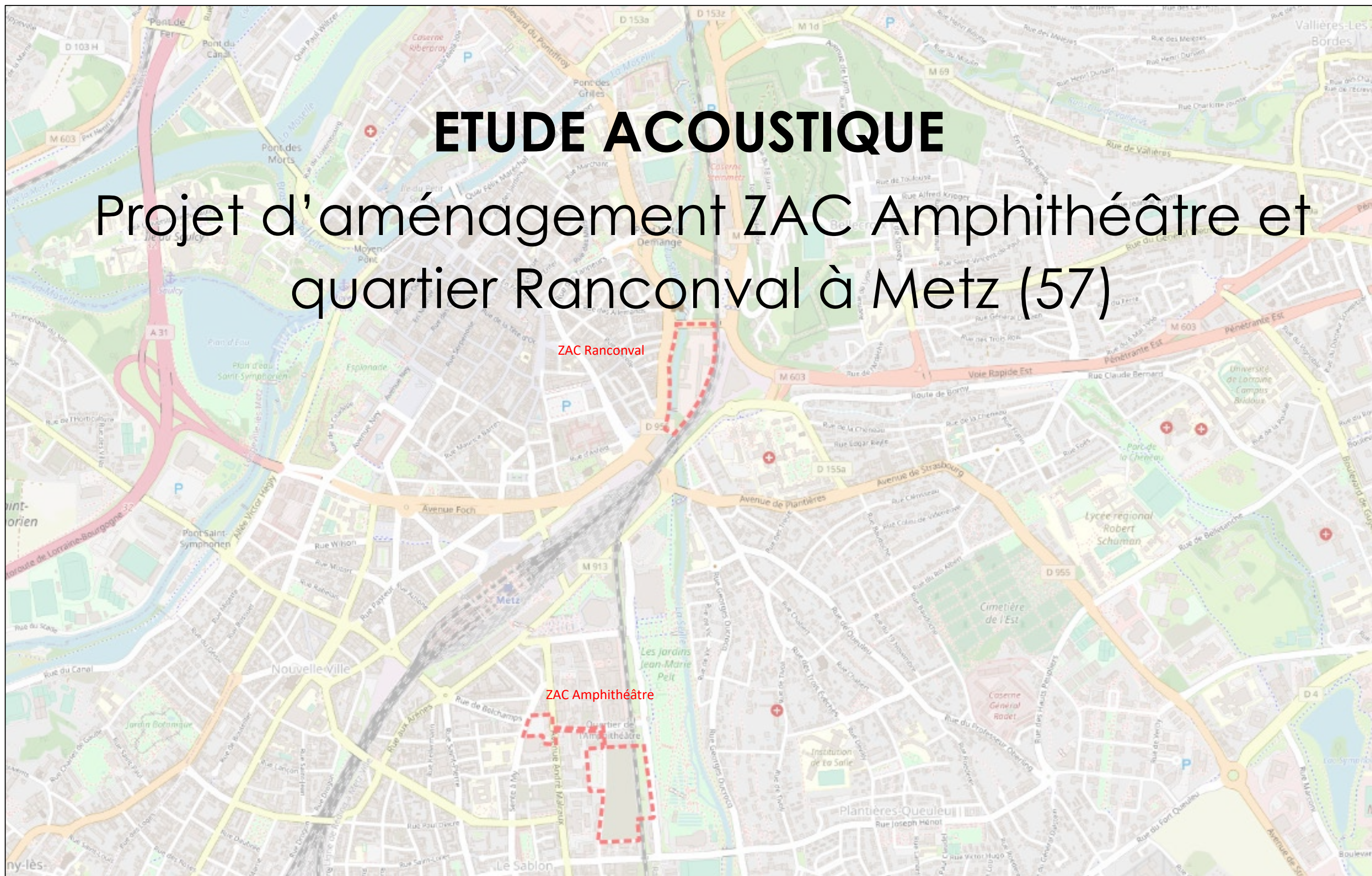


ETUDE ACOUSTIQUE

Projet d'aménagement ZAC Amphithéâtre et quartier Ranconval à Metz (57)



SOMMAIRE

1	Présentation du projet	4
2	Généralités sur le bruit	5
2.1	Niveau de pression acoustique	5
2.2	Échelle du bruit	5
2.3	Fréquence d'un son	5
2.4	Pondération A	5
2.5	Arithmétique particulière du décibel	1
2.5.1	Addition de 2 sources sonores de même intensité	1
2.5.2	Addition de 10 sources sonores de même intensité	1
2.5.3	10 dB d'écart entre 2 sources sonores	1
2.6	Indicateurs réglementaires	1
3	Dangers potentiels de l'environnement sonore sur la santé humaine	1
3.1	Effets auditifs du bruit	1
3.2	Effets non auditifs du bruit	1
4	Contexte réglementaire	1
4.1	Réglementation applicable aux infrastructures de transport	1
4.2	Objectifs règlementaires	2
4.2.1	Création d'une infrastructure nouvelle	2
4.2.2	Transformation significative d'une infrastructure existante	2
4.3	Points Noirs Bruit	3
4.4	Réglementation applicable lors de la construction de nouveaux bâtiments	4
4.4.1	Présentation du dispositif réglementaire	4
4.4.2	Les infrastructures de transports concernées	4
4.4.3	Le classement sonore des infrastructures	4
4.4.4	Incidence du classement sonore sur les règles de construction des bâtiments	5
5	Qualification de la situation actuelle : éléments bibliographiques	7
5.1	Classement sonore des infrastructures routières sur le secteur d'étude	7
5.2	Cartographie européenne du bruit	8
5.3	Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE)	11
6	Qualification de la situation actuelle : mesure acoustique sur site	12
6.1	Conditions de mesures	12
6.2	Résultats des mesures acoustiques	12
7	Modélisation et calculs des niveaux acoustiques	14
7.1	Logiciel MITHRA-SIG	14

7.2	Prise en compte de l'évolution du parc automobile	14
7.3	Hypothèses de correspondances entre motorisation et puissance sonore	14
8	Calage	15
9	Modélisation acoustique de l'état initial	16
9.1	Hypothèses de trafic	16
9.2	Hypothèses de calcul	16
9.3	Résultats et analyses	16
10	Modélisation acoustique des scénarios SANS et AVEC PROJET 2035	20
10.1	Hypothèses de trafic	20
10.2	Hypothèses de calcul	20
10.3	Résultats et analyses	20
10.3.1	Scénario Sans projet 2035	20
10.3.2	Scénario Avec projet 2035	24
10.3.3	Comparaison entre les scénarios Sans et Avec projet en 2035	28
11	Isolations acoustiques des constructions neuves	31
12	Comparaison des résultats des mesures avec les recommandations de l'OMS	35
13	Conclusion	39
14	Annexe	40
14.1	Fiche de mesure	40
14.2	Hypothèses de correspondances entre motorisation et puissance sonore	45
14.2.1	Cas des véhicules légers	45
14.2.2	Cas des poids-lourds	46

Table des illustrations

Figure 1 : Périmètre de la ZAC.....	4
Figure 2 : Échelle des niveaux de bruit.....	5
Figure 3 : Représentation de l'évolution temporelle d'un bruit routier	1
Figure 4 : Classement sonore des voies à proximité du domaine d'étude – Source : Arrêté préfectoral du département de la Moselle	7
Figure 5 : Carte de bruit stratégique de 4 ^{ème} échéance aux alentours du site de projet – Indicateur Lden – Source : DDT de la Moselle.....	9
Figure 6 : Carte de bruit stratégique de 4 ^{ème} échéance aux alentours du site de projet – Indicateur Ln – Source : DDT de la Moselle.....	10
Figure 7 : Points de mesures acoustiques – Source : IRIS Conseil.....	12
Figure 8 : Résultats des mesures acoustiques – Source : IRIS Conseil	13
Figure 9 : Carte de bruit de la situation Actuelle 2023 sur la période diurne – Source : IRIS Conseil.....	17
Figure 10 : Carte de bruit de la situation Actuelle 2023 sur la période nocturne – Source : IRIS Conseil	18
Figure 11 : Ambiance sonore de la situation Actuelle 2023 – Source : IRIS Conseil	19
Figure 12 : Carte de bruit de la situation Sans projet 2035 sur la période diurne – Source : IRIS Conseil.....	21
Figure 13 : Carte de bruit de la situation Sans projet 2035 sur la période nocturne – Source : IRIS Conseil	22
Figure 14 : Ambiance sonore de la situation Sans projet 2035 – Source : IRIS Conseil	23
Figure 15 : Carte de bruit de la situation Avec projet 2035 sur la période diurne – Source : IRIS Conseil	25
Figure 16 : Carte de bruit de la situation Avec projet 2035 sur la période nocturne – Source : IRIS Conseil.....	26
Figure 17 : Ambiance sonore de la situation Avec projet 2035 – Source : IRIS Conseil	27
Figure 18 : Écart des niveaux acoustiques entre les scénarios Avec et Sans projet 2035 sur la période diurne – Source : IRIS Conseil	29
Figure 19 : Écart des niveaux acoustiques entre les scénarios Avec et Sans projet 2035 sur la période nocturne – Source : IRIS Conseil	30
Figure 20 : Niveaux acoustiques en façades des nouveaux bâtiment sur la période diurne du scénario Avec projet 2035 – Source : IRIS Conseil	32
Figure 21 : Niveaux acoustiques en façades des nouveaux bâtiment sur la période nocturne du scénario Avec projet 2035 – Source : IRIS Conseil	33
Figure 22 : Isolation acoustique à respecter en façades des nouveaux bâtiments – Source : IRIS Conseil	34
Figure 23 : Dépassement des recommandations OMS de la situation Actuelle 2023 – Source : IRIS Conseil.....	36
Figure 24 : Dépassement des recommandations OMS de la situation Sans projet 2035 – Source : IRIS Conseil.....	37
Figure 25 : Dépassement des recommandations OMS de la situation Avec projet 2035 – Source : IRIS Conseil	38
Figure 26 : Bruit moteur en fonction du régime moteur, discontinuité liées aux changements de rapports.....	45
Figure 27 : Cartographie acoustique du véhicule à 23 km/h en mode électrique (figure du haut) et en mode hybride (figure en bas) – Niveaux globaux en dB(A) à 2,7 m du côté du véhicule.....	45
Figure 28 : Niveau de bruit à 7,5 m au passage du véhicule électrique à vitesse constante, comparé à la loi d'émission d'un véhicule thermique à moteur essence	46
Figure 29 : Niveau global maximum du bruit à 7,5 m pour l'ensemble des thermiques, hybrides et électriques à vitesse constante.....	46
Figure 30 : Niveaux sonores à 7,5 m à vitesse constante.....	47

Table des tableaux

Tableau 1 : Pondération en dB en fonction de la fréquence.....	5
Tableau 2 : Arrêté du 5 mai 1995	2
Tableau 3 : Qualification des zones d'ambiances sonores préexistantes.....	2
Tableau 4 : Objectifs acoustiques en cas de modification de voie existante (Circulaire du 12 décembre 1997)	3
Tableau 5 : Valeurs limites des PNB (Circulaire du 25 mai 2004 relative au bruit des infrastructures de transports terrestres)	3
Tableau 6 : Objectifs relatifs aux contributions sonores dans l'environnement après actions de réduction du bruit la source (Circulaire du 25 mai 2004 relative au bruit des infrastructures de transports terrestres).....	4
Tableau 7 : Classement sonore des infrastructures.....	5
Tableau 8 : Les isolements nécessaires en fonction du classement sonore des infrastructures de transport	5
Tableau 9 : Les isolements nécessaires en fonction du classement sonore et de la distance par rapport à la route	5
Tableau 10 : Corrections applicables aux isolement de façades	6
Tableau 11 : Classement sonore des infrastructures de transports – Source : Arrêtés préfectorales du département de la Moselle	7
Tableau 12 : Résultats des mesures acoustiques de 24 heures – Source : IRIS Conseil	12
Tableau 13 : Résultats des mesures acoustiques d'une heure – Source : IRIS Conseil.....	12
Tableau 14 : Répartition du parc roulant en fonction des motorisations – Source : IFSTTAR.....	14
Tableau 15 : Calage du modèle acoustique – Source : IRIS Conseil.....	15
Tableau 16 : Recommandations de l'OMS – Source : OMS	35
Tableau 17 : Comparaison entre les résultats des mesures et les recommandations de l'OMS – Source : IRIS Conseil	35
Tableau 18 : Différence de niveau sonore à 7,5 m entre les véhicules thermiques et électriques à une vitesse constante 50 km/h.....	46

Historique des versions

Version	Date	Auteurs	Date de vérification	Vérifié par	Commentaire
V0	19/10/2023 12/12/2023	Truong Anh Huy LE Assia OUARAS		Assia OUARAS	Diag biblio Mesures acoustiques
V1	15/03/2024	Truong Anh Huy LE	09/08/2024	Assia OUARAS	Impact

1 PRESENTATION DU PROJET

La présente mission porte sur l'aménagement d'une seconde tranche d'aménagement de la ZAC Amphithéâtre et de l'actuel site du centre d'intervention et de secours des Sapeurs-Pompiers de Metz (quartier Ranconval).

Dans le cadre de ce projet, l'étude acoustique est nécessaire pour étudier les impacts liés au projet, de vérifier que la réglementation sur le bruit est respectée et, si ce n'est pas le cas, de définir les protections phoniques afin de protéger les riverains du projet.



Figure 1 : Périmètre de la ZAC

L'étude acoustique sera menée en référence aux textes réglementaires en vigueur, à savoir :

- La loi n°92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit, aujourd'hui codifiée aux articles L. 571-1 à L. 571-12 du code de l'environnement ;
- Le décret 95-22 du 9 janvier 1995 relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres, abrogé par le décret n°2007-1467 du 12 octobre 2007, et aujourd'hui codifié aux articles R. 571-44 à R. 571-52 du code de l'environnement ;
- L'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.

Conformément à ces textes réglementaires, les niveaux de bruit seront calculés selon les indicateurs suivants :

- LAeq (6h-22h) pour la période diurne ;
- LAeq (22h-6h) pour la période nocturne.

2 GENERALITES 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'expositions (distance, hauteur, forme, de l'espace, autres bruits ambiants, ...) et à la personne qui les entend (sensibilité personnelle, état de fatigue, ...).

2.1 Niveau de pression acoustique

L'oreille perçoit la variation de pression engendrée par l'onde acoustique. Cette variation de pression est ce qu'on appelle la pression acoustique. Elle s'exprime en Pascal (Pa), mais cette unité n'est pas pratique puisqu'il existe un facteur d'un million 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 :

Lp = 10 * log (p / p0)^2

Où

P est la pression acoustique efficace (en Pascal)

P0 est la pression acoustique de référence (20 µPa).

Il compare la pression acoustique instantanée à une pression de référence correspondant au seuil d'audition. Le niveau 0 dB correspond à un son pratiquement imperceptible. Tous les niveaux sonores sont donc des nombres positifs.

Pour caractériser l'intensité sonore, on utilise le Décibel (noté dB). On parle alors du niveau sonore en référence à un seuil limite d'audibilité à 0.

La plage d'audition pour l'homme se situe entre 20 et 120 dB.

2.2 Échelle du bruit

L'échelle suivante permet de comparer les niveaux sonores rencontrés en milieu intérieur et extérieur.

Les niveaux de pression acoustique dans l'environnement extérieur s'étagent entre 30 et 35 dB(A) pour les nuits très calmes à la campagne. Les niveaux de bruit généralement rencontrés en zone urbaine sont situés dans une plage de 55 à 85 dB(A).

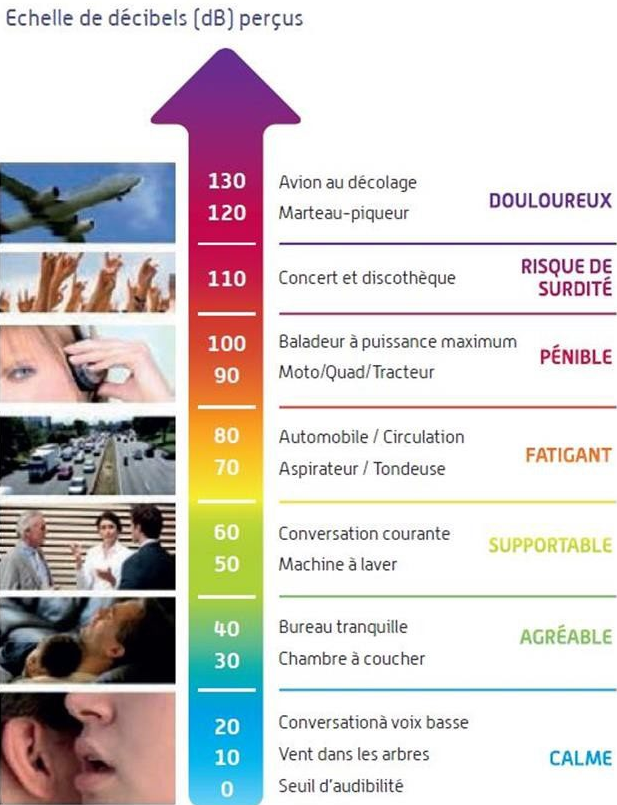


Figure 2 : Échelle des niveaux de bruit

2.3 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.

2.4 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 en dB en fonction de la fréquence

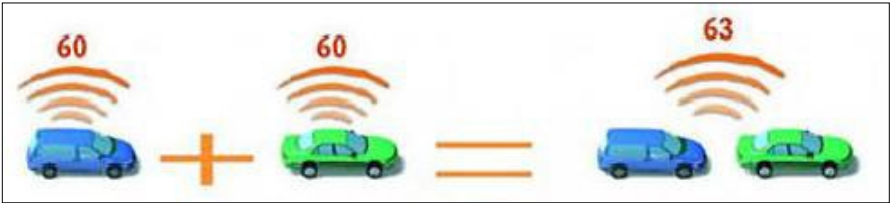
L'unité du niveau de pression devient alors le décibel « A », noté dB(A).

2.5 Arithmétique particulière du décibel

Les décibels varient selon une échelle logarithmique induisant une arithmétique particulière.

2.5.1 Addition de 2 sources sonores de même intensité

Quand une source sonore est multipliée par 2, le niveau augmente de 3 dB, une variation tout juste perceptible par l’oreille humaine. Par exemple, l’addition de 2 sons de 60 dB chacun produits par 2 voitures n’équivaut pas à 120 dB mais à 63 dB. Ceci revient à dire que lorsque le trafic routier diminue de moitié, le gain acoustique sera de 3 dB.



2.5.2 Addition de 10 sources sonores de même intensité

Multiplier par 10 la source de bruit revient à augmenter le niveau sonore de 10 dB, ce qui correspond à un doublement de la sensation auditive. De ce fait, il faudrait diviser par 10 le trafic automobile pour ainsi réduire de 10 dB le niveau sonore d’une rue, à condition que la vitesse des véhicules reste la même.



2.5.3 10 dB d’écart entre 2 sources sonores

Lorsqu’il y a 10 dB d’écart entre 2 sources sonores, on ne perçoit que la source qui a le plus fort niveau. C’est « l’effet de masque ».



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

2.6 Indicateurs réglementaires

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 :

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

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.

P₀ est la pression acoustique de référence (20 µPa).

P_A(t) est la pression acoustique instantanée pondérée A.

Les indicateurs actuels de la réglementation française relative au bruit des infrastructures de transports terrestres sont les suivants :

- le LAeq(6h-22h) pour la période diurne ;
- le LAeq(22h-6h) pour la période nocturne.

Les indicateurs LAeq (6h-22h) et LAeq (22h-6h) représentent les niveaux d’exposition sonore de jour et de nuit. Ils constituent les indicateurs sur lesquels des objectifs acoustiques réglementaires sont définis.

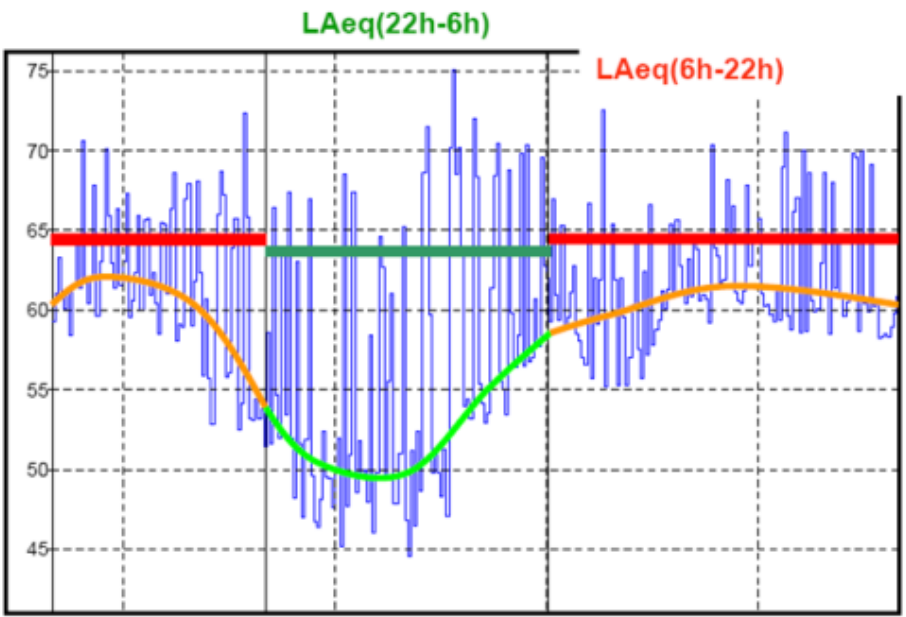


Figure 3 : Représentation de l’évolution temporelle d’un bruit routier

Outre ces deux indicateurs, la directive européenne **n°2002/49/CE du 25 juin 2002** relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement, transposée en droit français par le décret **n°2006-361**, introduit les indicateurs complémentaires Lden et Lnight :

$$L_{den} = 10 \cdot \log \left(\frac{12}{24} \cdot 10^{\frac{LAeq(6h-18h)}{10}} + \frac{4}{24} \cdot 10^{\frac{LAeq(18h-22h)+5}{10}} + \frac{8}{24} \cdot 10^{\frac{LAeq(22h-6h)+10}{10}} \right) - 3dB$$

Où

$$LAeq(22h-6h) = L_{night} + 3$$

L'indicateur Lden décrit un niveau de bruit moyen sur une durée de 24 heures qui intègre, avec des pondérations, les niveaux perçus de jour, de soirée et de nuit (day – evening – night).

L'indicateur Lnight (ou Ln) décrit le niveau de bruit moyen perçu en période de nuit.

La mesure ou le calcul des niveaux de bruit selon ces deux indicateurs européens doit être réalisée sans tenir compte de la dernière réflexion acoustique en façade.

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).

3 DANGERS POTENTIELS DE L'ENVIRONNEMENT SONORE SUR LA SANTE HUMAINE

3.1 Effets auditifs du bruit

L'exposition à un bruit intense, si elle est prolongée ou répétée, provoque une baisse de l'acuité auditive.

La perte d'audition, sous l'effet du bruit, est le plus souvent temporaire. Après un certain temps de récupération dans le calme, on retrouve une capacité auditive normale. Néanmoins, cette perte d'audition peut parfois être définitive, soit à la suite d'une exposition à un bruit unique particulièrement fort (140 dB(A) et plus), soit à la suite d'une exposition à des bruits élevés (85dB(A) et plus) sur des périodes longues (plusieurs années). Si le traumatisme sonore est important, les cellules ciliées de l'oreille interne finissent par éclater ou dégénérer de façon irréversible.

Les principaux effets auditifs comprennent le traumatisme acoustique (dommage auditif soudain causé par un bruit bref de très forte intensité), l'acouphène (tintement ou bourdonnement dans l'oreille), le déficit auditif temporaire ou permanent.

