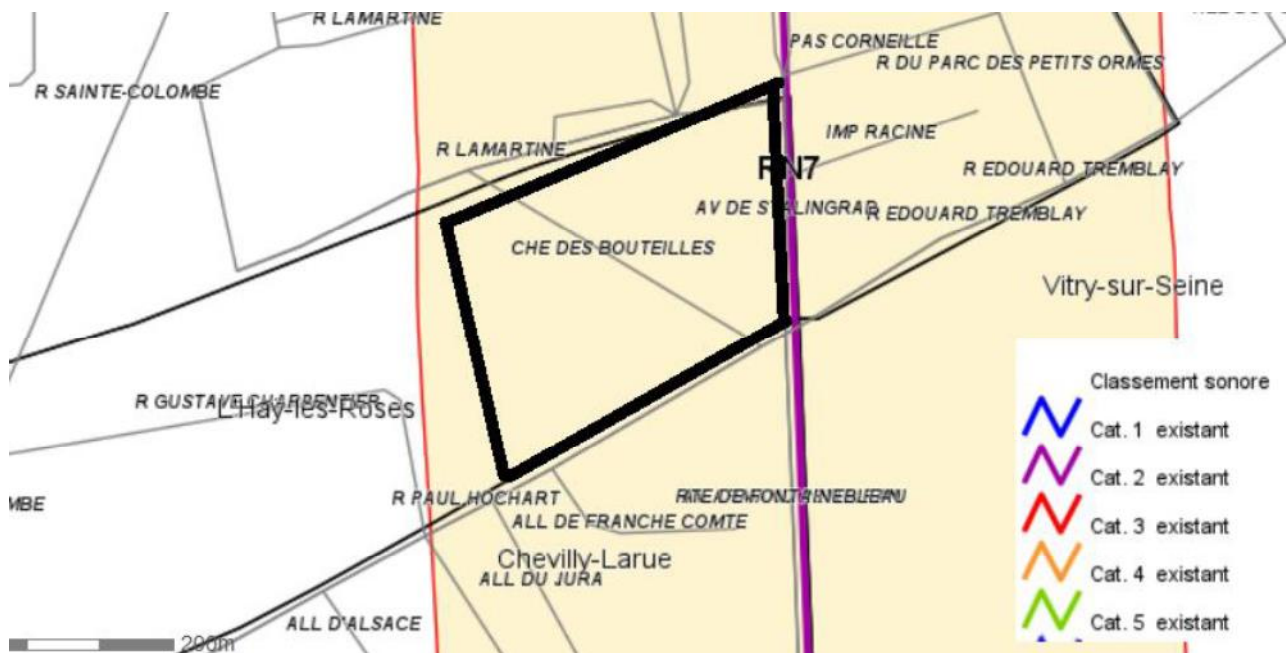
Une catégorie sonore est attribuée aux infrastructures en fonction des niveaux sonores émis par celle-ci : de la catégorie 1 à la catégorie 5. (Catégorie 1 est la plus bruyante et 5 la moins bruyante)

L'isolement de façade $D_{nTA,Tr}$ à respecter est alors calculé en fonction

- De la catégorie de l'infrastructure,
- De la distance infrastructures / façade
- D'éventuelles corrections prenant en compte les écrans, les obstacles naturels, l'angle du bâtiment par rapport à l'infrastructure...
- De la densité des bâtiments (rue en U, tissu ouvert),

D'après l'arrêté préfectoral du 3 janvier 2002 relatif aux classements sonores des infrastructures de transport terrestre de Val de Marne, le classement sonore des infrastructures à proximité du projet est le suivant :

- RD7 : classement 2 largeur des secteurs affectés par le bruit de 250 m ;



Pour les façades en vue directe, l'isolement ci-dessous en fonction de la distance à la source sera à appliquer :

Distance (m)	0 à 10	10 à 15	15 à 20	20 à 25	25 à 30	30 à 40	40 à 50	50 à 65	65 à 80	80 à 100	100 à 125	125 à 160	160 à 200	200 à 250	250 à 300	
catégorie	1	45	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32
	2	42	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	
	3	38	38	37	36	35	34	33	32	31	30					
	4	35	33	32	31	30										
	5	30														

L'isolement de façade des habitations ne peut être inférieur à 30.0 dB ;

Ces valeurs peuvent être diminuées en fonction de l'orientation de la façade par rapport à l'infrastructure, de la présence d'obstacles entre l'infrastructure et la façade (merlon par exemple.) ...