Compte tenu des niveaux sonores mesurés à proximité des routes, voies ferrées et tramways, le risque des effets auditifs peut être considéré comme négligeable.

3.2 Effets non auditifs du bruit

Le bruit met en jeu l'ensemble de l'organisme sous forme d'une réaction générale de stress traduisant la mobilisation de toutes nos fonctions de défense.

Une étude réalisée en 1998 par le Ministère de la Santé (« Les effets du bruit sur la santé ») montre que le bruit peut être à l'origine de nombreuses maladies psychosomatiques et d'atteintes du système nerveux.

Le rapport établi en mai 2004 sur les impacts sanitaires du bruit par l'Agence Française de Sécurité Sanitaire et Environnementale (AFFS), aujourd'hui Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES), distingue, pour les effets non auditifs du bruit :

- Les effets biologiques extra-auditifs (perturbation du sommeil, accélération du rythme cardiaque et de la fonction respiratoire, troubles digestifs, modification de la sécrétion des hormones liées au stress, réduction des défenses immunitaires, troubles de la santé mentale, augmentation de la prise de médicaments).
- Les effets subjectifs (gêne, agressivité, diminution des performances intellectuelles...).

4 CONTEXTE REGLEMENTAIRE

4.1 Réglementation applicable aux infrastructures de transport

Les dispositions réglementaires relatives aux infrastructures de transports terrestres, nouvelles ou faisant l'objet de modifications, visent à éviter que le fonctionnement de ces infrastructures ne crée des nuisances sonores excessives.

Pour ce faire, elles définissent les niveaux de bruit maximaux admissibles au-delà desquels les bâtiments les plus sensibles situés aux abords de ces infrastructures, ne doivent être exposés.

Le principe général de loi est fixé dans l'article L571-9 du Code de l'Environnement et demande à ce que les nuisances sonores soient prises en compte lors de la conception, l'étude et la réalisation des aménagements des infrastructures de transports terrestres.

L'article R571-44 du Code de l'Environnement précise que la conception, l'étude et la réalisation d'une infrastructure de transports terrestres nouvelle sont accompagnées de mesures destinées à éviter que le fonctionnement de l'infrastructure ne crée des nuisances sonores excessives.

L'article R571-47 du Code de l'Environnement précise que la potentialité de gêne due au bruit d'une infrastructure de transports terrestres est caractérisée par des indicateurs qui prennent en compte les nuisances sonores des périodes représentatives de la gêne des riverains de jour et de nuit. Pour chacune de ces périodes, des niveaux maxima admissibles pour la contribution sonore de l'infrastructure sont définis en fonction de la nature des locaux, de leur mode d'occupation, et du niveau sonore préexistant.

L'article R571-57 du Code de l'Environnement précise que le Maître d'Ouvrage n'est tenu de protéger que les bâtiments « antérieurs » à l'infrastructure nouvelle ou modifiée.

Le maître d'ouvrage de travaux de construction, de modification ou de transformation significative d'une infrastructure de transports terrestres n'est pas tenu de prendre les mesures prévues à l'article R. 571-44 à l'égard des bâtiments voisins de cette infrastructure dont la construction a été autorisée après l'intervention de l'une des mesures suivantes :

- Publication de l'acte décidant l'ouverture d'une enquête publique portant sur le projet d'infrastructure, en application de l'article L. 11-1 du Code de l'Expropriation pour cause d'utilité publique ou des articles R. 123-1 à R. 123-33 du présent code ;
- Mise à disposition du public de la décision, ou de la délibération, arrêtant le principe et les conditions de réalisation d'un projet d'infrastructure, au sens du « a » du 2° de l'article R. 121-3 du Code de l'Urbanisme, dès lors que cette décision ou cette délibération, prévoit les emplacements qui doivent être réservés dans les documents d'urbanisme opposables ;
- Inscription du projet d'infrastructure en emplacement réservé dans un plan local d'urbanisme, un plan d'occupation des sols, un plan d'aménagement de zone ou un plan de sauvegarde et de mise en valeur, opposable ;
- Mise en service de l'infrastructure ;
- Publication des arrêtés préfectoraux portant classement de l'infrastructure et définition des secteurs affectés par le bruit situés à son voisinage, pris en application de l'article L. 571-10 du présent Code. »

L'article R571-52 du Code de l'Environnement précise que ces dispositions s'appliquent soit aux infrastructures nouvelles et aux modifications ou transformations significatives d'une infrastructure existante soumises à une enquête publique, soit lorsqu'elles ne font pas l'objet d'une enquête publique, aux modifications ou transformations significatives d'une infrastructure existante.

Pour le réseau existant non affecté par les travaux mentionnés ci-dessus, le législateur a également prévu des dispositifs de rattrapage pour protéger les riverains de niveaux de bruit excessifs : ce sont les opérations de rattrapage de Point Noir du Bruit (PNB) sur le réseau national.

4.2 Objectifs règlementaires

L'arrêté du 5 mai 1995 et la circulaire n° 97-110 du 12 décembre 1997 définissent les niveaux sonores maximaux admissibles pour chacun des deux types d'aménagement.

4.2.1 Création d'une infrastructure nouvelle

Les seuils à ne pas dépasser lors de la création d'une nouvelle infrastructure routière sont fonction de :

- l'usage et de la nature des locaux étudiés ;
- l'ambiance sonore préexistante.

Ils sont synthétisés dans le tableau suivant :

Usage et nature des locaux	LAeq (6h-22h) ⁽¹⁾	LAeq (22h-6h) ⁽¹⁾
Établissements de santé, de soins, d'action sociale ⁽²⁾	60 dB(A)	55 dB(A)
Établissements 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 maximum admissibles en champs 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 57 dB(A).		

Tableau 2 : Arrêté du 5 mai 1995

La définition du critère d'ambiance sonore modérée est la suivante :

« Une zone est 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 (6h-22h) est inférieur à 65 dB(A) et LAeq (22h-6h) est inférieur à 60 dB(A) ».

L'application de cette démarche conduit au tableau suivant :

Bruit ambiant existant avant travaux toutes sources sonores confondues en dB(A)		Type d'ambiance sonore
LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	
< 65	< 60	Modérée
≥ 65	< 60	Modérée de nuit
< 65	≥ 60	Non modérée
≥ 65	≥ 60	

Tableau 3 : Qualification des zones d'ambiances sonores préexistantes

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.

4.2.2 Transformation significative d'une infrastructure existante

Le caractère significatif d'une modification d'infrastructure est défini par l'article R.571-45 du code de l'environnement : « Est considérée comme significative, au sens de l'article R. 571-44, la modification ou la transformation d'une infrastructure existante, résultant d'une intervention ou de travaux successifs autres que ceux mentionnés à l'article R. 571-46, et telle que la contribution sonore qui en résulterait à terme, pour au moins une des périodes représentatives de la gêne des riverains mentionnées à l'article R. 571-47, serait supérieure de plus de 2 dB (A) à la contribution sonore à terme de l'infrastructure avant cette modification ou cette transformation. »

Dans le cas où la modification est significative (augmentation des niveaux sonores à terme avec projet par rapport aux niveaux sonores à terme sans modification supérieure à 2 dB(A)) les contributions sonores maximales admissibles sont définies dans le tableau suivant.

Usage et nature des locaux	Zone d'ambiance sonore préexistante	Période diurne (6h-22h)		Période nocturne (22h-6h)	
		Contribution sonore initiale de l'infrastructure	Contribution maximale admissible après travaux	Contribution sonore initiale de l'infrastructure	Contribution maximale admissible après travaux
Logements	Modérée	≤ 60 dB(A)	60 dB(A)	≤ 55 dB(A)	55 dB(A)
		60 dB(A) et ≤ 65 dB(A)	contribution initiale	55 dB(A) et ≤ 60 dB(A)	contribution initiale
		65 dB(A)	65 dB(A)	60 dB(A)	60 dB(A)
	Modérée de nuit	Indifférente	65 dB(A)	≤ 55 dB(A)	55 dB(A)
				55 dB(A) Et ≤ 60 dB(A)	contribution initiale
				60 dB(A)	60 dB(A)
	Non modérée	Indifférente	65 dB(A)	Indifférente	60 dB(A)
Établissements de santé, de soins et d'action sociale	Indifférente	≤ 60 dB(A)	60 dB(A)	≤ 55 dB(A)	55 dB(A)
		60 dB(A) et ≤ 65 dB(A)	contribution initiale	55 dB(A) et ≤ 60 dB(A)	contribution initiale
		65 dB(A)	65 dB(A)	60 dB(A)	60 dB(A)
Établissements d'enseignement sauf les ateliers bruyants et locaux sportifs	Indifférente	≤ 60 dB(A)	60 dB(A)	Indifférente	Pas d'obligation
		60 dB(A) et ≤ 65 dB(A)	contribution initiale		
		65 dB(A)	65 dB(A)		
Locaux à usage de bureaux	Modérée	Indifférente	65 dB(A)	Indifférente	Pas d'obligation
	Autres	Indifférente	Pas d'obligation		

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

⁽²⁾ Pour les salles de soins et les salles réservées au séjour de malades, ces niveaux sont abaissés de 3 dB(A).

Tableau 4 : Objectifs acoustiques en cas de modification de voie existante (Circulaire du 12 décembre 1997)

4.3 Points Noirs Bruit

La Circulaire du 25 mai 2004 définit les valeurs limites de bruit caractéristiques des Points Noirs Bruit (PNB), en fonction des indicateurs LAeq(6h-22h), LAeq(22h-6h), Lden et Lnight. Si une seule de ces valeurs est dépassée, le bâtiment peut être qualifié de Point Noir Bruit :

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 exclusivement dédiée TGV > 250 km/h	Voie ferrée conventionnelle	Cumul Route et/ou LGV Voie ferrée conventionnelle
LAeq(6h-22h)	70	73	73
LAeq(22h-6h)	65	68	68
Lden	68	73	73
Lnight	62	65	65

Tableau 5 : Valeurs limites des PNB (Circulaire du 25 mai 2004 relative au bruit des infrastructures de transports terrestres)

Sont considérés comme satisfaisant aux conditions d'antériorité requises pour être qualifiés de points noirs du bruit du réseau national des transports terrestres, les bâtiments sensibles suivants :

- 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.



Pour les bâtiments se révélant en situation de Point Noir Bruit, les protections acoustiques à mettre en œuvre doivent permettre de respecter, à terme, les objectifs acoustiques réglementaires suivants, à 2 m en avant des façades, pour la contribution sonore des infrastructures de transports terrestres (Circulaire du 25 mai 2004) :

Objectifs acoustiques relatifs aux contributions sonores dans l’environnement après actions de réduction du bruit à la source			
Indicateurs de bruit	Route et/ou LGV exclusivement dédiée TGV > 250 km/h	Voie ferrée conventionnelle	Cumul Route et/ou LGV Voie ferrée conventionnelle
L _{Aeq} (6h-22h)	65	68	68
L _{Aeq} (22h-6h)	60	63	63
L _{Aeq} (6h-18h)	65	-	-
L _{Aeq} (18h-22h)	65	-	-

Tableau 6 : Objectifs relatifs aux contributions sonores dans l’environnement après actions de réduction du bruit la source (Circulaire du 25 mai 2004 relative au bruit des infrastructures de transports terrestres)

4.4 Réglementation applicable lors de la construction de nouveaux bâtiments

Dans le cas de la construction de nouveaux bâtiments, la réglementation qui s’applique est 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) modifié par l’arrêté du 23 juillet 2013.

4.4.1 Présentation du dispositif réglementaire

Le principe de l’arrêté du 30 mai 1996 se résume aux deux étapes suivantes :

- Sous l'autorité du préfet, les infrastructures de transports terrestres sont recensées et classées en fonction de leur niveau sonore, et les secteurs affectés par le bruit de part et d'autre des voiries classées sont reportés dans les documents d'urbanisme ;
- Lorsqu’une construction est prévue dans un secteur affecté par le bruit reporté au PLU, le constructeur doit respecter un niveau d'isolement acoustique de façade apte à assurer un confort d'occupation des locaux suffisant.

4.4.2 Les infrastructures de transports concernées

Doivent être classées toutes les routes dont le trafic est supérieur à 5000 véhicules par jour, toutes les voies ferrées avec un trafic supérieur à 50 trains par jour, et toutes les voies de bus en site propre comptant un trafic moyen de plus de 100 bus/jour.

4.4.3 Le classement sonore des infrastructures

Pour chaque infrastructure sont déterminés sur les deux périodes 6h-22h et 22h-6h deux niveaux sonores dits "de référence". Caractéristiques de la contribution sonore de la voie, ils servent de base au classement sonore et à la détermination de la largeur maximale des secteurs affectés par le bruit, et sont évalués en règle générale à un horizon de vingt ans.

Les niveaux sonores de référence sont :

- L_{Aeq} (6h-22h) pour la période diurne,
- L_{Aeq} (22h-6h) pour la période nocturne.

Ces niveaux sonores sont déterminés en des points de référence dont la situation est conforme avec la norme NF S 31-130.

Les niveaux sont évalués le plus souvent par calcul, parfois par mesure in situ. Ils ne prennent en compte, hormis le type de tissu bâti, que des paramètres liés au trafic, aux conditions de circulation et aux caractéristiques géométriques de l'ouvrage. Sauf cas particulier, ils ne correspondent donc pas au niveau sonore existant sur une façade quelconque.

Le classement des infrastructures de transports terrestres et la largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure sont définis en fonction des niveaux sonores de référence, dans le tableau suivant :

Niveau sonore de référence LAeq (6h-22h) en dB(A)	Niveau sonore de référence LAeq (22h-6h) en dB(A)	Catégorie de l'infrastructure	Largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure
L > 81	L > 76	Catégorie 1 - la plus bruyante	300 m
76 < L ≤ 81	71 < L ≤ 76	Catégorie 2	250 m
70 < L ≤ 76	65 < L ≤ 71	Catégorie 3	100 m
65 < L ≤ 70	60 < L ≤ 65	Catégorie 4	30 m
60 < L ≤ 65	55 < L ≤ 60	Catégorie 5	10 m

Tableau 7 : Classement sonore des infrastructures

4.4.4 Incidence du classement sonore sur les règles de construction des bâtiments

Tout bâtiment à construire dans un tel secteur affecté par le bruit doit respecter un isolement acoustique minimal déterminé selon les spécifications de l'arrêté du 30 mai 1996 (modifié par l'arrêté du 23 juillet 2013). Ce calcul prend en compte la catégorie de l'infrastructure, la distance qui la sépare du bâtiment, ainsi que l'existence de masques éventuels (écrans anti-bruit, autres bâtiments...) entre la source sonore et chaque façade du bâtiment projeté. Il est également possible pour un constructeur d'ériger lui-même une protection de type écran (mur de clôture, merlon en bordure de lotissement, etc...) plutôt que d'adopter une valeur renforcée de l'isolement de façade, la finalité étant d'aboutir à un niveau sonore identique à l'extérieur du bâtiment.

Outre la méthode forfaitaire simplifiée proposée par l'arrêté, le constructeur peut également utiliser une méthode de calcul détaillée qui prend en compte de façon plus fine la topographie du site et les masques s'opposant à la propagation sonore.

Il est important de préciser que ces dispositions ne constituent pas une règle d'urbanisme, mais une règle de construction (au même titre, par exemple, que la réglementation relative à l'isolation thermique).

Pour les bâtiments d'habitation, les établissements d'enseignement et de santé, ainsi que les hôtels venant s'édifier dans les secteurs classés, les isollements de façade exigés sont compris entre 30 dB(A) (minimum imposé même en zone très calme) et 45 dB(A) pour un bruit de type routier. Dépendant essentiellement de la catégorie de la voie et de la distance des façades à cette voie, ces exigences d'isolement visent un objectif de niveaux de bruit résiduels intérieurs ne dépassant pas 35 dB(A) de jour et 30 dB(A) de nuit.

L'isolement acoustique caractérise ici la capacité de la façade, fenêtres fermées, à résister à la transmission du bruit venant de l'extérieur.

Dans les rues en U, le tableau suivant donne la valeur minimale en décibel, de l'isolement standardisé pondéré pour un bruit de trafic, DnT,A,tr, en fonction de la catégorie de l'infrastructure, pour les pièces directement exposées au bruit des transports terrestres :

Catégorie	Isolement minimal DnT,A,tr (en dB)
1	45
2	42
3	38
4	35
5	30

Tableau 8 : Les isollements nécessaires en fonction du classement sonore des infrastructures de transport

En tissu ouvert, valeur de l'isolement par catégorie et en fonction de la distance entre le bâtiment à construire et le bord extérieur de l'infrastructure :

Distance / Catégorie	0-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-65	65-80	80-100	100-125	125-160	160-200	200-250	250-300
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														

Tableau 9 : Les isollements nécessaires en fonction du classement sonore et de la distance par rapport à la route

Ces valeurs peuvent être diminuées de façon à prendre en compte l'orientation de la façade par rapport à l'infrastructure, la présence d'obstacles tels qu'un écran ou un bâtiment entre l'infrastructure et la façade pour laquelle on cherche à déterminer l'isolement :

SITUATION	DESCRIPTION	CORRECTION
Façade en vue directe.	Depuis la façade, on voit directement la totalité de l'infrastructure, sans obstacles qui la masquent	Pas de correction
Façade protégée ou partiellement protégée par des bâtiments.	Il existe, entre la façade concernée et la source de bruit (l'infrastructure), des bâtiments qui masquent le bruit :	
	 en partie seulement (le bruit peut se propager par des trouées assez larges entre les bâtiments) ;	- 3 dB
	 en formant une protection presque complète, ne laissant que de rares trouées pour la propagation du bruit.	- 6 dB
Portion de façade masquée (cf. note 1) par un écran, une butte de terre ou un obstacle naturel.	La portion de façade est protégée par un écran de hauteur comprise entre 2 et 4 mètres :	
	 à une distance (cf. note 2) inférieure à 150 mètres ;	- 6 dB
	 à une distance (cf. note 2) supérieure à 150 mètres.	- 3 dB
	La portion de façade est protégée par un écran de hauteur supérieure à 4 mètres :	
	 à une distance (cf. note 2) inférieure à 150 mètres ;	- 9 dB
	 à une distance (cf. note 2) supérieure à 150 mètres.	- 6 dB
Façade en vue indirecte d'un bâtiment.	La façade bénéficie de la protection du bâtiment lui-même :	
	 façade latérale (cf. note 3) ;	- 3 dB
	 façade arrière.	- 9 dB
Note 1 : Une portion de façade est dite masquée par un écran lorsqu'on ne voit pas l'infrastructure depuis cette portion de façade.		
Note 2 : Cette distance est mesurée entre l'écran et la façade.		
Note 3 : Dans le cas d'une façade latérale d'un bâtiment protégé par un écran, une butte de terre ou un obstacle naturel, on peut cumuler les corrections correspondantes.		

Tableau 10 : Corrections applicables aux isolement de façades

Lorsque la valeur obtenue après correction est inférieure à 33 dB, il n'est pas requis de valeur minimale pour l'isolement.

Que le bâtiment à construire se situe dans une rue en U ou en tissu ouvert, lorsqu'une façade est située dans le secteur affecté par le bruit de plusieurs infrastructures, une valeur d'isolement est déterminée pour chaque infrastructure selon les modalités précédentes.

Si la plus élevée des valeurs d'isolement obtenues est supérieure de plus de 3 dB aux autres, c'est cette valeur qui sera prescrite pour la façade concernée. Dans le cas contraire, la valeur d'isolement prescrite est égale à la plus élevée des valeurs obtenues pour chaque infrastructure, augmentée de 3 dB.

Lorsqu'on se situe en tissu ouvert, l'application de la réglementation peut consister à respecter :

- soit la valeur d'isolement acoustique minimal directement issue du calcul précédent ;
- soit la classe d'isolement 33, 37 ou 40 dB, en prenant, parmi ces valeurs, la limite immédiatement supérieure à la valeur calculée selon la méthode précédente.

5 QUALIFICATION DE LA SITUATION ACTUELLE : ELEMENTS BIBLIOGRAPHIQUES

5.1 Classement sonore des infrastructures routières sur le secteur d'étude

Dans chaque département, le préfet recense et classe les infrastructures de transports terrestres en fonction de leurs caractéristiques sonores et du trafic. Cette modalité de classement permet de catégoriser les infrastructures selon 5 catégories (de 1 à 5, 1 étant la catégorie la plus bruyante) et de définir la largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part de l'autre de l'infrastructure.

Le classement sonore est un dispositif préventif qui permet de faire respecter des prescriptions particulières d'isolement acoustique de façade pour les bâtiments d'habitation, les établissements d'enseignement et de santé, ainsi que les hôtels, venant s'édifier dans les secteurs affectés par le bruit.

Les infrastructures classées sont les routes de plus de 5 000 véhicules par jour, les voies ferrées de plus de 50 trains par jour, et les voies de bus de plus de 100 bus par jour.

Les niveaux sonores de références sur les deux périodes réglementaires 6h-22h et 22h-6h servent de base au classement sonore et à la détermination de la largeur maximale des secteurs affectés par le bruit.

Dans le cadre d'une étude acoustique, ce classement sonore permet de visualiser les zones impactées par les sources de bruit routières ou ferroviaires présentes sur la zone d'étude.

Dans le département de la Moselle, le classement sonore des infrastructures de transports terrestres a été arrêté le 1 mars 2018.

Dans le secteur d'étude, les infrastructures suivantes sont classées bruyantes entre autres :

Type de voie	Nom de l'infrastructure	Catégorie	Largeur affectée (m)
Réseau routier	RD603 (ex RN233)	2	250 m
	Rue Saint-Pierre	2	250 m
	Rue Henry de Ranconval	3	100 m
	Boulevard André Maginot	3	100 m
	RD955	3	100 m
	Rue des Frères Lacretelle	3	100 m
	RD1	3	100 m
	Place Mazelle	3	100 m
	Rue Lothaire	3	100 m
	RD913	3	100 m
	Rue Saint-Pierre	3	100 m
	Rue du Pont Rouge	4	30 m
	Avenue de Plantières	4	30 m
	Rue Haute-Selle	4	30 m
	Avenue Louis le Débonnaire	4	30 m
	Avenue André Malraux	4	30 m
	Rue Gabriel Pierné	4	30 m
	Rue Sente à My	4	30 m
	Rue aux Arènes	4	30 m
	Avenue François Mitterrand	4	30 m
	Rue Haute-Selle	5	10 m
	Rue Lothaire	5	10 m

Type de voie	Nom de l'infrastructure	Catégorie	Largeur affectée (m)
Voie ferroviaire	Ligne 180000 : Metz PRS à Metz Nord	2	250 m
	Ligne 180000 : Metz Ville à Metz PRS	3	100 m
	Ligne 89000 : Metz Sablon à Metz Ville	3	100 m

Tableau 11 : Classement sonore des infrastructures de transports – Source : Arrêtés préfectorales du département de la Moselle

Les cartes suivantes présentent le classement sonore des infrastructures dans le domaine d'étude.

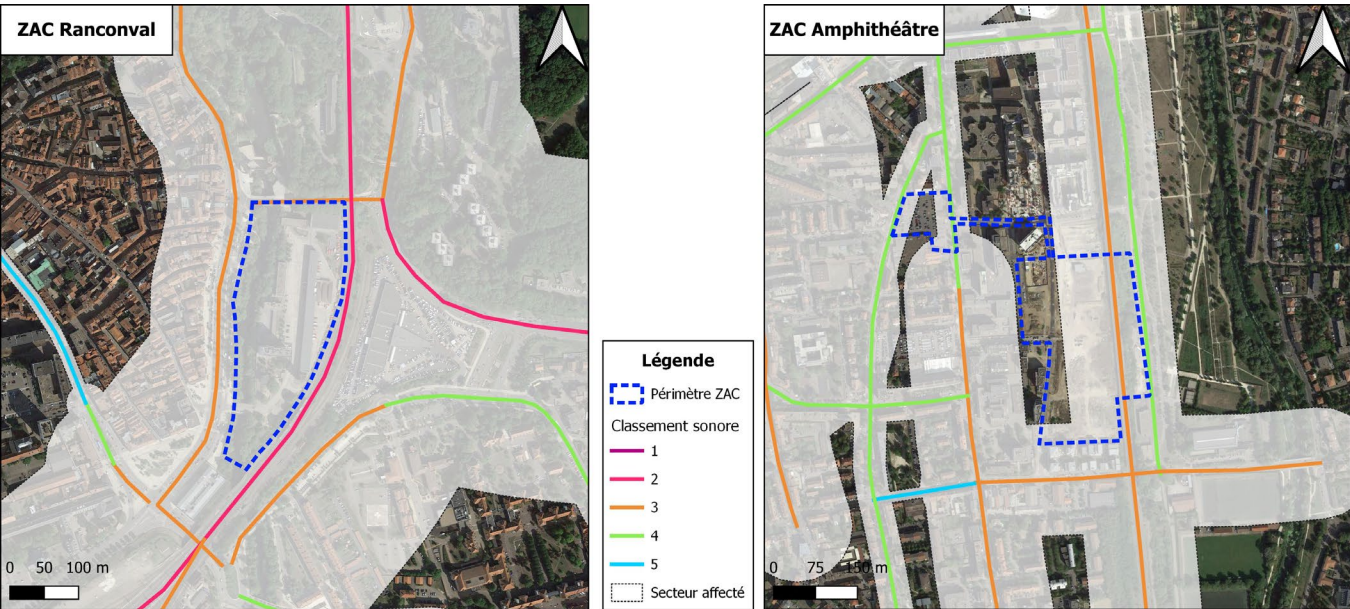


Figure 4 : Classement sonore des voies à proximité du domaine d'étude – Source : Arrêté préfectoral du département de la Moselle

La ZAC Ranconval est longée par la ligne ferrée classée catégorie 2. Elle est également à proximité des voies classées catégorie 2 et 3.
La ZAC Amphithéâtre est traversée par la ligne ferrée classée catégorie 3 et les axes du catégorie 4 : l'avenue Louis le Débonnaire et l'avenue André Malraux.

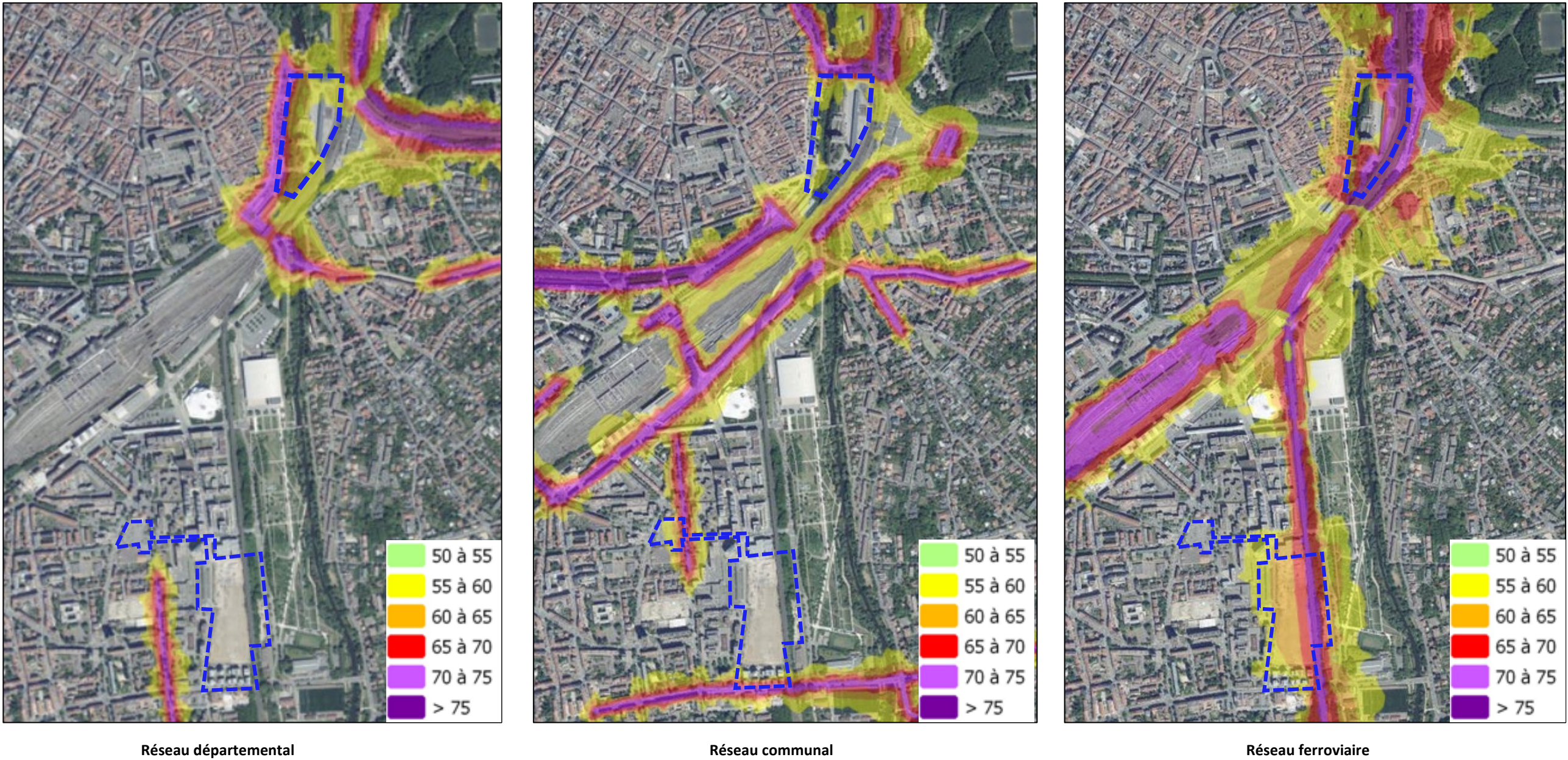
5.2 Cartographie européenne du bruit

L'analyse des cartographies de bruit européennes, réalisées par l'État, permet une première approche de l'ambiance sonore actuelle.

Les cartes de bruit stratégiques des grands axes de transport découlent de la transposition en droit français de la directive européenne 2002/49/CE. Elles sont destinées à permettre une évaluation globale de l'exposition au bruit dans l'environnement. Il s'agit d'évaluer les niveaux sonores émis par les transports (trafics routiers, ferroviaires ou aériens) ou ceux provenant de l'activité des installations classées soumises à autorisation.

Ces cartes sont établies à partir d'une approche macroscopique le long des infrastructures concernées (infrastructures routières dont le trafic annuel est supérieur à 3 millions de véhicules et infrastructures ferroviaires dont le trafic annuel est supérieur à 60 000 trains).

L'indicateur *Lden* intègre les résultats d'exposition sur les trois périodes de jour (6h-18h), de soirée (18h-22h) et de nuit (22h-6h) en les pondérant au prorata de leur durée et en incluant une pénalité de 5 dB(A) pour la soirée et de 10 dB(A) pour la nuit.



Selon les cartes ci-dessus, la zone du quartier Ranconval est principalement contrainte par des nuisances sonores de la ligne ferroviaire et des routes départementales RD1 et RD955. Les niveaux de bruits sont supérieurs à 65 dB(A). Au niveau de la ZAC Amphithéâtre, la ligne ferroviaire provoque également des nuisances sonores importantes. La ZAC Amphithéâtre est concernée par des nuisances supérieures à 65 dB(A).

L'indicateur Ln représente le niveau sonore moyen sur la période nuit (22h-6h), cet indice étant par définition un indice exclusif pour la période de nuit. L'indicateur Ln correspond à l'indicateur LAeq (22h-6h) de la réglementation française, auquel est retiré 3 dB(A) représentant la réflexion de façade.

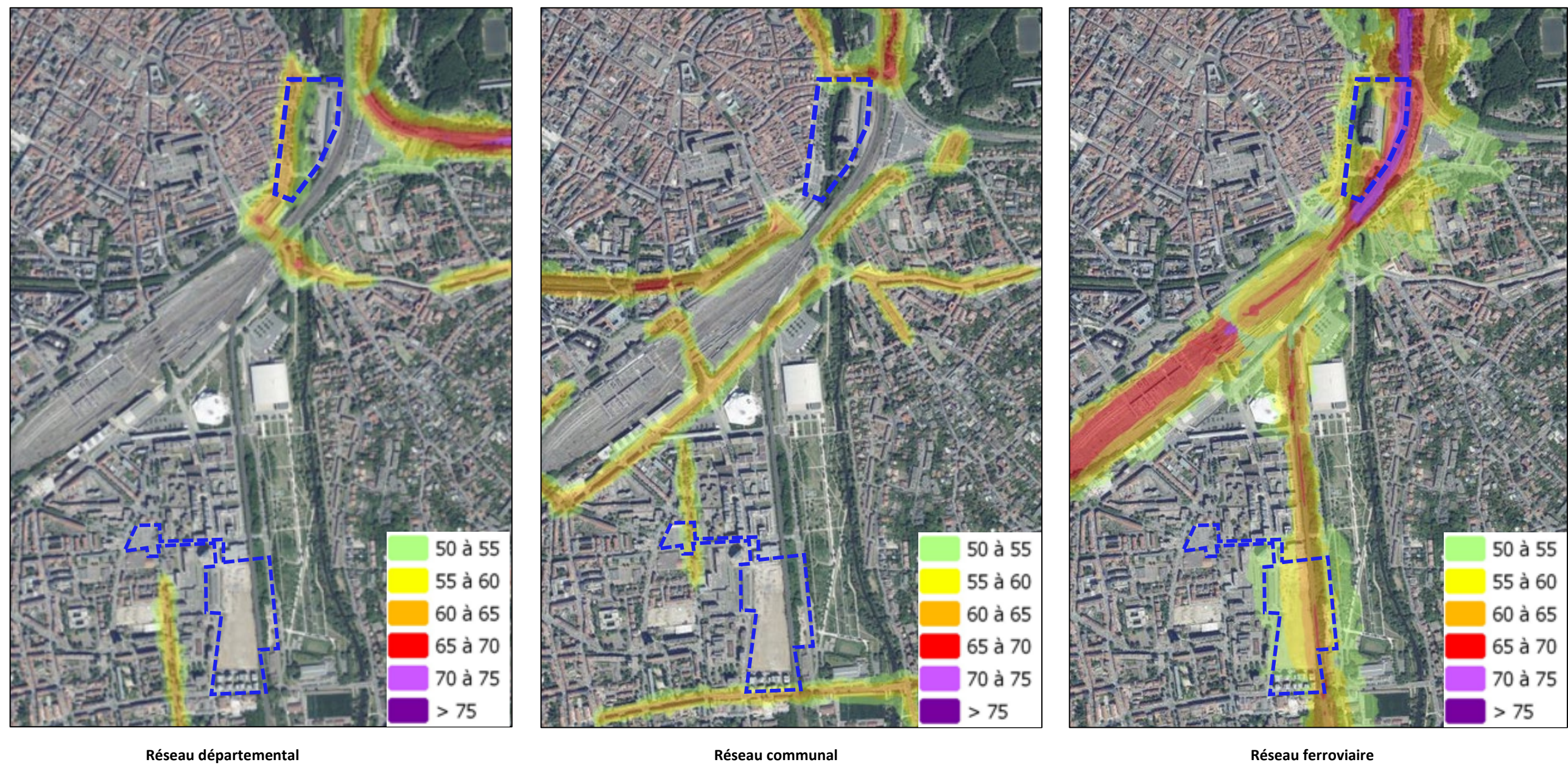


Figure 6 : Carte de bruit stratégique de 4^{ème} échéance aux alentours du site de projet – Indicateur Ln – Source : DDT de la Moselle

D'après les cartes, au niveau du quartier Ranconval, les niveaux sonores sont supérieurs à 65 dB(A) sur la partie donnant sur la voie ferrée.
Pour la ZAC de l'Amphithéâtre, les niveaux de bruit sont compris entre 60 à 65 dB(A) sur la partie donnant sur la voie ferroviaire et restent inférieurs à 60 dB(A) sur le reste de la ZAC.

5.3 Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE)

La directive européenne oblige les maîtres d'ouvrage à réaliser un PPBE à la suite de la cartographie de bruit.

Le PPBE de l'Etat dans le département de la Moselle, troisième échéance, concernant les infrastructures dont le trafic est supérieurs à 3 millions de véhicules par an et le trafic ferroviaire supérieur à 30 000 passages de trains a été approuvé par arrêté préfectoral le 10 janvier 2020.

Dans le secteur d'étude, une infrastructure est concernée par le PPBE 3^{ème} échéance de l'Eure : **il s'agit de la ligne ferroviaire 180000 de Metz-Luxembourg.**

Le PPBE du CD57 a pour vocation de diminuer le bruit produit par les trafics routiers et ferroviaires sur l'ensemble du département. Concernant le bruit ferroviaire, plusieurs actions sont proposées dans le programme d'action de réduction des nuisances 2018 – 2023, à savoir le remplacement d'une voie usagée ou d'une partie de ses constituants par une voie neuve, l'utilisation de longs rails soudés (LRS) et de traverses béton, les opérations d'électrification des lignes, le meulage acoustique des rails, la mise en place de semelles de frein en matériau composite, la mise en place d'écrans acoustiques absorbants, etc. Le renouvellement de 1 appareil de voie et la suppression de 2 appareils en gare de Metz ont été prévus en 2020.

6 QUALIFICATION DE LA SITUATION ACTUELLE : MESURE ACOUSTIQUE SUR SITE

L’objet de la campagne de mesure est d’établir un constat de référence de l’environnement préexistant dans l’aire d’étude.

6.1 Conditions de mesures

La campagne de mesure acoustique a été réalisée du 13 au 14 novembre 2023.

Le dispositif acoustique comprend cinq mesures de 24h et cinq mesures d’une heure.

La carte ci-dessous présente le dispositif des mesures acoustiques.



Figure 7 : Points de mesures acoustiques – Source : IRIS Conseil

Ces mesures ont été réalisées selon les principes des normes NF S 31-085 "caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier".

L'appareillage de mesures utilisé (microphones et sonomètres) est certifié conforme aux classes de précision relatives aux types d'enregistrement réalisés. Un microphone installé à 2 mètres de hauteur sur un trépied sur le bord de la chaussée ou sur une façade, a enregistré toutes les secondes le niveau de bruit ambiant.

Les conditions météorologiques étaient globalement favorables pour l’ensemble des mesures : vent faible et peu de pluie. L’influence des conditions météorologiques n’est pas significative lorsque la distance entre la source de bruit et le récepteur est inférieure à 100 m.

6.2 Résultats des mesures acoustiques

L’emplacement et les résultats de la campagne de mesures sont précisés dans le tableau et la carte ci-dessous. Ensuite, une fiche de mesure pour chaque point est proposée.

N	LAeq (6h-22h) en dB(A)	LAeq (22h-6h) en dB(A)	Accalmie en dB(A)	Type d’ambiance sonore
PF3	57,0	45,5	11,5	Modérée
PF5	65,0	58,0	7,0	Modérée de nuit
PF8	60,5	53,5	7,0	Modérée
PF9	63,0	57,5	5,5	Modérée
PF10	59,0	57,5	1,5	Modérée

Tableau 12 : Résultats des mesures acoustiques de 24 heures – Source : IRIS Conseil

Concernant les mesures **d’une heure**, pour obtenir les résultats des niveaux de bruit sur les deux périodes réglementaires, nous avons utilisé un recalage avec les trafics relevés durant l’heure de la mesure et les trafics des périodes 6h à 22h et 22h à 6h selon les formules suivantes :

$$LAeq(6h - 22h) = LAeq(1h) + 10 * \log \left(\frac{Q_{eq}(6h - 22h)}{Q_{eq}(1h)} \right)$$
$$LAeq(22h - 6h) = LAeq(1h) + 10 * \log \left(\frac{Q_{eq}(22h - 6h)}{Q_{eq}(1h)} \right)$$

Avec :

Q_{eq} , appelé trafic équivalent, $Q_{eq} = trafic_{VL} + 10 * trafic_{PL}$

(Un poids lourd PL émet un bruit équivalent à 10 véhicules légers VL)

Les résultats du recalage sont présentés dans le tableau suivant :

N	LAeq (6h-22h) en dB(A)	LAeq (22h-6h) en dB(A)	LAeq (1h) en dB(A)	Accalmie en dB(A)	Type d’ambiance sonore
Pr1	67,0	56,0	67,0	11,0	Modérée de nuit
Pr2	70,5	60,0	72,0	10,5	Non modérée
Pr4*			59,0		
Pr6	60,5	51,5	61,0	9,0	Modérée
Pr7	63,0	54,4	65,0	8,5	Modérée

* Trafic non disponible

Tableau 13 : Résultats des mesures acoustiques d’une heure – Source : IRIS Conseil

L’ensemble des mesures réalisées au niveau du quartier Ranconval se trouvent en zone d’ambiance sonore modérée.
Pour la ZAC Amphithéâtre, les points n°1 au bord de l’Avenue Louis le Débonnaire et n°5 sur la RD913 ont enregistré des niveaux de bruit supérieurs à 65 dB(A) sur la période diurne mais inférieurs à 60 dB(A) sur la période nocturne plaçant ainsi ces points dans des zones d’ambiance sonore modérée de nuit.
Seul le point n°2 situé au bord de la rue Lothaire montre une ambiance sonore non modérée.

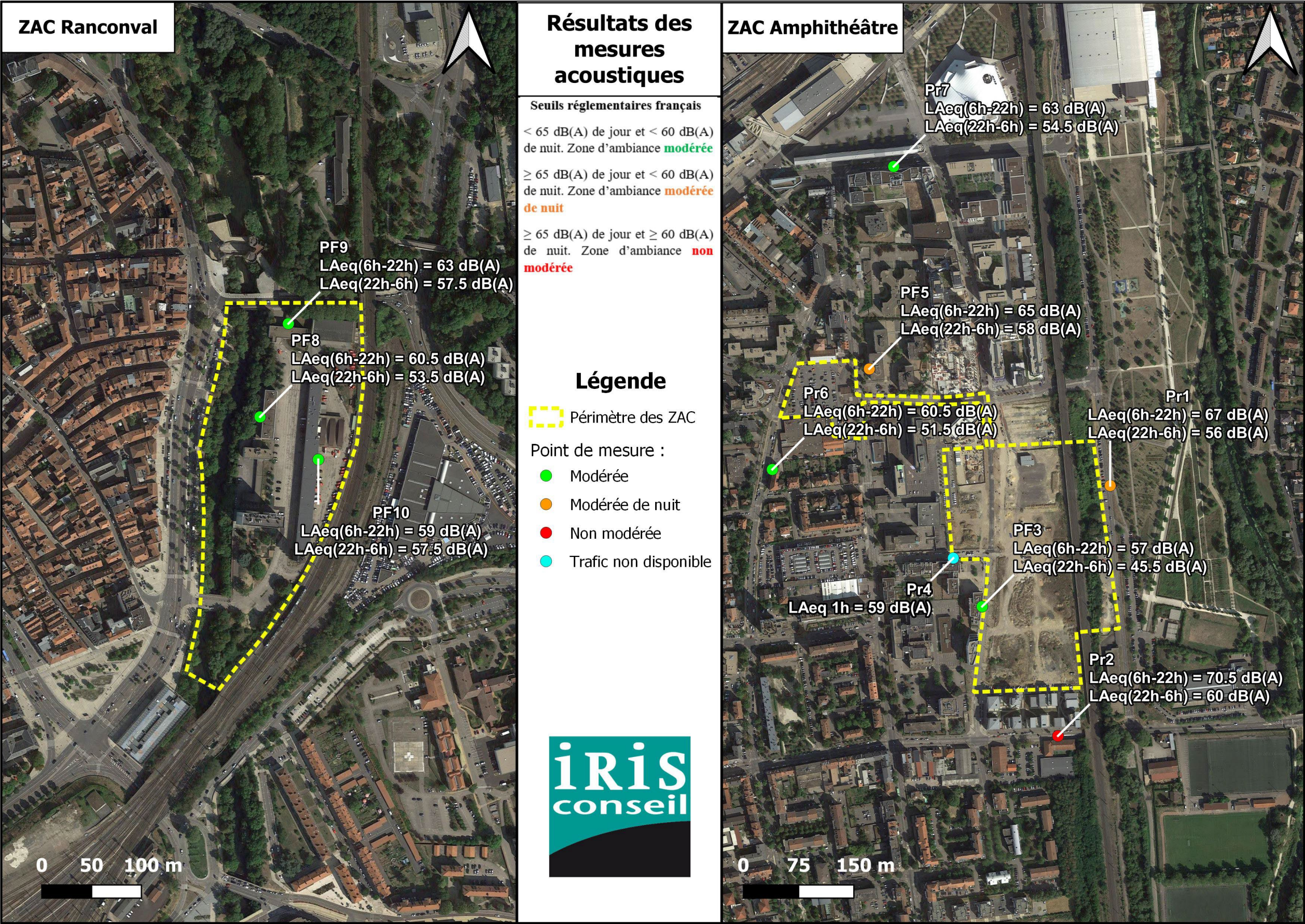


Figure 8 : Résultats des mesures acoustiques – Source : IRIS Conseil

7 MODELISATION ET CALCULS DES NIVEAUX ACOUSTIQUES

7.1 Logiciel MITHRA-SIG

Nous utiliserons le logiciel MITHRA-SIG pour modéliser les situations suivantes :

- 1. **Calage du modèle** : il s’agit de calibrer le modèle pour qu’il soit fidèle à la réalité.
- 2. **Situation actuelle** : pour déterminer les niveaux de bruit sur l’ensemble de la zone d’étude.
- 3. **Situation future SANS et AVEC projet** : pour déterminer les niveaux acoustiques attendus avec la réorganisation du site.

Le logiciel MITHRA-SIG version 5 est un logiciel de modélisation acoustique reconnu avec prise en compte de la Nouvelle Méthode de Propagation du Bruit de 2008 tant pour le bruit routier que pour le bruit ferroviaire conformément à la norme NF S 31-133 de février 2011.

En intégrant le moteur de calcul MITHRA au sein du système d’information géographique SIS de Cadcorp, le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment et l’Institut Géographique National ont créé le logiciel MITHRA-SIG qui répond pleinement aux besoins de la cartographie acoustique.

MITHRA-SIG intègre les sources de bruits routiers, ferroviaires, et industriels. Il permet de calculer et de visualiser des cartes horizontales 2D et des cartes 3D de récepteurs sur façades. Il permet aussi de calculer le niveau de bruit ambiant pour un récepteur particulier. Croisés avec des données démographiques (INSEE par exemple), les résultats des calculs permettent très rapidement et très facilement d’estimer le nombre d’habitants et de logements touchés pour chaque niveau de bruit.

Les modélisations réalisées dans cette étude sont tridimensionnelles et tiennent compte des paramètres suivants :

- Des émissions sonores de chaque voie basée sur le trafic, %PL et vitesse ;
- De la propagation acoustique en trois dimensions basées sur la nature du sol, de la topographie, de l’absorption de l’air, des conditions météorologiques ;
- De la présence d’obstacle au bruit tel que des écrans, merlons ou bâtiments.

7.2 Prise en compte de l’évolution du parc automobile

Dans le cadre de ce projet, nous allons prendre en compte le parc automobile français simulé et mis à jour par l’Université Gustave Eiffel – ex-IFSTTAR en 2023. Les principes généraux de la modélisation sont décrits dans les rapports (André et al. 2013¹, André et al. 2019²).