2. Protection des façades du bâtiment considéré par des écrans acoustiques ou des merlons continus en bordure de l'infrastructure

Tout point récepteur de la façade d'une pièce duquel est vu le point d'émission conventionnel est considéré comme non protégé. La zone située sous l'horizontale tracée depuis le sommet de l'écran acoustique ou du merlon est considérée comme très protégée. La zone intermédiaire est considérée comme peu protégée.

Les corrections à appliquer à la valeur d'isolement acoustique minimal sont les suivantes :

PROTECTION	CORRECTION
Pièce en zone de façade non protégée	0
Pièce en zone de façade peu protégée	− 3 dB
Pièce en zone de façade très protégée	− 6 dB

1. Protection des façades du bâtiment considéré par des bâtiments

L'angle de vue _ sous lequel l'infrastructure est vue est déterminé depuis la façade de la pièce considérée du bâtiment étudié. Cet angle n'est pas limité au secteur affecté par le bruit.

Les corrections à appliquer à la valeur d'isolement acoustique minimal en fonction de l'angle de vue sont les suivantes :

ANGLE DE VUE α	CORRECTION
$\alpha > 135^\circ$	0 dB
$110^\circ < \alpha \leq 135^\circ$	- 1 dB
$90^\circ < \alpha \leq 110^\circ$	- 2 dB
$60^\circ < \alpha \leq 90^\circ$	- 3 dB
$30^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	- 4 dB
$15^\circ < \alpha \leq 30^\circ$	- 5 dB
$0^\circ < \alpha \leq 15^\circ$	- 6 dB
$\alpha = 0^\circ$ (façade arrière)	- 9 dB

Isolements minimaux à respecter

Les isolements minimums à respecter par façade, D_{nTAtr} , déterminés à l'aide de la méthode forfaitaire, sont présentés ci-dessous :

N'ayant pas l'emplacement exact des futurs bâtiments, ce schéma donné à titre indicatif, ne prend pas en compte l'effet de masque des futurs bâtiments.



Les isolements de façade non précisés seront supérieurs à 30,0 dB ;

Analyse

Les objectifs d'isolement de façade décrits ci-dessus sont courants et atteignables sans utiliser des traitements lourds.

Principes constructifs : cas d'un isolement de 30 à 35 dB

Gros œuvre

Les murs seront en maçonnerie lourde, doublée.

Menuiseries

Ensembles « menuiseries + vitrages » dotés d'un indice d'affaiblissement acoustique adapté pouvant être une fenêtre avec un double vitrage thermo-acoustique.

Ventilation

Les entrées d'air pourront être intégrées dans les menuiseries.

Principes constructifs : cas d'un isolement de 35 à 42 dB

Gros œuvre

Les murs seront en maçonnerie lourde, doublée.