La modélisation UGE/IFSTTAR du parc automobile a pour but de développer et d’améliorer les hypothèses notamment par l’élaboration de scénarios prospectifs en cohérence avec les hypothèses prospectives de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC). La mise à jour 2023 a été effectuée en intégrant en plus les données détaillées des années 2021 et 2022 et par anticipation de l’intégration des données dans la révision majeure de l’outil HBEFA 5.1 (Handbook of Emission Factors) attendue en 2024-2025.

¹ André, M., A.L. Roche, L. Bourcier. (2013). Statistiques de parcs et trafic pour le calcul des émissions de polluants des transports routiers pour la France. Rapport IFSTTAR-LTE, Bron (France), 132p

La version 2023 du parc automobile français simulé par l’UGE-IFSTTAR présente deux scénarios d’évolution du parc et des immatriculations à l’horizon 2050 :

- S1-AME « Avec Mesures Existantes » : ce scénario vise à décrire l’effet des politiques publiques actuelles en prenant en compte l’ensemble des mesures portées à l’Etat français jusqu’à une certaine date (31 décembre 2019 dans cette version) sur la consommation d’énergie et les gaz à effet de serre ;
- S2-AMS « Avec Mesures Supplémentaires » : ce scénario vise à respecter le mieux possible les objectifs énergétiques et climatiques que la France s’est fixée, y compris quand ils découlent de la législation européenne. Il dessine une trajectoire possible de réduction des émissions de gaz à effet de serre jusqu’à la neutralité carbone en 2050.

Le parc automobile pris en compte pour la modélisation de la situation sonore est celui du scénario S2-AMS.

La répartition des motorisations retenue dans ce scénario est présentée dans le tableau suivant.

Année	Répartition VL en %			Répartition PL en %		
	Thermique	Hybride/gaz	Electrique	Thermique	Hybride/gaz	Electrique
2023	90,7	6,6	2,7	95,2	4,0	0,8
2035	46,4	25,1	28,4	48,9	33,4	17,7

Tableau 14 : Répartition du parc roulant en fonction des motorisations – Source : IFSTTAR

7.3 Hypothèses de correspondances entre motorisation et puissance sonore

Une recherche bibliographique a permis de faire des hypothèses sur la correspondance entre motorisation et puissance sonore. Cette recherche et les hypothèses retenues sont présentées en annexe.

La liste suivante récapitule la correspondance retenue entre le bruit émis par un moteur thermique et les autres motorisations, pour une vitesse de 50 km/h :

- 1 véhicule électrique = 0,5 véhicule thermique ;
- 1 véhicule hybride = 0,5 véhicule thermique ;
- 1 véhicule gaz = 0,5 véhicule thermique.

La prise en compte de l’évolution du parc roulant vers des véhicules à motorisation électrique, qui sont considérés moins bruyants que des véhicules à motorisation thermique, engendre une diminution des niveaux sonores aux horizons futurs par rapport à un parc roulant classique.

² André M., Allemand A., Roux C. Lekhal F., Hivert L. Boutueil V. (2019). Connaissance et prospective des parcs automobiles. Rapport IFSTTAR-LTE, Bron (France), 74p

8 CALAGE

Le calage du modèle informatique est une étape importante de l'étude acoustique. En effet, cette étape permettra de valider le modèle. Valider un modèle revient à dire que le modèle est représentatif de la réalité.

Il s'agit de créer le site actuel numériquement et de recréer les conditions observées le jour des mesures acoustiques en intégrant les trafics.

À partir du site virtuel, on calcule les niveaux sonores aux emplacements où ont été réalisées les mesures.

Ces niveaux de bruit calculés sont comparés à ceux enregistrés lors de la campagne de mesures.

Le tableau ci-dessous présente les résultats des calculs et les écarts entre ces derniers et les résultats des mesures recalés sur les trafics normaux.

Point	Niveaux sonores mesurés en dB(A)		Niveaux sonores calculés en dB(A)		Différences en dB(A)	
	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)
Pr1	67,0	56,0	66,0	57,0	-1,0	1,0
Pr2	70,5	60,0	70,5	61,0	0	1,0
PF3	57,0	45,5	57,5	48,5	0,5	3,0
Pr4*			51,5	43,0		
PF5	65,0	58,0	64,5	56,0	-0,5	-2,0
Pr6	60,5	51,5	63,5	54,5	3,0	3,0
Pr7	63,0	54,5	64,5	56,5	1,5	2,0
PF8	60,5	53,5	63,0	54,0	2,5	0,5
PF9	63,0	57,5	64,0	55,5	1,0	-2,0
PF10	59,0	57,5	58,5	55,5	-0,5	-2,0

* Trafic non disponible

Tableau 15 : Calage du modèle acoustique – Source : IRIS Conseil

La comparaison entre les valeurs calculées et mesurées montre des écarts acceptables car inférieurs ou égales à la tolérance de + ou – 3 dB(A).

Compte tenu des résultats obtenus sur la majorité des points, il apparaît que notre modèle est suffisamment réaliste. Le modèle est donc validé.

9 MODELISATION ACOUSTIQUE DE L'ETAT INITIAL

Le but de cette section est de visualiser le paysage sonore de l'état initial.

9.1 Hypothèses de trafic

Pour les calculs des niveaux sonores actuels, il a été intégré les résultats de l'étude trafic réalisée par Iris conseil.

9.2 Hypothèses de calcul

Les calculs des niveaux sonores sont réalisés sur la base des paramètres relatifs aux sources de bruit (trafic, vitesse de circulation et type d'enrobé) et des paramètres ayant une influence sur la propagation du bruit (conditions météorologiques) :

- Les comptages trafics;
- Les chaussées sont revêtues d'un enrobé couramment utilisé : le Béton Bitumineux Très Mince (BBTM) ;
- Les conditions météorologiques utilisées sont de 50% d'occurrence favorable à la propagation du bruit sur les périodes diurne et nocturne.

9.3 Résultats et analyses

Les résultats des modélisations acoustiques sont présentés sous forme de carte de bruit avec des plats de couleur tous les 5 dB(A) pour les périodes diurne (6h à 22h) et nocturne (22h à 6h).

De plus, une carte des ambiances sonores : « Modérée », « Modérée de nuit » et « Non modérée » est également présentée permettant d'identifier les environnements sonores dans lesquels se situent les bâtiments de la zone d'étude.

D'après les cartes, sur la période diurne (6h-22h), nous observons des niveaux de bruit :

ZAC Ranconval

- De l'ordre de 70 à 75 dB(A) au niveau de la RD955, de la RN233, de la Rue Henry de Ranconval ;
- Compris entre 65 et 70 dB(A) au niveau de l'Avenue de la Seille, de la Rue du Pont Rouge, de la Rue Haute Seille et l'Avenue de l'Amphithéâtre ;
- Compris entre 60 et 65 dB(A) sur la voie ferrée.
- À l'intérieur du périmètre du projet, les niveaux de bruit restent inférieurs à 65 dB(A).

ZAC Amphithéâtre

- Entre 65 et 70 dB(A) au niveau de la Rue Lothaire ;
- Compris entre 65 et 70 dB(A) sur l'Avenue Louis le Débonnaire, la RD913, la Rue Gabriel Pierné et la Rue de Belchamps ;
- Inférieurs à 65 dB(A) sur le reste de la zone d'étude.
- À l'intérieur du périmètre du projet, les niveaux de bruit restent inférieurs à 65 dB(A).

Sur la période nocturne (22h-6h), les niveaux acoustiques sont :

ZAC Ranconval

- Entre 60 et 70 dB(A) sur la RN233 ;
- Entre 55 et 65 dB(A) au niveau des axes modélisés.
- À l'intérieur du périmètre du projet, les niveaux de bruit restent inférieurs à 60 dB(A).

ZAC Amphithéâtre

- De l'ordre de 60 à 65 dB(A) au niveau de la Rue Lothaire ;
- Inférieurs à 60 dB(A) sur les autres axes modélisés.
- À l'intérieur du périmètre du projet, les niveaux de bruit restent inférieurs à 55 dB(A).

D'après les résultats des modélisations acoustiques de la situation actuelle :

- **Le quartier de Ranconval se trouve en zone d'ambiance sonore modérée à modérée de nuit ;**
- **La ZAC Amphithéâtre se trouve en zone d'ambiance sonore modérée à modérée de nuit.**

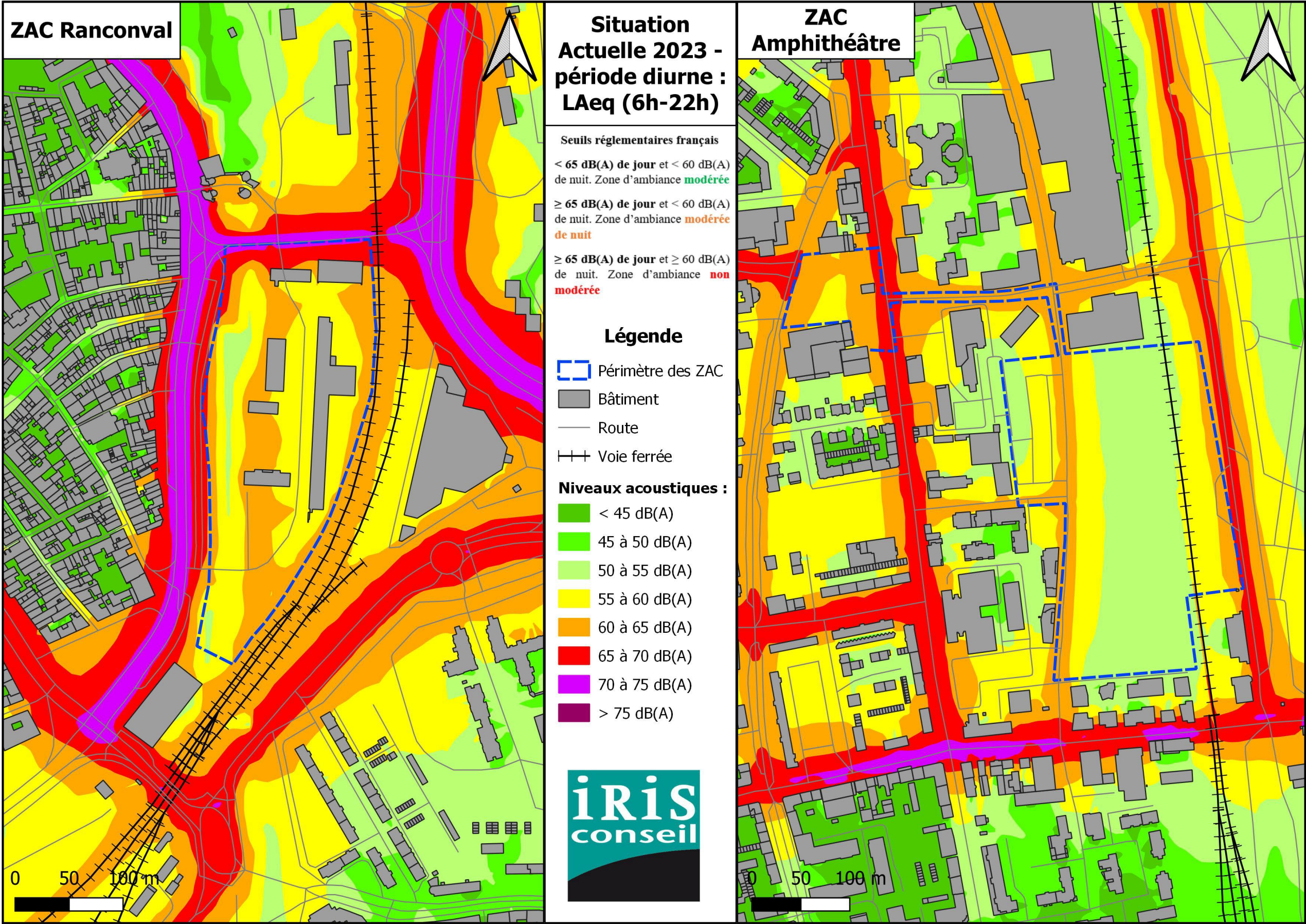


Figure 9 : Carte de bruit de la situation Actuelle 2023 sur la période diurne – Source : IRIS Conseil

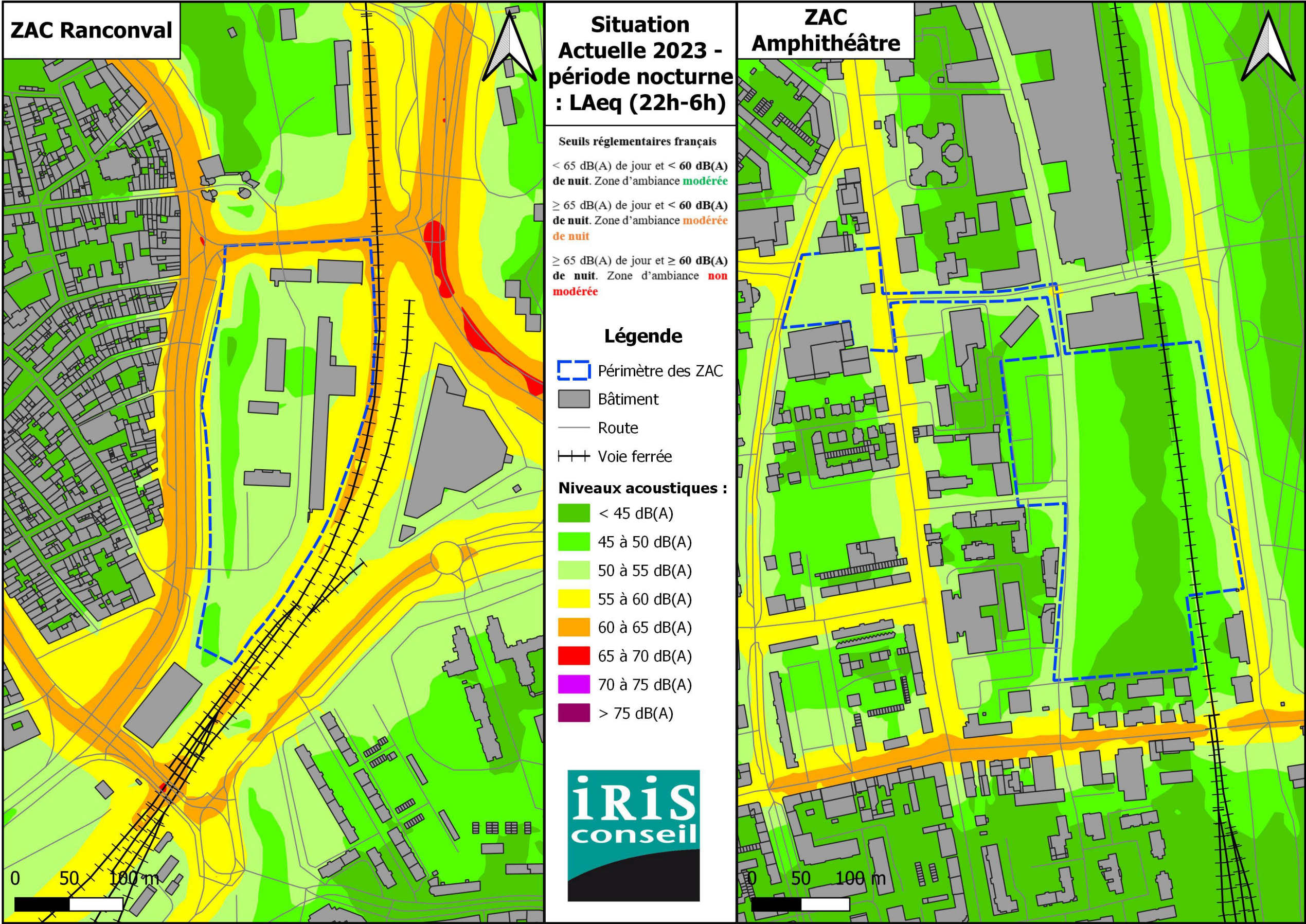


Figure 10 : Carte de bruit de la situation Actuelle 2023 sur la période nocturne – Source : IRIS Conseil

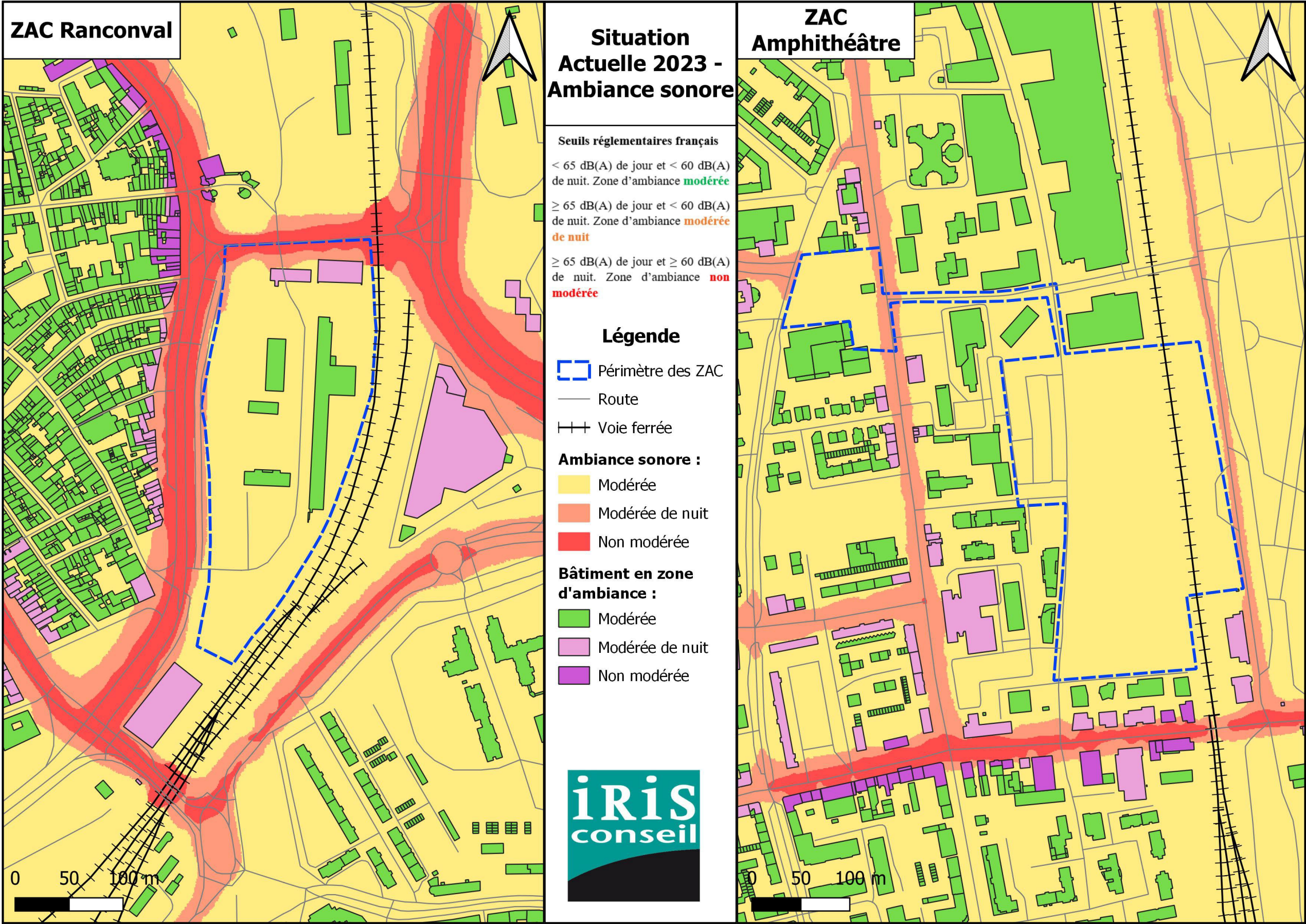


Figure 11 : Ambiance sonore de la situation Actuelle 2023 – Source : IRIS Conseil

10 MODELISATION ACOUSTIQUE DES SCENARIOS SANS ET AVEC PROJET 2035

Le but de cette section est de visualiser le paysage sonore des scénarios sans et avec projet 2035.

10.1 Hypothèses de trafic

Pour les calculs des niveaux sonores des scénarios à l'horizon 2035, il a été intégré les résultats de l'étude trafic réalisée par Iris conseil.

10.2 Hypothèses de calcul

Les calculs des niveaux sonores sont réalisés sur la base des paramètres relatifs aux sources de bruit (trafic, vitesse de circulation et type d'enrobé) et des paramètres ayant une influence sur la propagation du bruit (conditions météorologiques) :

- L'étude de circulation;
- Les chaussées sont revêtues d'un enrobé couramment utilisé ;
- Les conditions météorologiques utilisées sont de 50% d'occurrence favorable à la propagation du bruit sur les périodes diurne et nocturne.

10.3 Résultats et analyses

Les résultats des modélisations acoustiques sont présentés sous forme de carte de bruit avec des plats de couleur tous les 5 dB(A) pour les périodes diurne (6h à 22h) et nocturne (22h à 6h).

De plus, une carte des ambiances sonores : « Modérée », « Modérée de nuit » et « Non modérée » est également présentée permettant d'identifier les environnements sonores dans lesquels se situent les bâtiments de la zone d'étude.

10.3.1 Scénario Sans projet 2035

D'après les cartes, sur la période diurne (6h-22h), nous observons des niveaux de bruit :

ZAC Ranconval

- Entre 70 et 75 dB(A) sur la RD955 et la RN233 ;
- De l'ordre de 65 à 75 dB(A) au niveau de l'Avenue de la Seille, de la Rue Haute Seille, de la Rue Henry de Ranconval et de l'Avenue de l'Amphithéâtre ;
- Compris entre 60 et 65 dB(A) sur la voie ferrée.
- À l'intérieur du périmètre du projet, les niveaux de bruit restent inférieurs à 65 dB(A).

ZAC Amphithéâtre

- Entre 65 et 70 dB(A) au niveau de la Rue Lothaire, de l'Avenue Louis le Débonnaire, de la RD913, de la Rue Gabriel Pierné et de la Rue de Belchamps ;
- Compris entre 60 et 70 dB(A) sur la Rue de Sente à My ;
- Inférieurs à 65 dB(A) sur le reste de la zone d'étude.
- À l'intérieur du périmètre du projet, les niveaux de bruit restent inférieurs à 65 dB(A).

Sur la période nocturne (22h-6h), les niveaux acoustiques sont :

ZAC Ranconval

- Compris entre 60 et 65 dB(A) sur tous les axes modélisés, y compris la voie ferrée.
- À l'intérieur du périmètre du projet, les niveaux de bruit restent inférieurs à 60 dB(A).

ZAC Amphithéâtre

- De l'ordre de 55 à 65 dB(A) au niveau de la Rue Lothaire ;
- Inférieurs à 60 dB(A) sur les autres axes modélisés.
- À l'intérieur du périmètre du projet, les niveaux de bruit restent inférieurs à 55 dB(A).

En général, l'ambiance sonore de la situation sans projet 2035 est presque similaire à celle du scénario actuel 2023. Le périmètre de chaque ZAC se trouvent en zone d'ambiance sonore modérée à modérée de nuit.

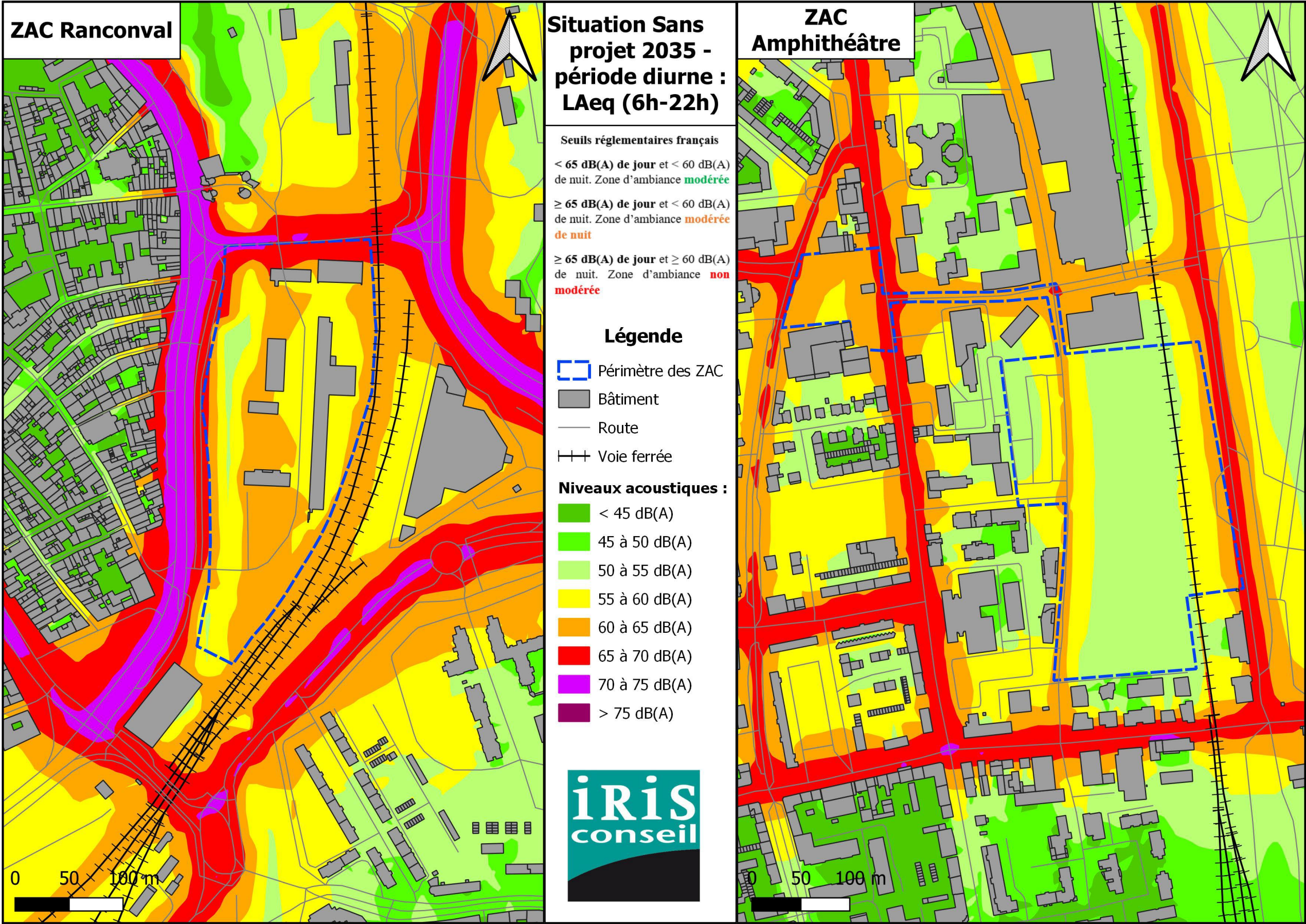


Figure 12 : Carte de bruit de la situation Sans projet 2035 sur la période diurne – Source : IRIS Conseil

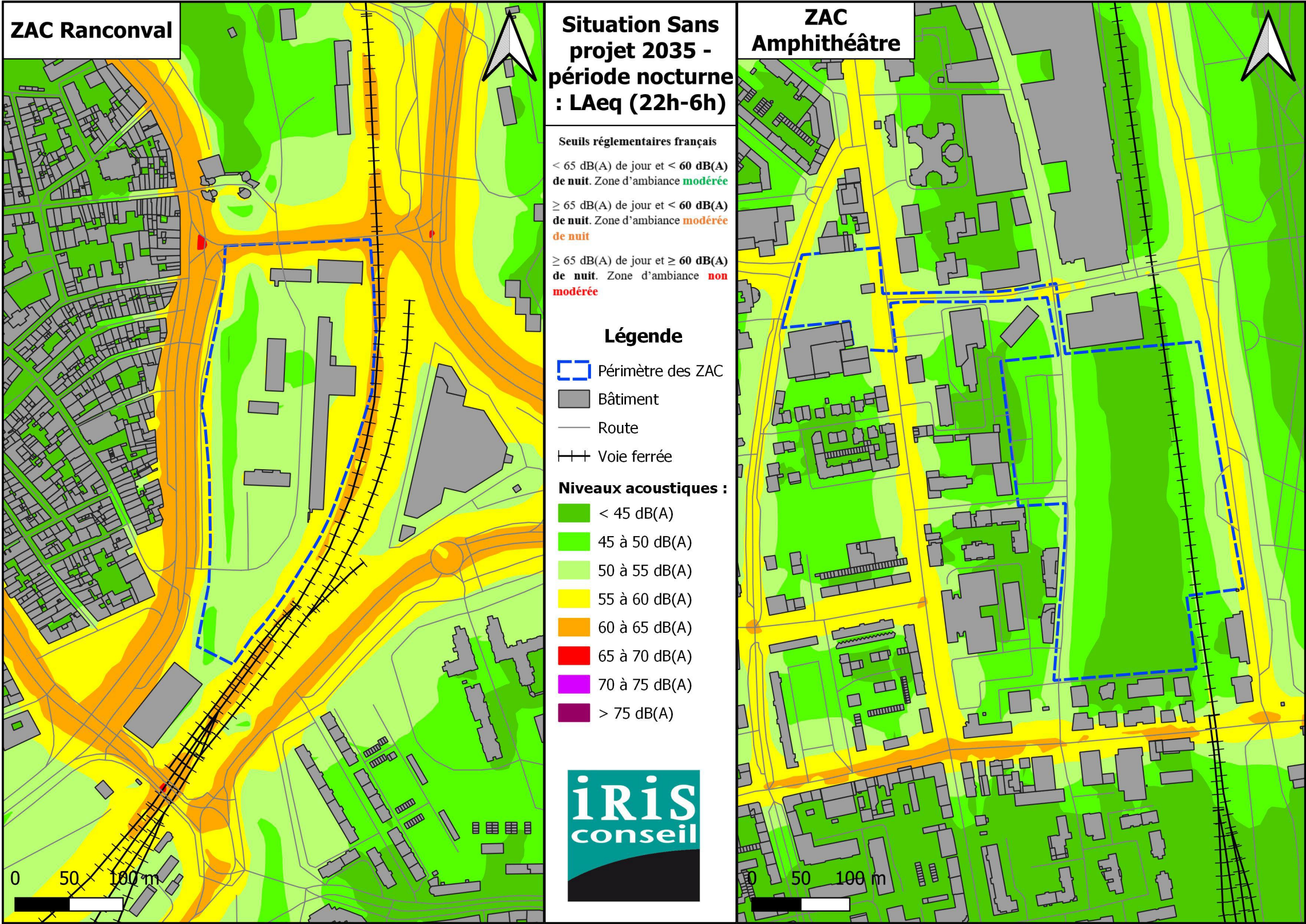


Figure 13 : Carte de bruit de la situation Sans projet 2035 sur la période nocturne – Source : IRIS Conseil

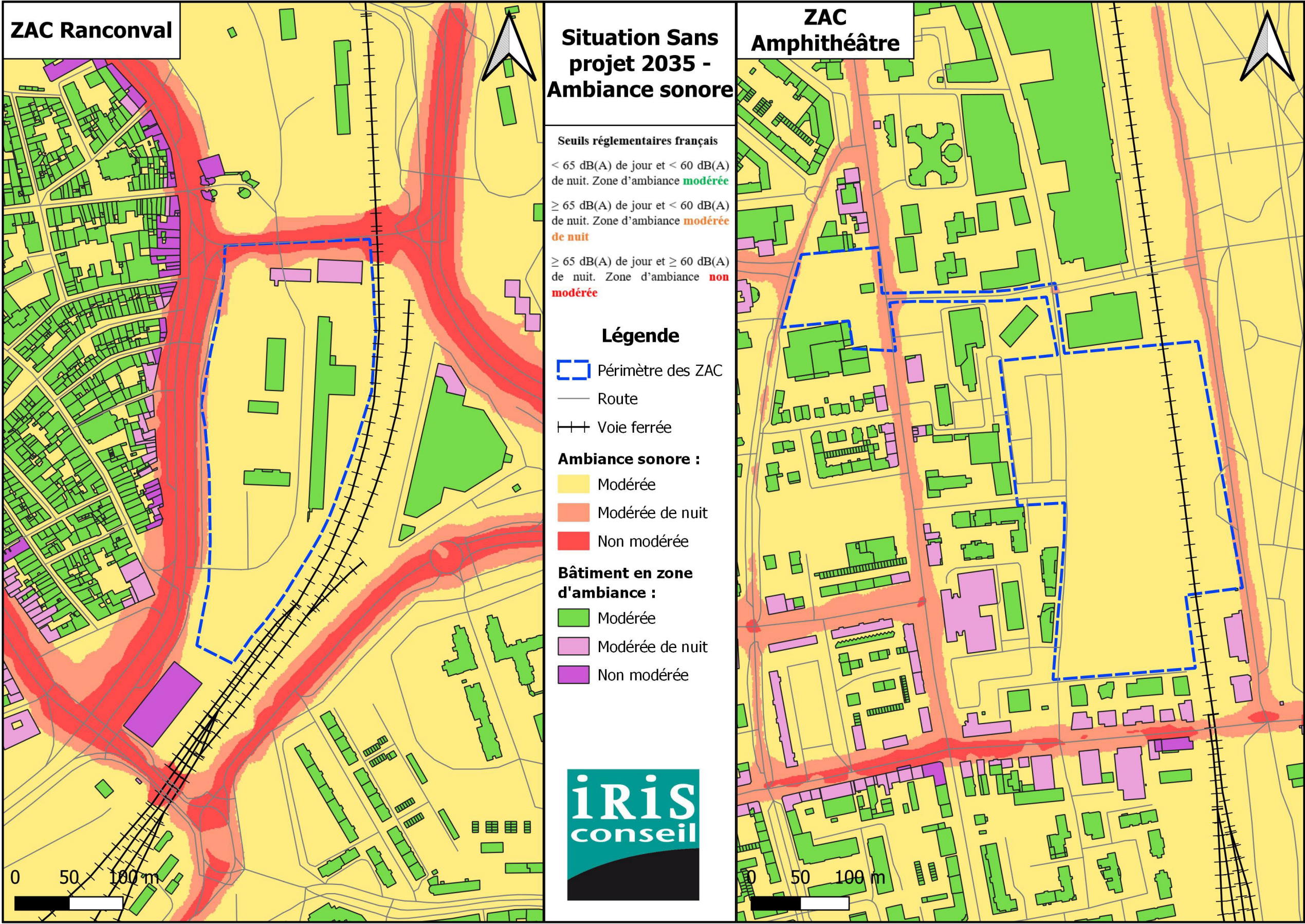


Figure 14 : Ambiance sonore de la situation Sans projet 2035 – Source : IRIS Conseil

10.3.2 Scénario Avec projet 2035

Sur la période diurne (6h-22h), les niveaux sonores sont :

ZAC Ranconval

- Entre 70 et 75 dB(A) sur la RD955, la RN233, la Rue du Pont Rouge, l'Avenue de Selle et la Rue Haute Seille ;
- Compris entre 65 et 70 dB(A) au niveau de la Rue Henry de Ranconval et de l'Avenue de l'Amphithéâtre ;
- Entre 60 et 65 dB(A) sur la voie ferrée.
- À l'intérieur du périmètre du projet, les niveaux sonores sont inférieurs à 65 dB(A).

ZAC Amphithéâtre

- Entre 65 et 70 dB(A) sur la Rue Lothaire, la RD913, l'Avenue Louis le Débonnaire, la Rue de Sente à My, la Rue Gabriel Pierné et la Rue de Belchamps ;
- Inférieurs à 65 dB(A) sur les autres axes.
- À l'intérieur du périmètre du projet, les niveaux de bruit sont inférieurs à 65 dB(A).

Sur la période nocturne (22h-6h), les niveaux acoustiques sont :

ZAC Ranconval

- Compris entre 60 et 65 dB(A) sur quasiment tous les axes modélisés.
- À l'intérieur du périmètre du projet, les niveaux sonores sont inférieurs à 60 dB(A).

ZAC Amphithéâtre

- Entre 60 et 65 dB(A) au niveau de la Rue Lothaire ;
- Inférieurs à 60 dB(A) sur les autres axes.
- À l'intérieur du périmètre du projet, les niveaux de bruit sont inférieurs à 60 dB(A).

D'après les cartes de l'ambiance sonore, les nouveaux bâtiments situés aux abords de l'Avenue Louis le Débonnaire et de la Rue Henry de Ranconval se trouvent en zone d'ambiance sonore modérée de nuit. Les autres bâtiments du projet se trouvent en zone d'ambiance modérée.

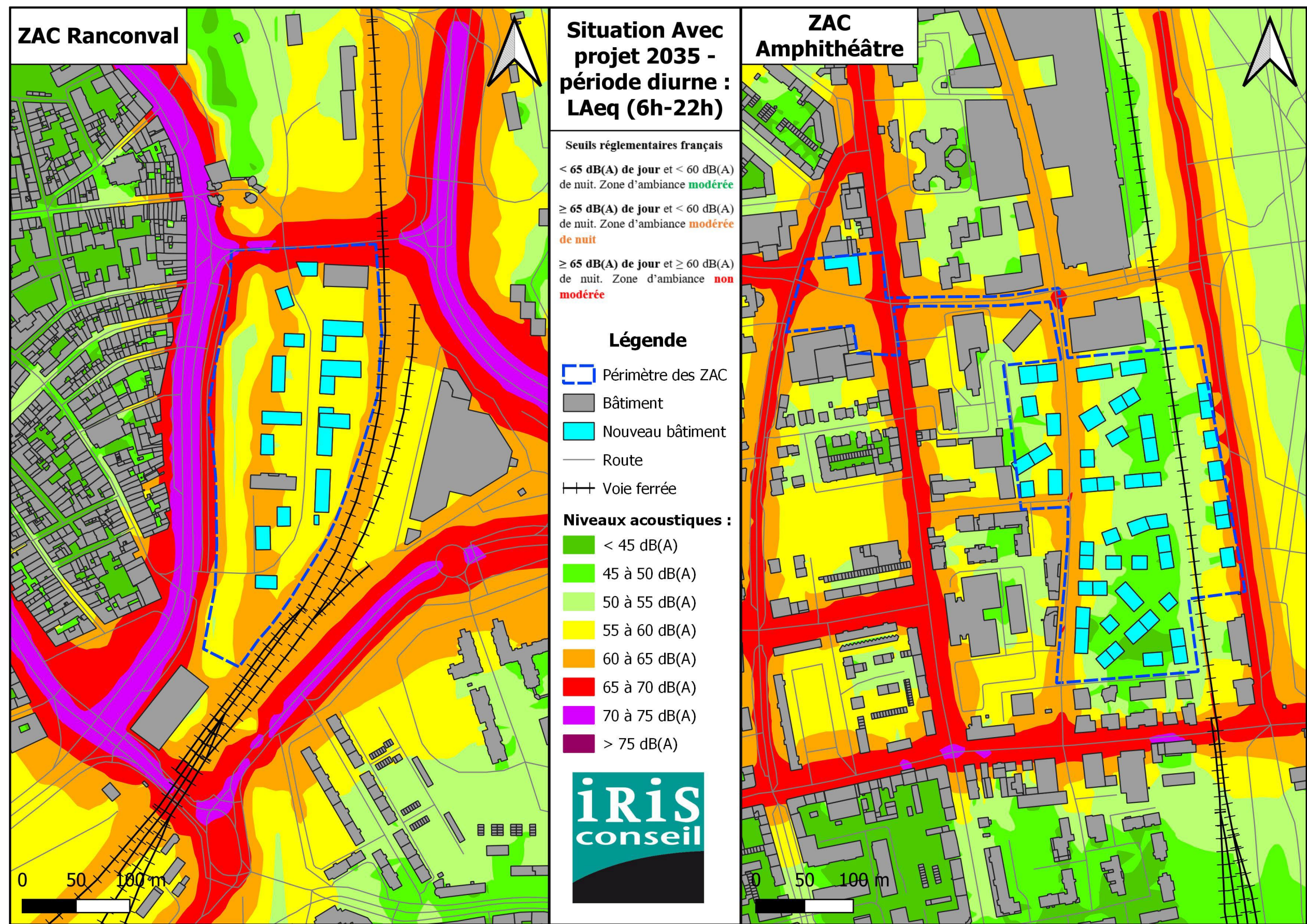


Figure 15 : Carte de bruit de la situation Avec projet 2035 sur la période diurne – Source : IRIS Conseil

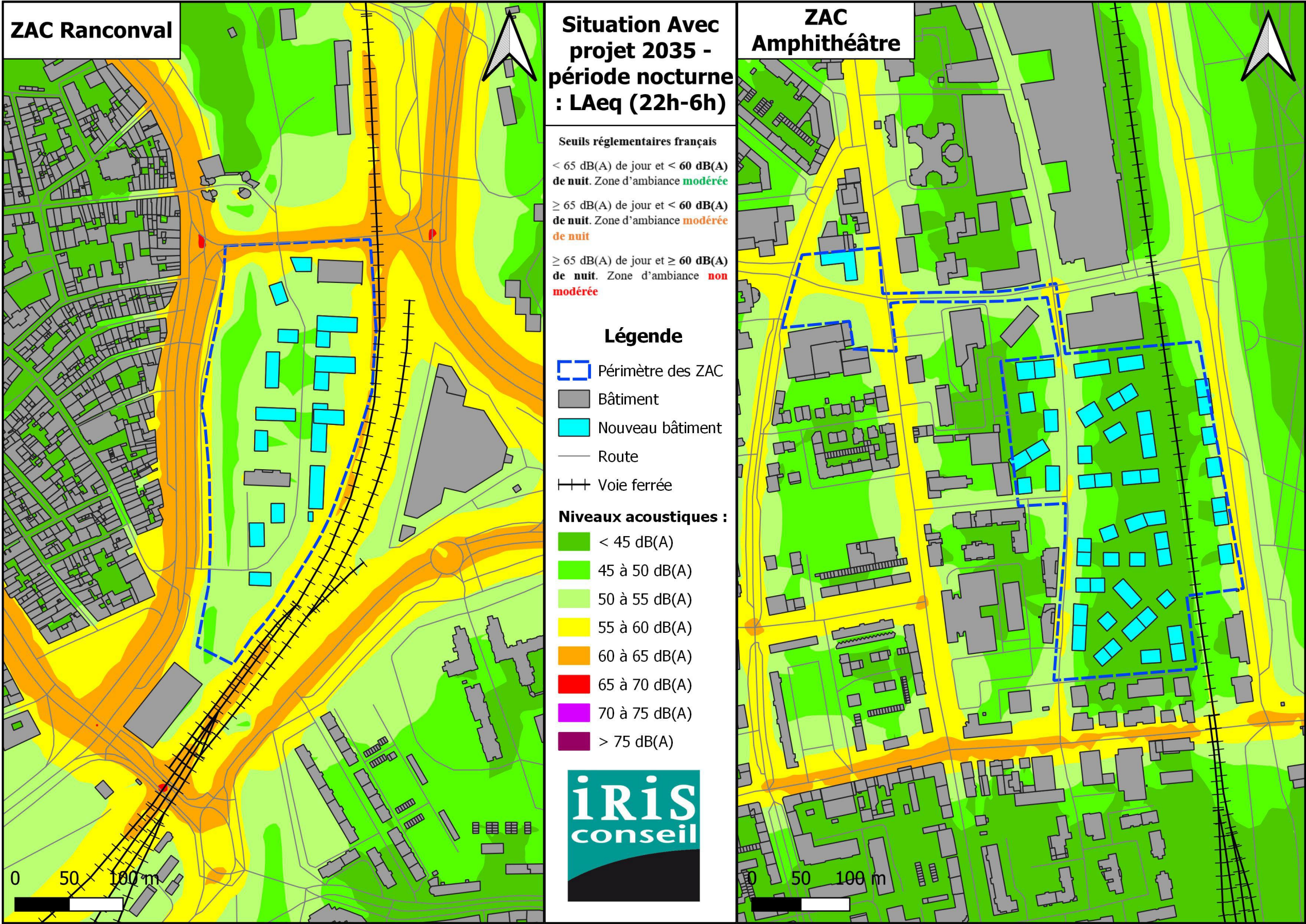


Figure 16 : Carte de bruit de la situation Avec projet 2035 sur la période nocturne – Source : IRIS Conseil

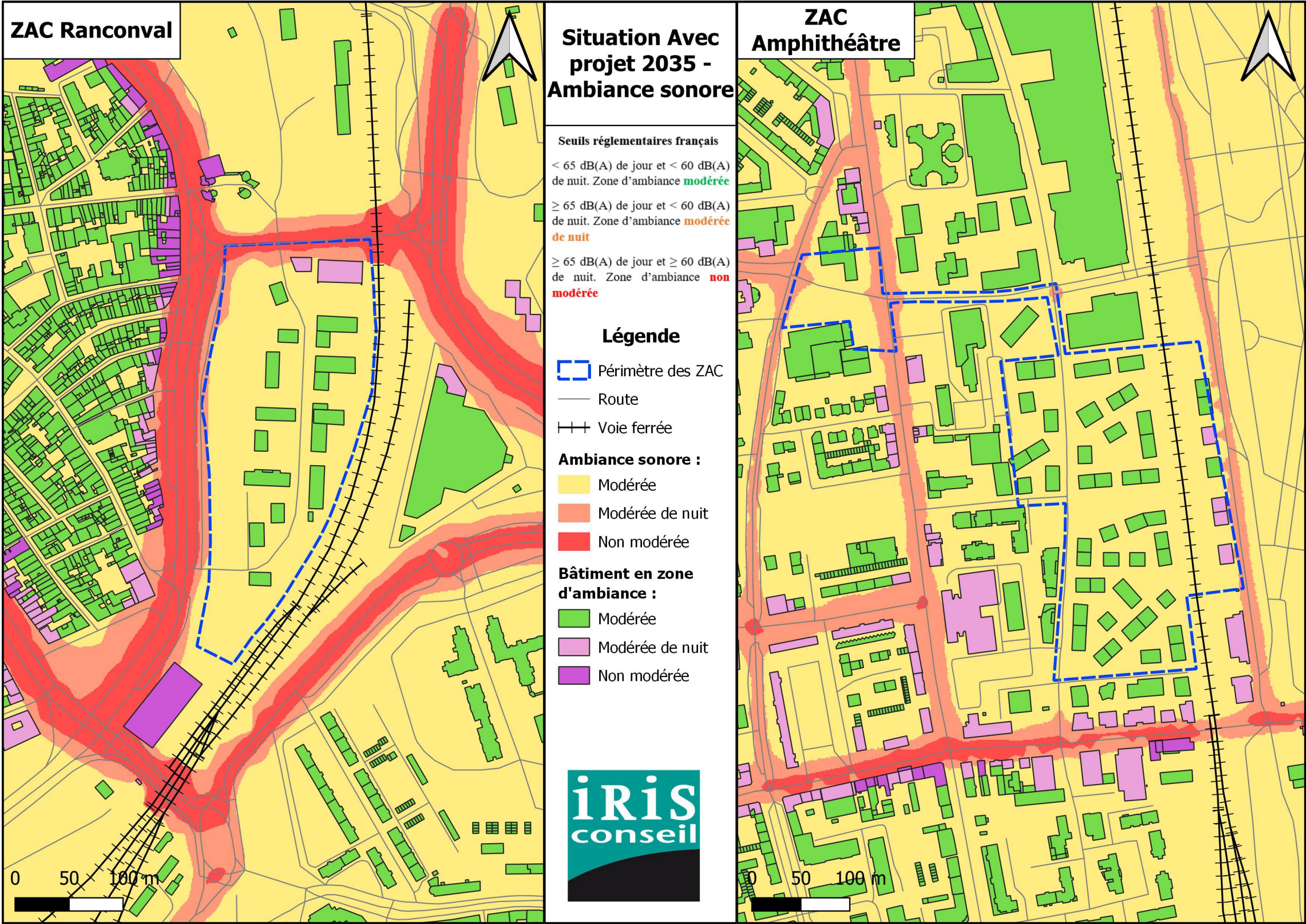


Figure 17 : Ambiance sonore de la situation Avec projet 2035 – Source : IRIS Conseil

10.3.3 Comparaison entre les scénarios Sans et Avec projet en 2035

La comparaison entre les scénarios Avec et Sans projet 2035 met en évidence une augmentation des niveaux de bruit (supérieure à 3 dB(A)) au niveau de la Rue Jacques Chirac.