Menuiseries

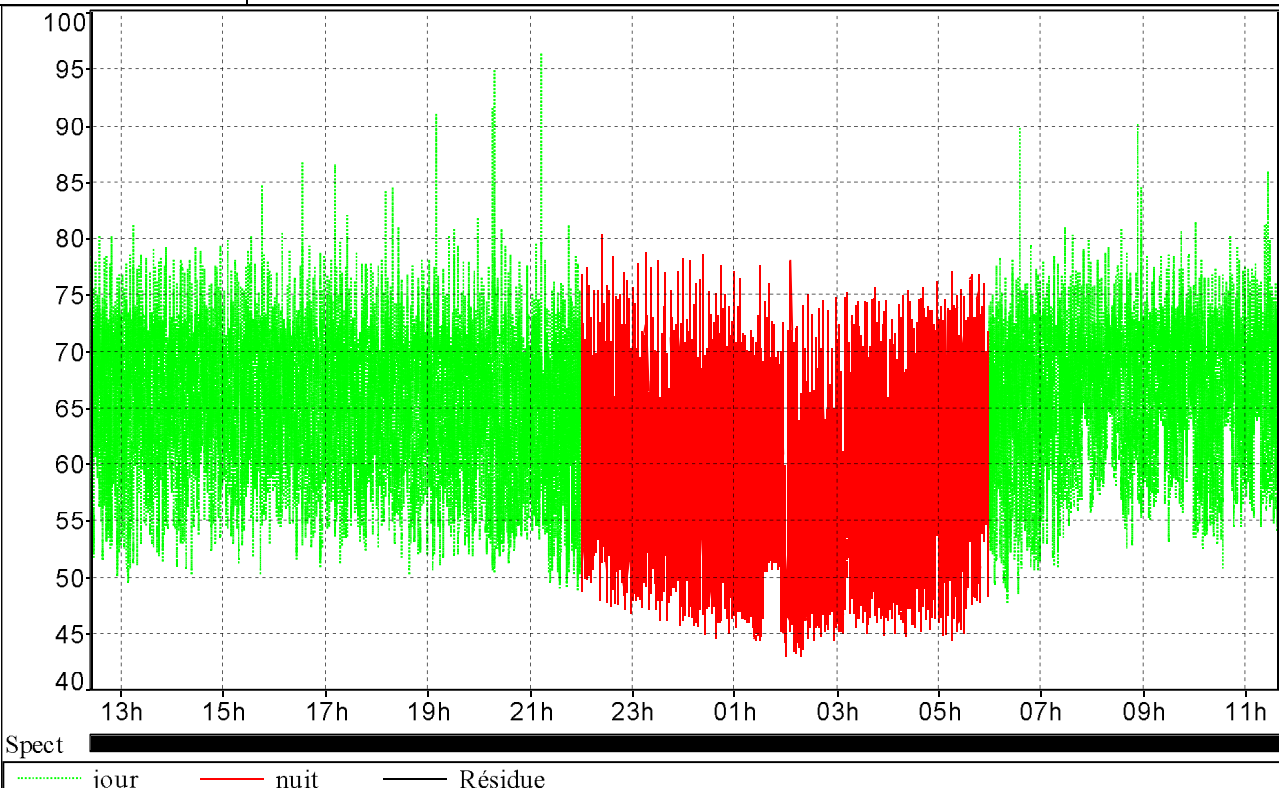
Ensembles « menuiseries + vitrages » dotés d'un indice d'affaiblissement acoustique adapté pouvant être une fenêtre avec un double vitrage thermo-acoustique.

Ventilation


Les entrées d'air seront intégrées dans les coffres de volets roulants ou des manchons de façades seront utilisés.