Nous observons également une baisse des niveaux sonores en façades arrières des nouveaux bâtiments. L'implantation de ces bâtiments permet de limiter la propagation du bruit vers le reste des secteurs du projet et de réduire les niveaux de bruit.



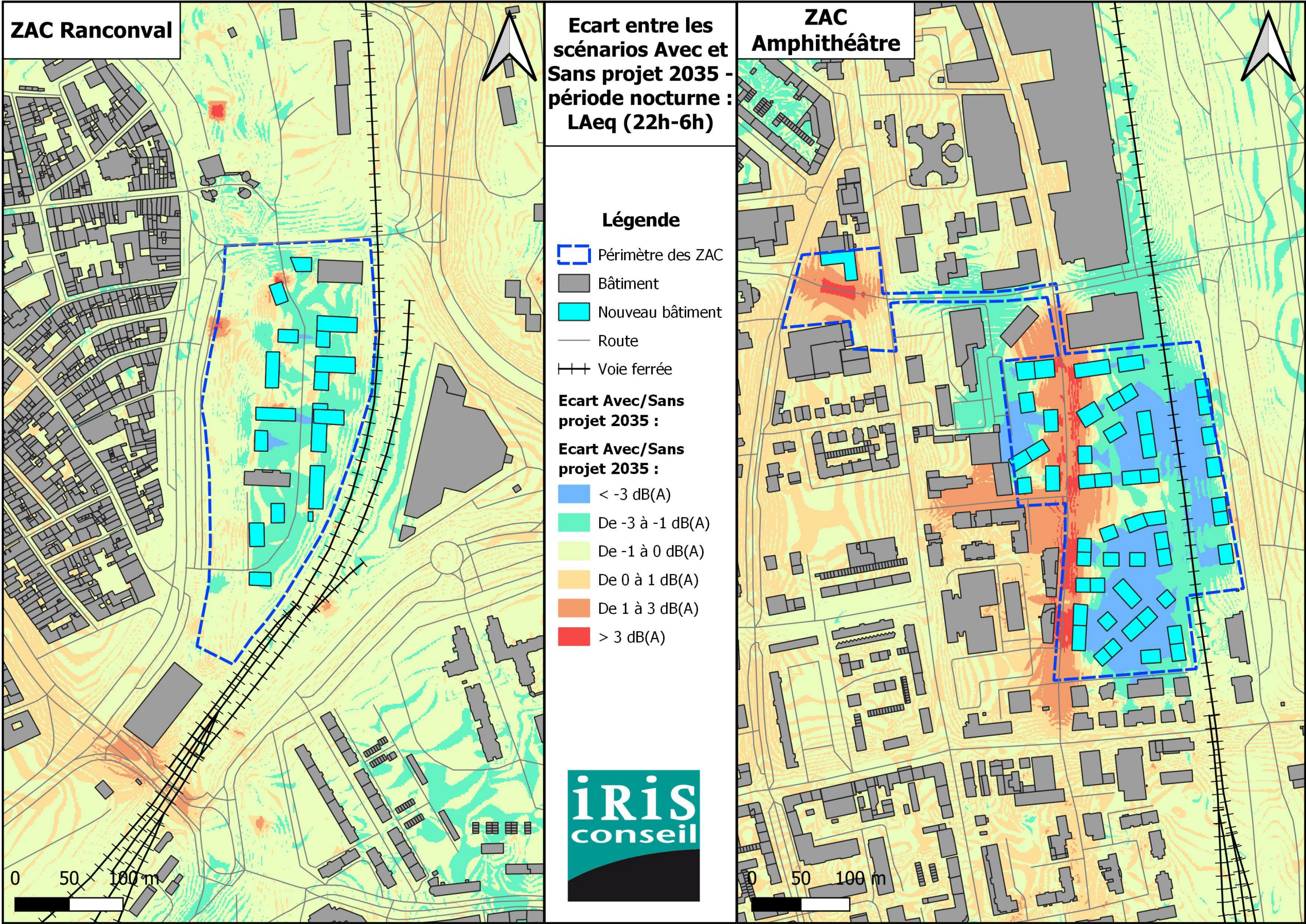


Figure 19 : Écart des niveaux acoustiques entre les scénarios Avec et Sans projet 2035 sur la période nocturne – Source : IRIS Conseil

11 ISOLATIONS ACOUSTIQUES DES CONSTRUCTIONS NEUVES

Le but de ce chapitre est de définir l'isolation acoustique à mettre en œuvre en façade des bâtiments du projet afin de respecter un niveau de bruit à l'intérieur des locaux compatible avec l'usage et de ne pas créer des situations problématiques pour les nouveaux résidents et usagers.

En milieu urbain, il est courant d'avoir recours à l'isolation acoustique des façades, afin que les usagers ne subissent pas les nuisances environnantes à l'intérieur de leurs locaux.

Les objectifs acoustiques à atteindre pour les logements, bureaux, hôtels et établissements d'enseignement sont :

- Le non-dépassement en période diurne de la valeur de 35 dB(A) à l'intérieur des locaux par le bruit provenant de l'extérieur ;
- Le non-dépassement en période nocturne de la valeur de 30 dB(A) à l'intérieur des locaux par le bruit provenant de l'extérieur.

La réduction de la transmission des bruits extérieurs vers l'intérieur des locaux est liée à l'isolation acoustique de la façade : plus l'isolement acoustique de la façade est élevé et moins la façade transmettra le bruit extérieur à l'intérieur du bâtiment.

Le Code de la Construction impose un isolement minimum de 30 dB(A) qu'il faut augmenter en fonction de niveaux d'exposition de la façade. Par exemple pour une façade exposée à 70 dB(A) et sachant que le niveau résiduel à l'intérieur ne doit pas dépasser 35 dB(A), il faut un isolement acoustique de 35 dB(A).

Isolement acoustique = niveau de bruit en façade – niveau de bruit résiduel à ne pas dépasser.

Les cartes ci-dessous présentent les résultats des niveaux acoustiques en façades des nouveaux bâtiments et fournissent l'isolement acoustique à mettre en œuvre pour respecter les niveaux de bruit résiduel à ne pas dépasser à l'intérieur.

Nous observons les bâtiments confrontés à des niveaux sonores supérieurs à 65 dB(A) sur la période diurne aux bords de l'Avenue Louis le Débonnaire et de la Rue Henry de Ranconval. Sur la période nocturne, toutes les façades des nouveaux bâtiments du projet sont exposées à des niveaux acoustiques inférieurs à 60 dB(A).

Ainsi, les façades orientées vers la Rue Henry de Ranconval et l'Avenue Louis le Débonnaire nécessitent une isolation plus performante que celle prévue par le Code de la Construction.

Pour les autres bâtiments, l'isolation standard est suffisante pour atteindre l'objectif réglementaire à ne pas dépasser à l'intérieur des locaux.

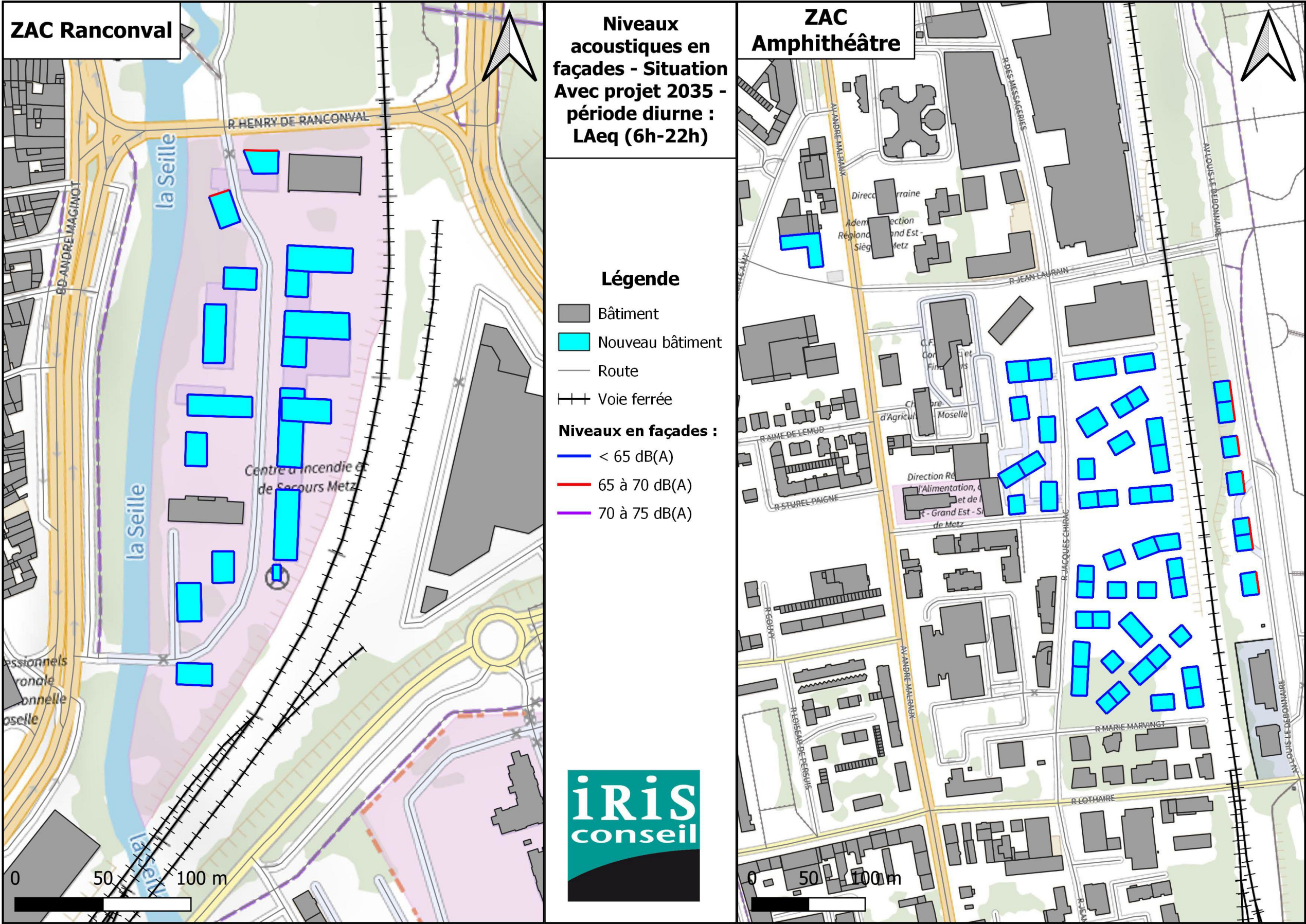


Figure 20 : Niveaux acoustiques en façades des nouveaux bâtiment sur la période diurne du scénario Avec projet 2035 – Source : IRIS Conseil

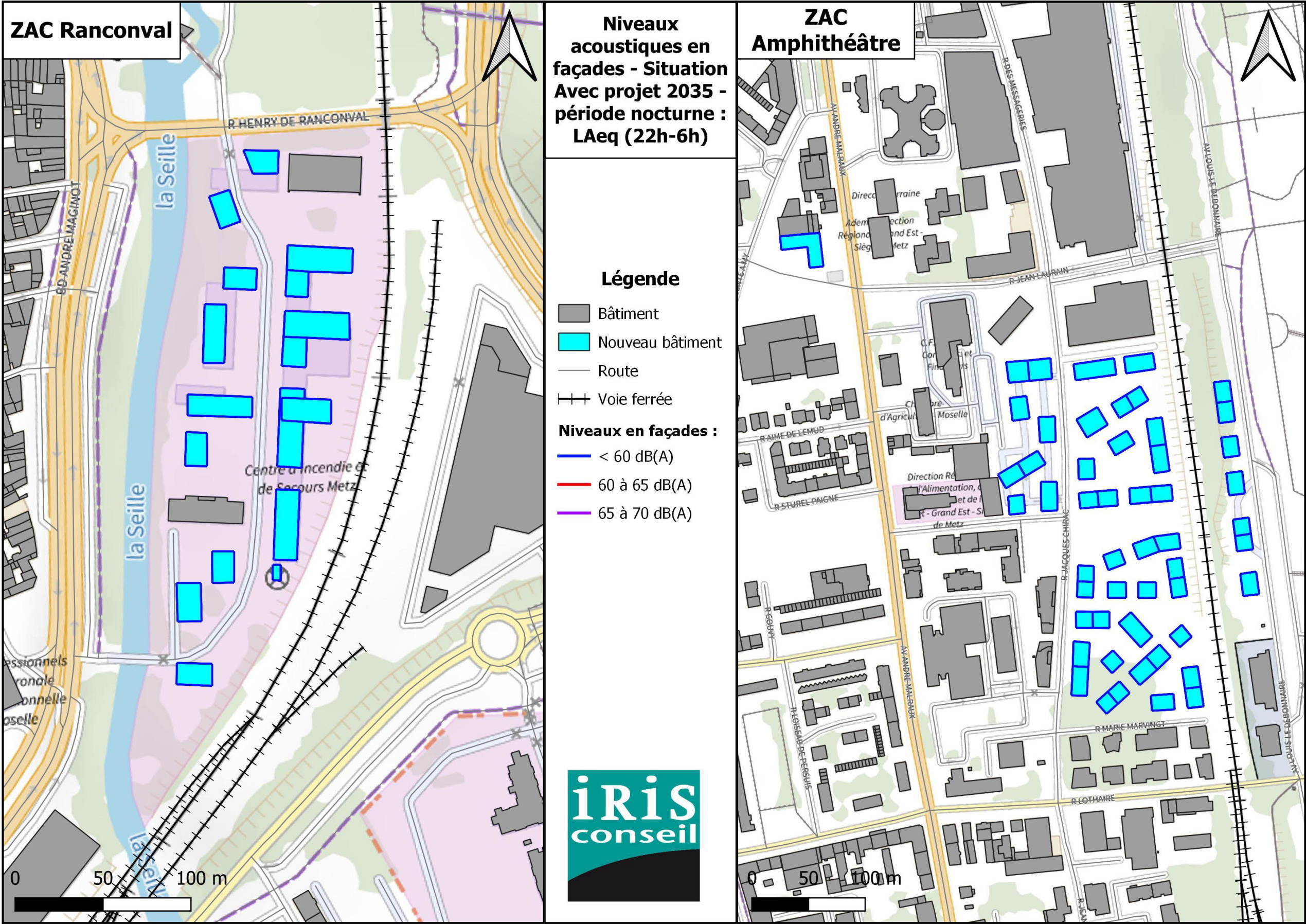


Figure 21 : Niveaux acoustiques en façades des nouveaux bâtiment sur la période nocturne du scénario Avec projet 2035 – Source : IRIS Conseil

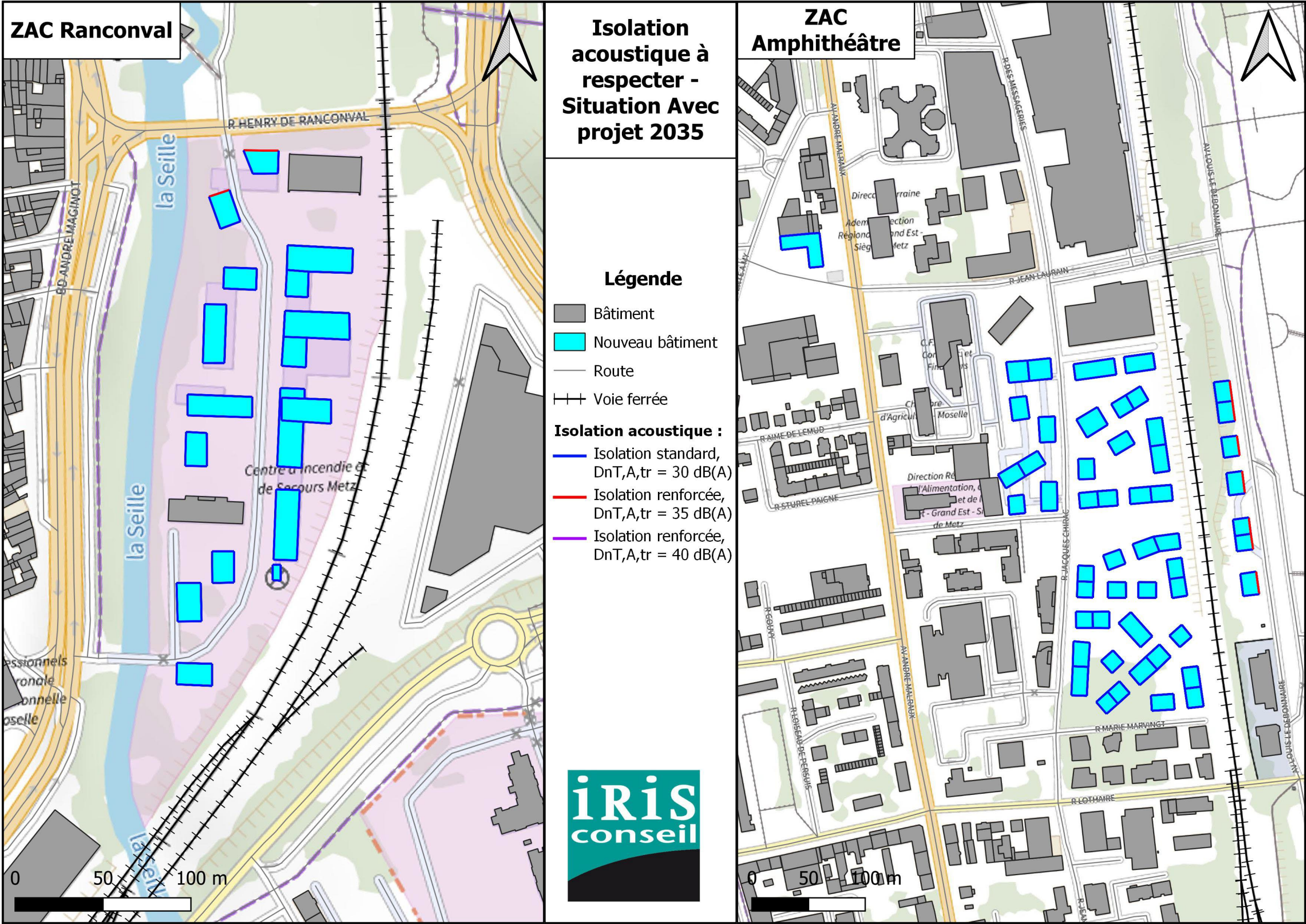


Figure 22 : Isolation acoustique à respecter en façades des nouveaux bâtiments – Source : IRIS Conseil

12 COMPARAISON DES RESULTATS DES MESURES AVEC LES RECOMMANDATIONS DE L’OMS

L’OMS s’appuie sur le corpus d’études épidémiologiques menées par diverses équipes de recherche pour évaluer les risques sanitaires du bruit et recommander des valeurs guides au-delà desquelles l’exposition répétée représente un risque pour la santé. Ces valeurs guides sont mises à jour régulièrement en fonction de l’avancée des connaissances.

En ce qui concerne l’exposition moyenne au bruit dû au trafic routier, le groupe chargé de l’élaboration des lignes directrices recommande fortement de réduire les niveaux sonores produits par le trafic routier à moins de **53 décibels (dB) Lden**, car un niveau sonore supérieur à cette valeur est associé à des effets néfastes sur la santé.

En ce qui concerne l’exposition au bruit nocturne, le groupe chargé de l’élaboration des lignes directrices recommande fortement de réduire les niveaux sonores produits par le trafic nocturne à moins de **45 dB Lnight**, car un niveau sonore nocturne supérieur à cette valeur est associé à des effets néfastes sur le sommeil.

Les recommandations de l’OMS sont synthétisées ci-dessous.

Effets sanitaires	Valeurs guides relatives aux effets sanitaires	Références
Santé en général	Lden, bruit routier = 53 dB(A) en extérieur (bruit incident)	OMS 2018
Perturbations du sommeil	Lnight, bruit routier = 45 dB(A) en extérieur (bruit incident)	OMS 2018

Tableau 16 : Recommandations de l’OMS – Source : OMS

Les seuils de l’OMS sont plus contraignants que les seuils réglementaires français et européens.

Le tableau suivant présente les résultats des mesures acoustiques réalisées sur les sites du projet.

Point de mesure	Niveaux de bruit mesurés en dB(A)		Recommandations OMS
	Lden	Lnight	
PF3	54,5	42,5	Dépassées
PF5	64,5	55,0	Dépassées
PF8	59,5	50,5	Dépassées
PF9	64,0	54,5	Dépassées
PF10	61,5	54,5	Dépassées

Tableau 17 : Comparaison entre les résultats des mesures et les recommandations de l’OMS – Source : IRIS Conseil

D’une manière générale, l’ensemble des points de mesures 24h indiquent que les recommandations de l’OMS sont dépassées.

Les cartes suivantes présentent les zones de dépassement des recommandations de l’OMS des scénarios Actuel 2023, Sans et Avec projet 2035.

D’après les cartes, nous observons que les valeurs de l’OMS sont dépassées sur la quasi-totalité du périmètre de la ZAC Ranconval pour tous les scénarios étudiés.

Pour la ZAC Amphithéâtre, l’implantation des nouveaux bâtiments permet de mieux respecter ces seuils dans la zone du projet. Les secteurs éloignés des sources routières et les arrière-cours des bâtiments respectent les recommandations de l’OMS.

En zone urbanisée, l’atteinte de telles valeurs impliquerait une réduction du trafic routier correspondant à un report modal massif de la voiture individuelle vers les transports collectifs. Seule l’action des pouvoirs publics permettrait une modification aussi substantielle.

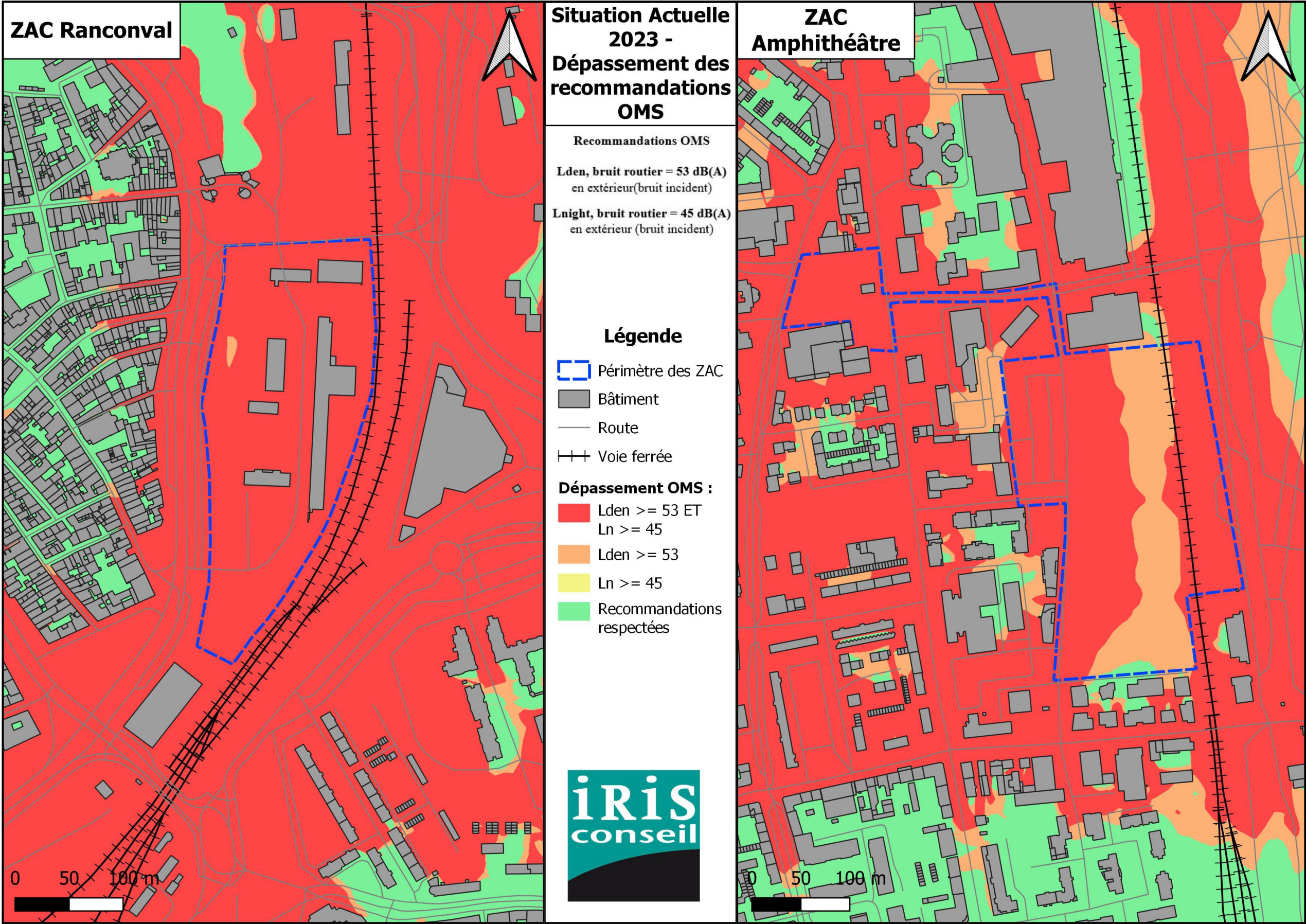


Figure 23 : Dépassement des recommandations OMS de la situation Actuelle 2023 – Source : IRIS Conseil

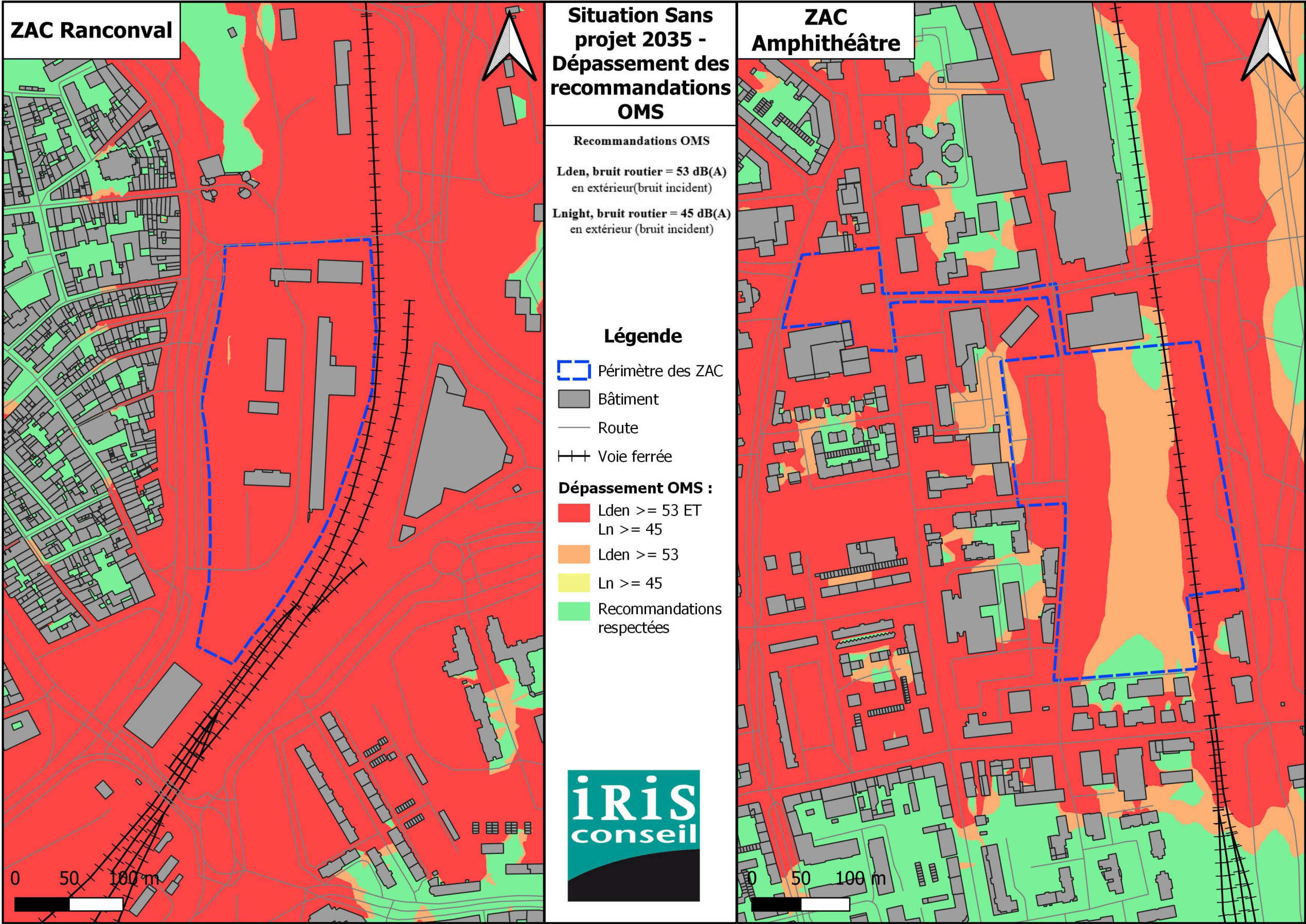


Figure 24 : Dépassement des recommandations OMS de la situation Sans projet 2035 – Source : IRIS Conseil

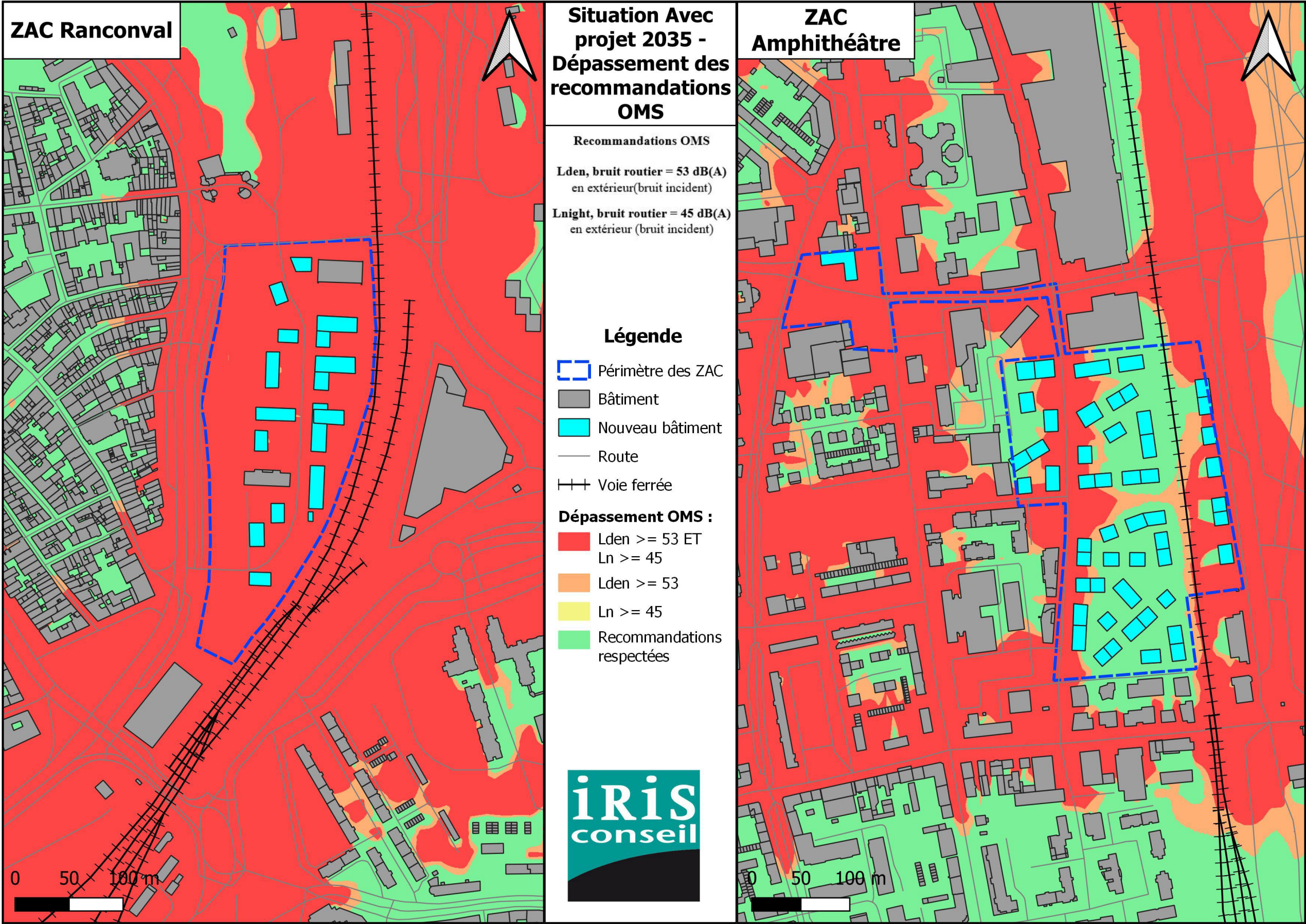


Figure 25 : Dépassement des recommandations OMS de la situation Avec projet 2035 – Source : IRIS Conseil

13 CONCLUSION

Dans le cadre du projet d'aménagement de la ZAC Amphithéâtre et du quartier Ranconval, une campagne de mesures acoustiques a été effectuée du 13 au 14 novembre 2023 pour évaluer les niveaux sonores actuels.

Le dispositif acoustique comprend cinq mesures de 24h et cinq mesures d'une heure.

D'après les résultats des mesures de bruit, **tous les points de mesures situés dans la ZAC Ranconval se trouvent en zone d'ambiance sonore modérée.**

Pour la ZAC Amphithéâtre, l'ensemble des points de mesures sont situés en zone d'ambiance modérée ou modérée de nuit, seule le point Pr2 au bord de la Rue Lothaire est situé en zone d'ambiance sonore non modérée.

Pour caractériser l'ambiance sonore sur les deux sites du projet, une modélisations acoustique est réalisée :

Les résultats de modélisation indiquent que les deux secteurs du projet Ranconval et Amphithéâtre se trouvent en zone d'ambiance **sonore modérée à modérée de nuit.**

Ensuite, les modélisations acoustiques des situations prévisionnelles Sans et Avec projet à l'horizon 2035 sont réalisées.

Les niveaux de bruit en situation future Sans projet 2035 sont similaires à ceux du scénario actuel. **Les périmètres du projet sont situés en zone d'ambiance sonore modérée à modérée de nuit, à l'exception de la partie donnant sur la Rue Henry de Ranconval où l'ambiance sonore est non modérée.**

La réalisation du projet entraîne une augmentation des niveaux sonores sur la Rue Jacques Chirac, dont la propagation du bruit vers le reste de la zone est limitée par les nouveaux bâtiments du projet. L'implantation de ces bâtiments (orientation et position à l'intérieur des périmètres de ZAC) permet de préserver les cours intérieures des nuisances sonores engendrées par le trafic. En effet, les bâtiments implantés le long des axes de trafic font écran au reste des bâtiments des ZAC.

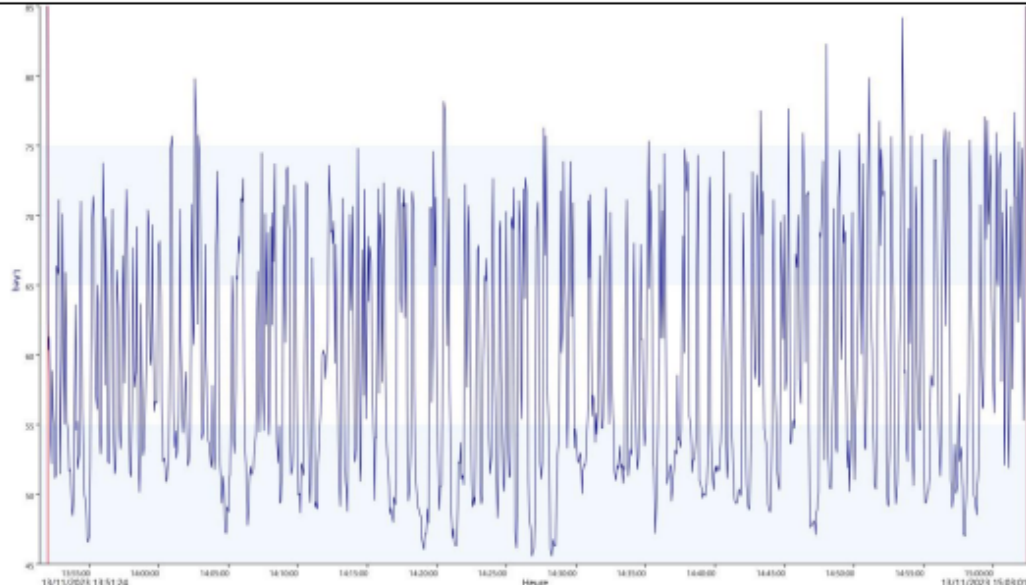
Concernant l'isolation acoustique à respecter, les niveaux de bruit supérieurs à 65 dB(A) de jour sont observés sur les bâtiments neufs situés aux bords de l'Avenue Louis le Débonnaire et de la Rue Henry de Ranconval.

Les façades orientées vers ces axes doivent donc réglementairement être renforcées avec des vitrages plus performants que ceux prévus de manière standard par le Code de la Construction pour ne pas engendrer de situations problématiques pour les nouveaux passagers du bâtiment. Les autres bâtiments du projet ne nécessitent pas d'isolation renforcée.

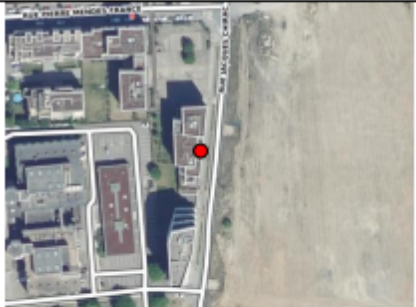
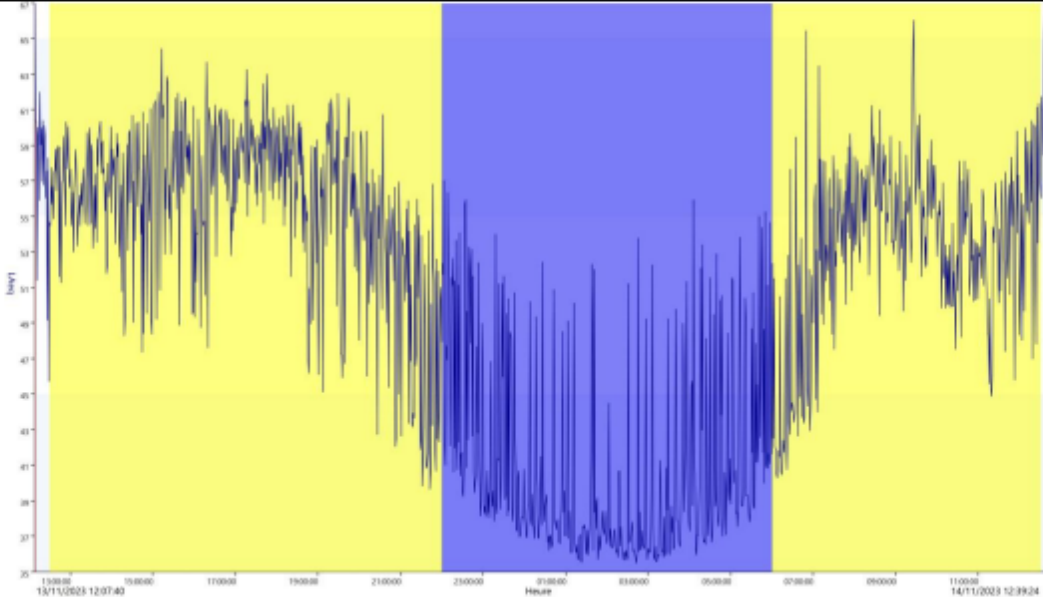
La comparaison des niveaux acoustiques avec les recommandations de l'OMS met en évidence **les dépassements sur la quasi-totalité du secteur de la ZAC Ranconval. Par contre, les seuils de l'OMS sont respectés aux arrière-cours des nouveaux bâtiments dans la ZAC Amphithéâtre.**

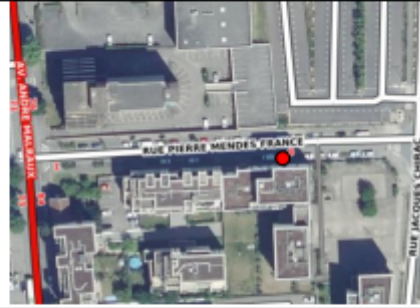
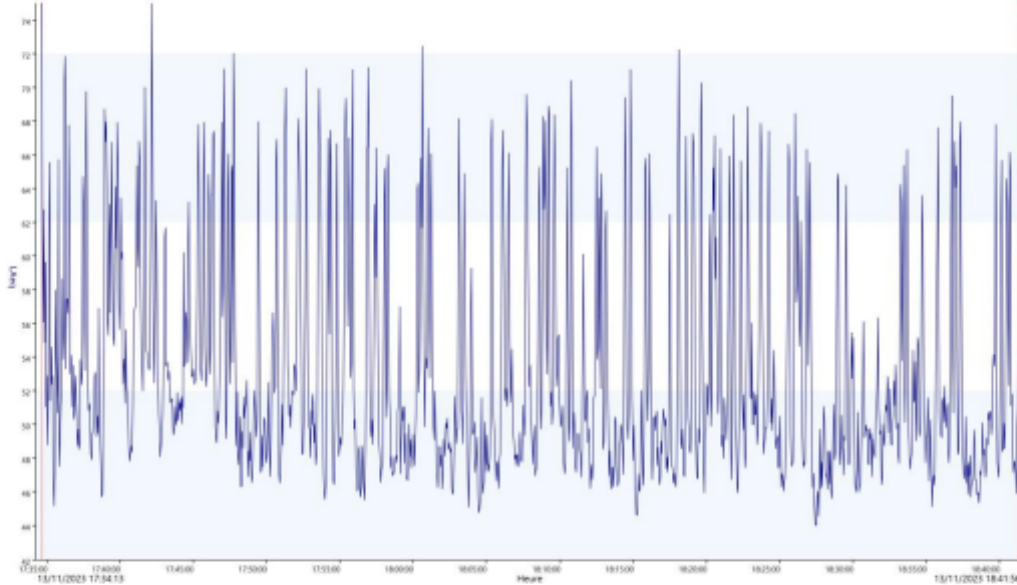
14 ANNEXE

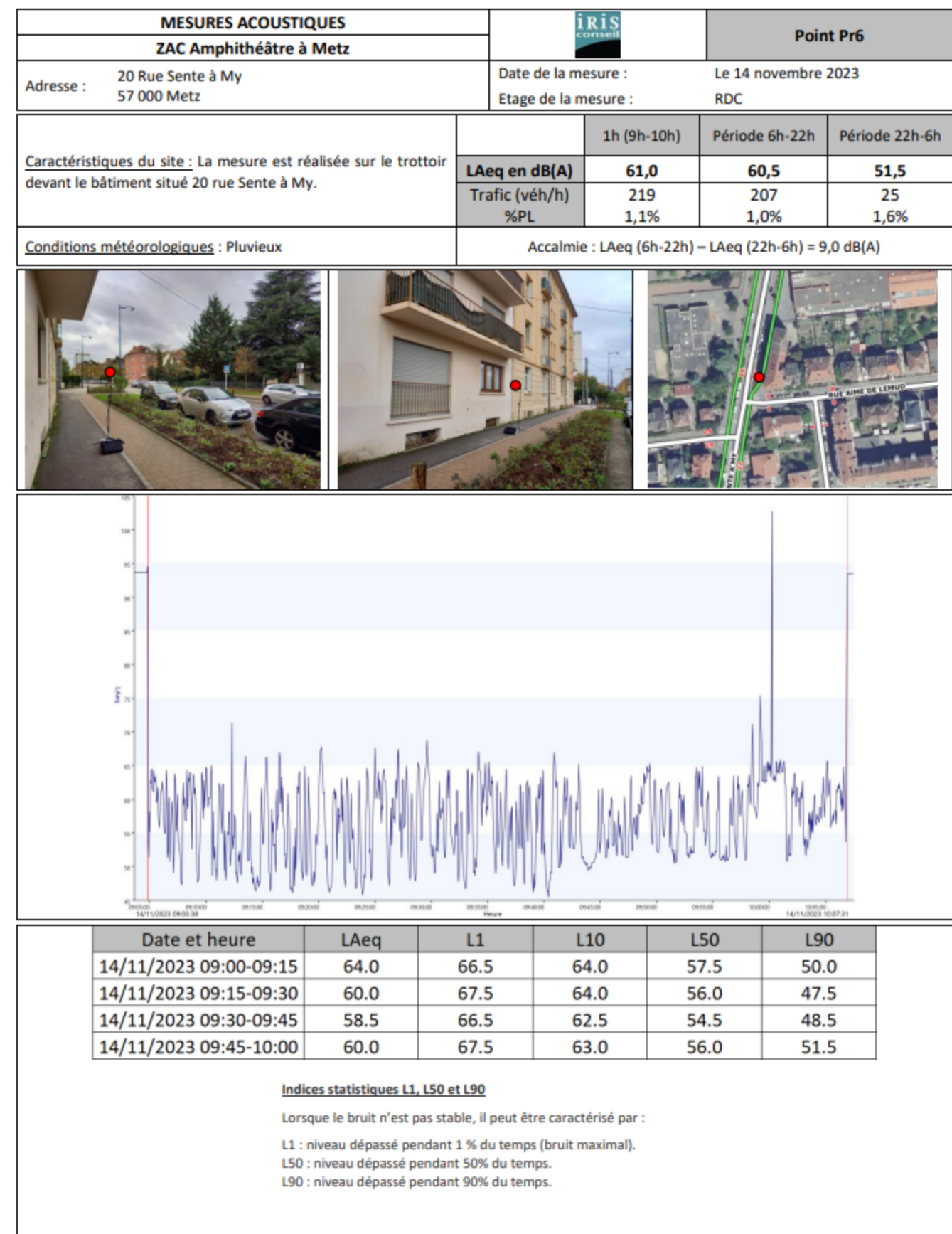
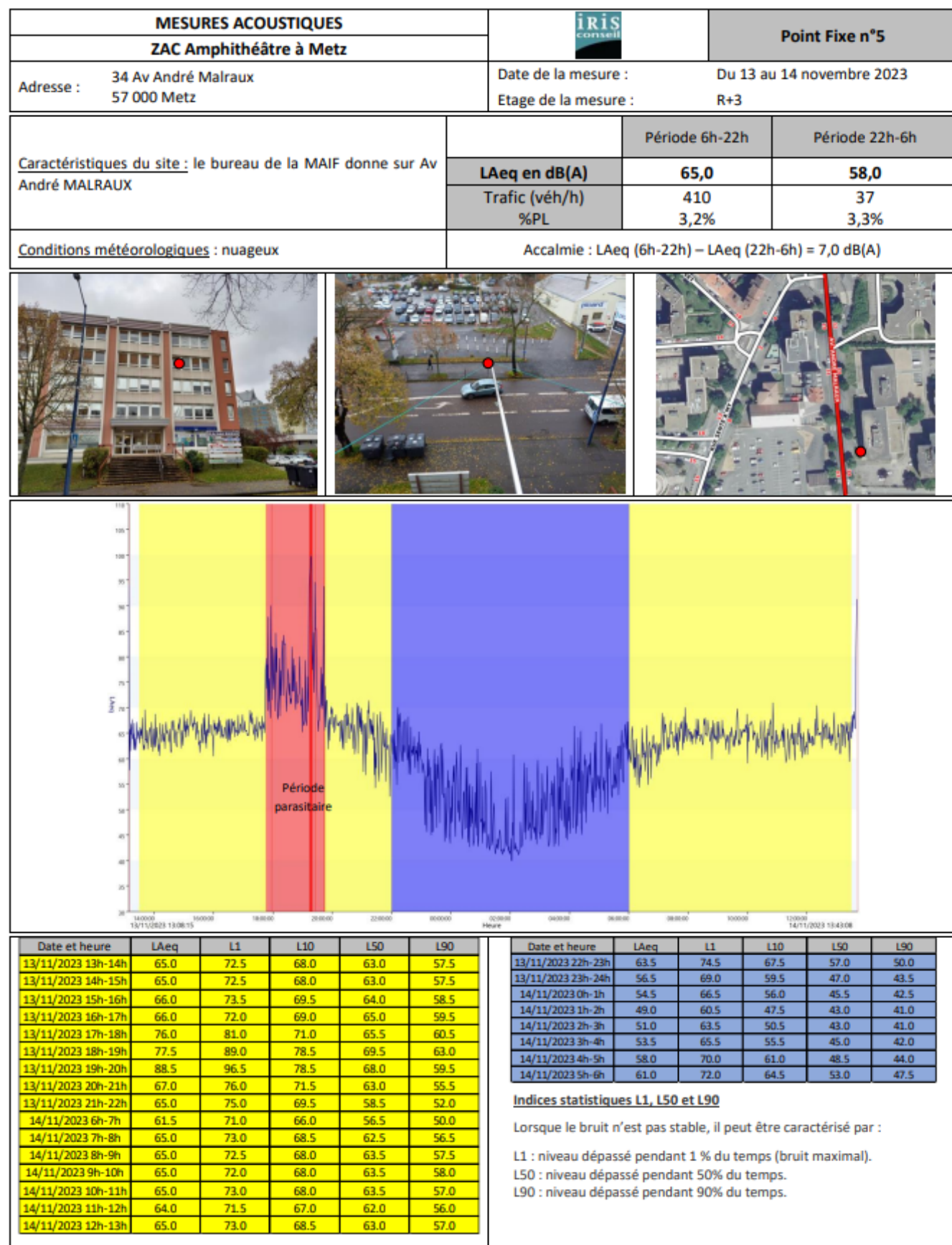
14.1 Fiche de mesure