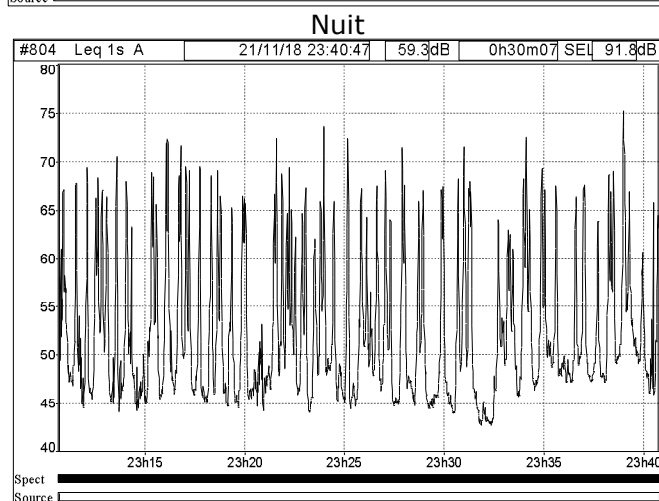
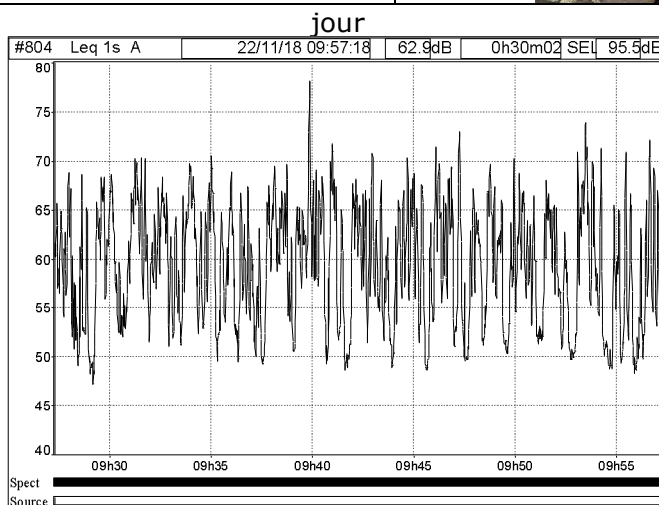
Annexe 1 : fiches de mesures

POINT 1

Caractériser RD7	21 novembre 2018 A 7m de hauteur, à 6m de la voie Durée de la mesure : 24h	
Conditions météorologiques	U3T2 U3T5 (Vent faible –Ciel découvert)	
		
Configuration	Niveaux sonores JOUR	Niveaux sonores NUIT
Niveau sonore en dB(A) LAeq	69	63.5
Niveau sonore en dB(A) L50	65.5	56
Niveau sonore en dB(A) L90	57	47
Commentaires	<p>Trafic lors des mesures : Moyenne nuit 304veh/h Moyenne jour 1267veh/h</p> <p>Jour passage de 265 trains Nuit : passage de 38 trains</p>	


POINT 2

Caractériser rue Paul Hochard	22 novembre 2018 A 1.5m de hauteur, à 5m de la voie Durée de la mesure : 30 min	
Conditions météorologiques	U3T2 U3T5 (Vent faible -Ciel découvert)	

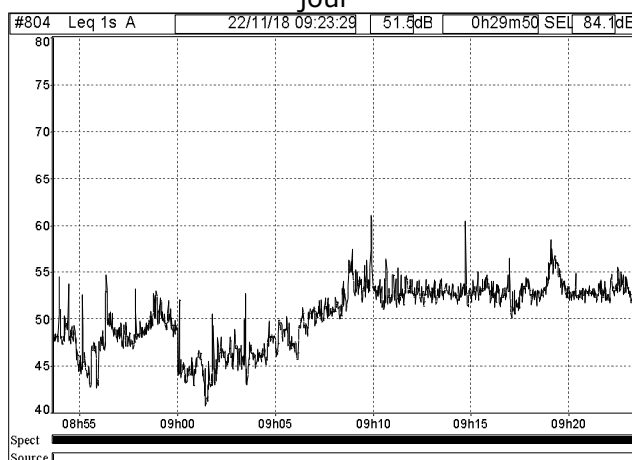


Configuration	Niveaux sonores JOUR	Niveaux sonores NUIT
Niveau sonore en dB(A) L_{Aeq}	63	59.5
Niveau sonore en dB(A) L_{50}	59.5	50
Niveau sonore en dB(A) L_{90}	51	45
Commentaires	Trafic lors des mesures : Jour 360veh/h Nuit 150 veh/h	

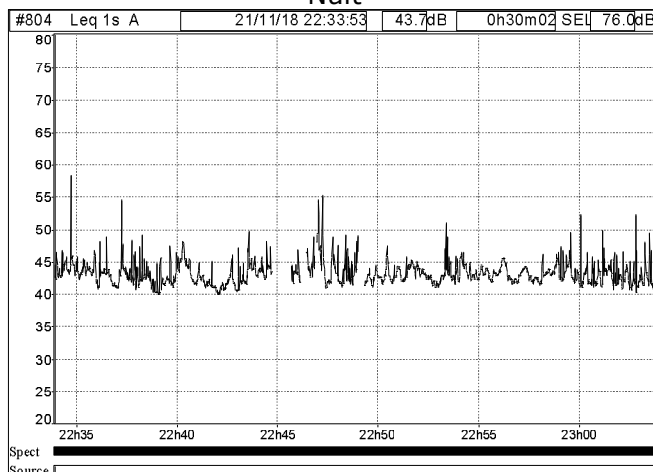
POINT 3

Caractérise bruit de fond	22 novembre 2018 A 1.5m de hauteur, au bord du chemin des Bouteilles Durée de la mesure : 30 min	
Conditions météorologiques	U3T2 U3T5 (Vent faible –Ciel découvert)	

jour



Nuit



Configuration	Niveaux sonores JOUR	Niveaux sonores NUIT
Niveau sonore en dB(A) L_{Aeq}	50	45
Niveau sonore en dB(A) L_{50}	48.5	43
Niveau sonore en dB(A) L_{90}	45.5	41.5
Commentaires		

Annexe 2 : Matériel métrologique utilisé pour les mesurages

Le tableau suivant présente les appareils de mesure utilisés pour les mesurages :

Appareil	Type	Numéros de série	Certificat Métrologique	Classe
Sonomètres	RION NL52	0253713	LNE-26673 rév3	1
	RION NL52	0764958	LNE-26673 rév3	1
Microphones de mesure	RION UC-59	07536	LNE-26673 rév3	1
	RION UC-59	09886	LNE-26673 rév3	1
Préamplificateurs	RION NH-25	43743	LNE-26673 rév3	1
	RION NH-25	65085	LNE-26673 rév3	1
Calibreur	ACOEM CAL21	34924074	LNE-30010 rév0	1
	RION NC-74	34557127	LNE-23771 rév1	1

Technique utilisée de mesure : Niveau sonore L_{Aeq} avec temps d'intégration d'une seconde en global en dB(A) et sur chaque bande d'octave de 63Hz à 4000 Hz en dB.

Tous nos appareils de mesure sont intégrateurs, de classe 1 conformes à la norme ISO NF EN 61 672-1. Les copies des certificats métrologiques sont disponibles sur simple demande.

Annexe 3 : Glossaire

Bandes d'Octaves et Niveau Global :

La sensation de l'oreille en fréquence n'est pas linéaire. Plus elle est élevée, plus il faut une grande variation de cette fréquence pour que l'impression de variation reste constante. Des valeurs de fréquences, comprises dans le spectre audible, sont normalisées pour exprimer cette sensation :

Le niveau global correspond à la somme d'énergie de toutes les bandes d'octaves. Il est noté L.

Indice statistique L1 L10 L50 L90 :

Lorsque le bruit n'est pas stable, il peut être caractérisé par :

L1 : niveau dépassé pendant 1 % du temps (bruit maximal).

L10 : niveau dépassé pendant 10 % du temps (bruit crête).

L50 : niveau dépassé pendant 50% du temps.

L90 : niveau dépassé pendant 90% du temps.

Le décibel :

Le décibel est une échelle de mesure logarithmique en acoustique, c'est un terme sans dimension. Il est noté dB. Le décibel étant une échelle logarithmique, il est à remarquer que : 80 dB + 80 dB = 83 dB et 80 dB + 90 dB = 90 dB.

Le décibel A : dB(A) :

Valeur en décibels à laquelle on applique une correction en fonction de la fréquence considérée pour tenir compte de la sensibilité de l'oreille humaine.

Puissance acoustique Lw :

Une source sonore rayonne de l'énergie acoustique, c'est sa puissance acoustique. Cette source génère un champ de pression acoustique fonction de sa puissance et des caractéristiques de réverbération de l'environnement dans lequel elle se trouve.

$L_w = 10 \log (W/W_0)$ où :

$W_0 = 1$ pico Watt et $W =$ puissance rayonnée

Bruit ambiant : Niveau sonore incluant l'ensemble des bruits environnants. Dans le cas d'une gêne liée à une source sonore particulière, le bruit ambiant est la somme du bruit résiduel et du bruit particulier émis par la source.

Bruit particulier : Bruit produit par une source sonore générant une gêne dans l'environnement.

Bruit résiduel : Niveau sonore en l'absence du bruit particulier que l'on veut caractériser.

Valeurs d'émergences : Valeurs représentant l'élévation du niveau sonore engendrée par une source sonore bruyante. Il s'agit de la différence arithmétique entre le bruit ambiant et le bruit résiduel.

Bruit

Sons à caractère non musical. Sa définition dépend souvent de la perception individuelle d'un son particulier, par exemple un bruit de fond.

Bruit Routier

Un bruit route, ou bruit routier, est un bruit normalisé. Il est une référence pour le bruit des trafics routiers et ferroviaires. Son spectre est enrichi en basses fréquences et appauvri dans les aigües par rapport à un bruit rose.

Décroissance par doublement de distance

Décroissance du niveau sonore par doublement de la distance à la source de bruit. La décroissance par doublement de distance peut se mesurer in situ ou être calculée à partir d'une modélisation 3D.

Fréquence (f)

La fréquence est une mesure du nombre de vibrations par seconde. Établie en Hz (hertz). Plus la valeur est basse, plus le son est grave. Plus la valeur est haute, plus le son est aigu. Les sons audibles s'étendent pour l'homme entre 20 et 20000 Hz.

Intervalle de mesurage

Intervalle de temps au cours duquel la pression acoustique pondérée A est intégrée et moyennée.

Intervalle d'observation

Intervalle de temps au cours duquel tous les mesurages nécessaires à la caractérisation de la situation sonore sont effectués soit en continu, soit par intermittence.

Intervalle de référence

Intervalle de temps retenu pour caractériser une situation acoustique et pour déterminer de façon représentative l'exposition au bruit des personnes.

Sonomètre

Instrument permettant de déterminer l'intensité acoustique.

Les trois normes Internationales CEI 60651, CEI 60804 et la récente CEI 61672 classent les sonomètres par type (ou classe). Les appareils de type 1 - ou classe 1 sont dits "sonomètres de précision" tandis que les appareils de type 2 - ou classe 2 relèvent de la catégorie "usage industriel".

Tonalité marquée

La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence de niveau entre la bande de tiers d'octave et les quatre bandes de tiers d'octave les plus proches (les deux bandes immédiatement inférieures et les deux bandes immédiatement supérieures) atteint ou dépasse les niveaux ci-après pour la bande considérée (pour une analyse à partir d'une acquisition minimale de 10 s) :

- 50 Hz à 315 Hz : 10 dB
- 400 Hz à 1250 Hz : 5 dB
- 1600 Hz à 8000 Hz : 5 dB

Pondération fréquentielle

Pondération A ou C et Z. L'oreille répond aux fréquences de manière non linéaire : certaines tonalités sont plus facilement perçues que d'autres. C'est pour cela que des filtres sont appliqués aux niveaux sonores : ils modifient la réponse fréquentielle. La pondération fréquentielle "A" est prévue pour approcher la façon dont les oreilles entendent les sons. Le symbole pour le décibel pondéré A est dB(A).

La pondération "C" est principalement employée pour des sons de fréquence plus basse en général dans le cadre de la mesure du niveau de crête. (LCpeak employé pour mesurer ces niveaux crête).