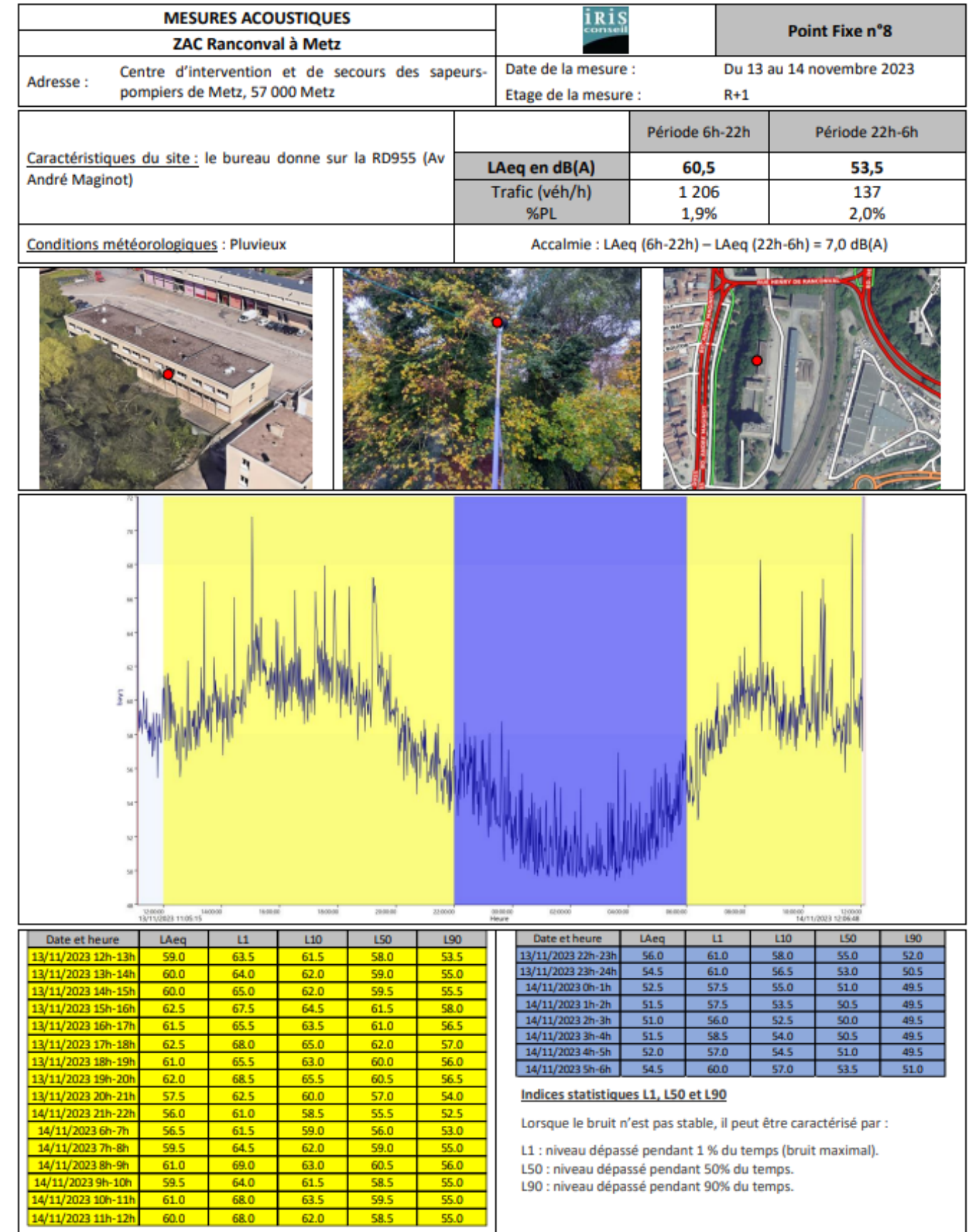
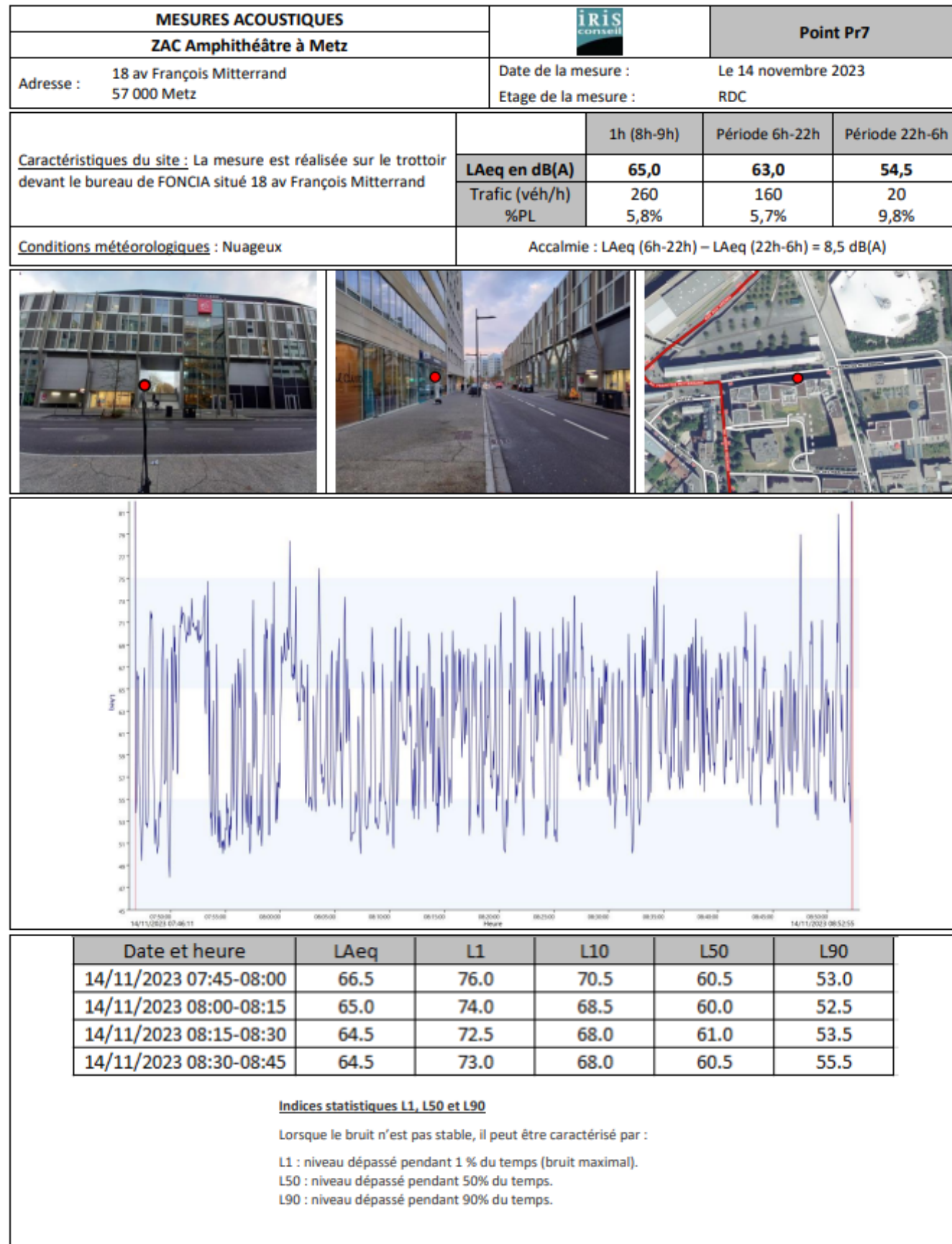
MESURES ACOUSTIQUES				Point Pr1		
ZAC Amphithéâtre à Metz						
Adresse : Avenue Louis le Débonnaire 57000 Metz		Date de la mesure : Etag de la mesure :		Le 13 novembre 2023 Champ libre		
<u>Caractéristiques du site</u> : La mesure est réalisée en bordure de chaussée (avenue Louis Débonnaire)		1h (14h-15h)	Période 6h-22h	Période 22h-6h		
	LAeq en dB(A)	67,0	67,0	56,0		
	Trafic (véh/h)	213	222	17		
	%PL	1,9%	1,9%	2,0%		
<u>Conditions météorologiques</u> : pluvieux		Accalmie : LAeq (6h-22h) – LAeq (22h-6h) = 11,0 dB(A)				
						
						
Date et heure		LAeq	L1	L10	L50	L90
13/11/2023 14:00-14:15		66.0	77.0	70.5	56.0	50.0
13/11/2023 14:15-14:30		66.0	76.5	70.5	55.0	47.0
13/11/2023 14:30-14:45		65.0	76.5	69.0	54.0	50.0
13/11/2023 14:45-15:00		69.5	80.5	73.5	58.0	49.5
<u>Indices statistiques L1, L50 et L90</u> Lorsque le bruit n'est pas stable, il peut être caractérisé par : L1 : niveau dépassé pendant 1 % du temps (bruit maximal). L50 : niveau dépassé pendant 50% du temps. L90 : niveau dépassé pendant 90% du temps.						

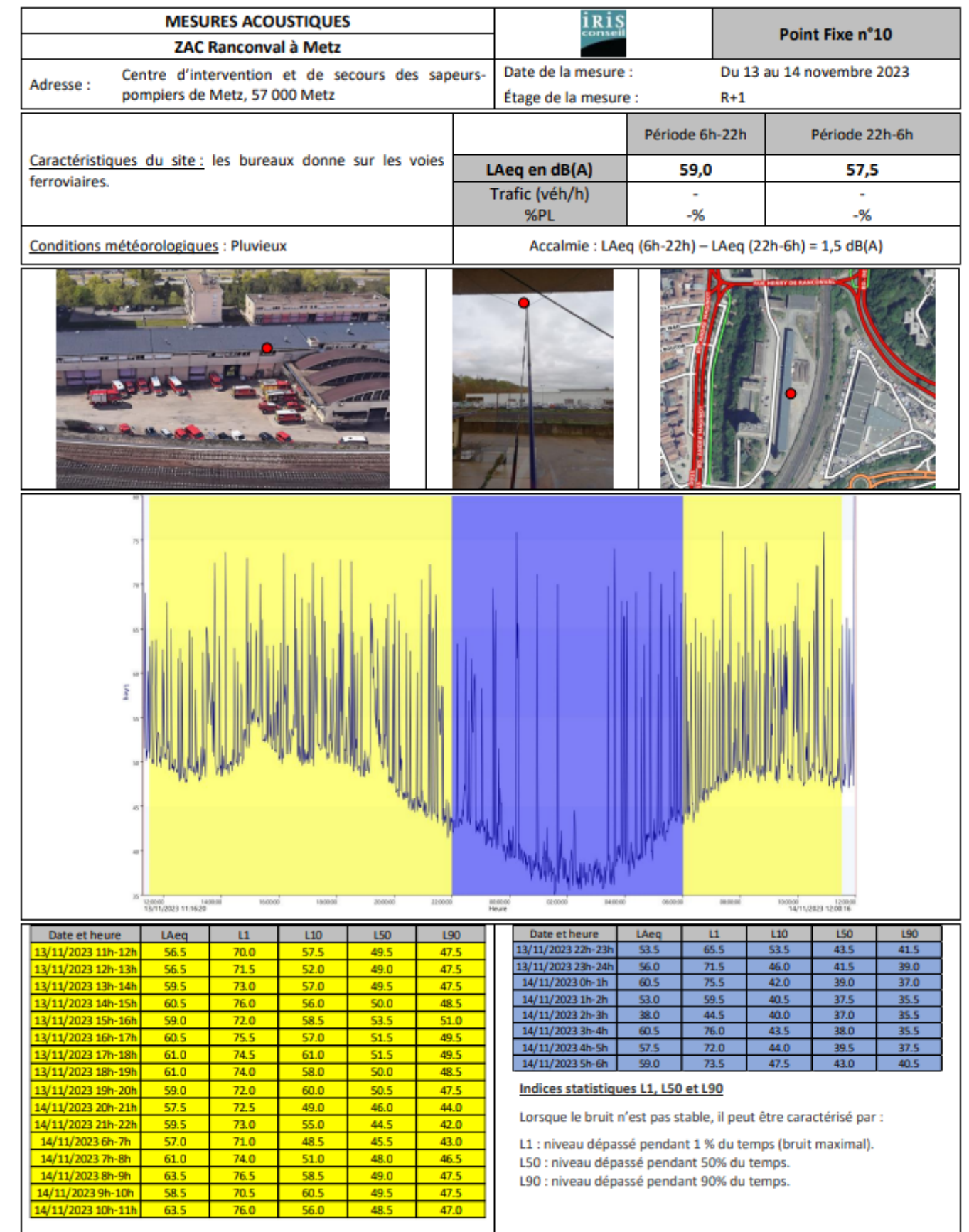
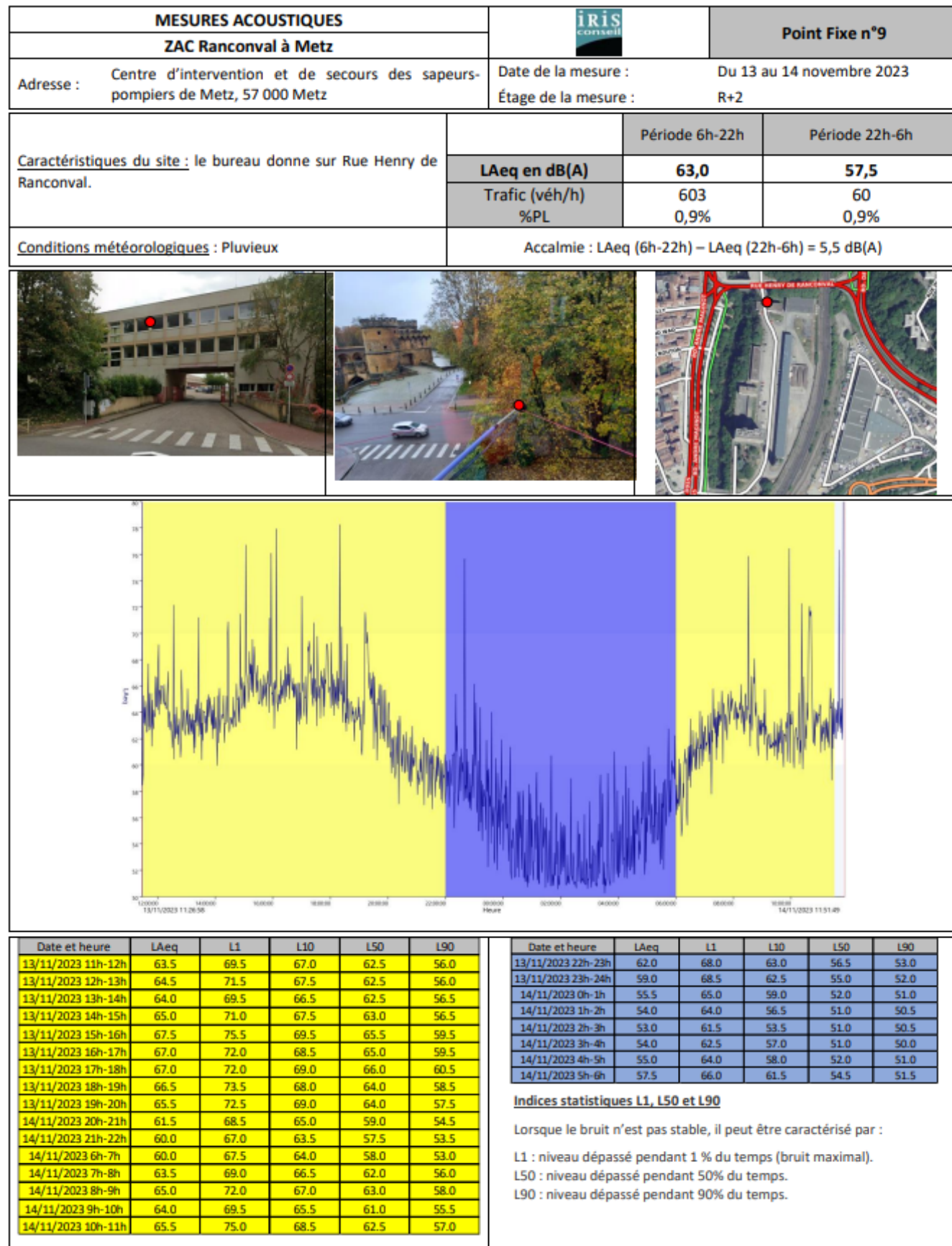
MESURES ACOUSTIQUES				Point Pr2	
ZAC Amphithéâtre à Metz					
Adresse : Rue Lothaire 57 000 Metz		Date de la mesure : Le 13 novembre 2023 Etag de la mesure : RDC			
<u>Caractéristiques du site</u> : La mesure est réalisée en bordure de chaussée (Rue Lothaire)		1h (16h-17h)	Période 6h-22h	Période 22h-6h	
	LAeq en dB(A)	72,0	70,5	60,0	
	Trafic (véh/h)	956	711	63	
	%PL	0,5%	0,6%	0,6%	
<u>Conditions météorologiques</u> : nuageux		Accalmie : LAeq (6h-22h) – LAeq (22h-6h) = 10,5 dB(A)			
					
					
Date et heure	LAeq	L1	L10	L50	L90
13/11/2023 16:00-16:15	71.0	78.0	75.0	69.0	59.0
13/11/2023 16:15-16:30	71.5	79.5	75.5	70.0	59.5
13/11/2023 16:30-16:45	72.5	78.5	76.0	71.0	61.0
13/11/2023 16:45-17:00	72.0	78.0	75.5	70.5	59.5
<u>Indices statistiques L1, L50 et L90</u> Lorsque le bruit n'est pas stable, il peut être caractérisé par : L1 : niveau dépassé pendant 1 % du temps (bruit maximal). L50 : niveau dépassé pendant 50% du temps. L90 : niveau dépassé pendant 90% du temps.					

MESURES ACOUSTIQUES				Point Fixe n°3																																																																																																																																																																			
ZAC Amphithéâtre à Metz																																																																																																																																																																							
Adresse : 55 Rue Jacques Chirac 57 000 Metz		Date de la mesure : Du 13 au 14 novembre 2023		Etage de la mesure : R+4																																																																																																																																																																			
Caractéristiques du site : l'appartement donne sur Rue Jacques Chirac			Période 6h-22h	Période 22h-6h																																																																																																																																																																			
	LAeq en dB(A)		57,0	45,5																																																																																																																																																																			
	Trafic (véh/h) %PL		90 0,5%	3 0,5%																																																																																																																																																																			
Conditions météorologiques : nuageux		Accalmie : LAeq (6h-22h) – LAeq (22h-6h) = 11,5 dB(A)																																																																																																																																																																					
																																																																																																																																																																							
																																																																																																																																																																							
<table><tr><th>Date et heure</th><th>LAeq</th><th>L1</th><th>L10</th><th>L50</th><th>L90</th></tr><tr><td>13/11/2023 12h-13h</td><td>57.5</td><td>66.5</td><td>62.0</td><td>51.5</td><td>47.0</td></tr><tr><td>13/11/2023 13h-14h</td><td>57.0</td><td>65.5</td><td>61.5</td><td>53.5</td><td>50.5</td></tr><tr><td>13/11/2023 14h-15h</td><td>57.0</td><td>67.0</td><td>61.5</td><td>51.0</td><td>47.5</td></tr><tr><td>13/11/2023 15h-16h</td><td>59.0</td><td>68.5</td><td>63.5</td><td>52.5</td><td>48.0</td></tr><tr><td>13/11/2023 16h-17h</td><td>58.5</td><td>67.5</td><td>63.0</td><td>51.5</td><td>47.5</td></tr><tr><td>13/11/2023 17h-18h</td><td>59.5</td><td>68.0</td><td>64.0</td><td>54.0</td><td>48.0</td></tr><tr><td>13/11/2023 18h-19h</td><td>58.0</td><td>67.0</td><td>62.5</td><td>52.0</td><td>47.0</td></tr><tr><td>13/11/2023 19h-20h</td><td>57.5</td><td>67.5</td><td>62.0</td><td>50.5</td><td>45.0</td></tr><tr><td>13/11/2023 20h-21h</td><td>55.0</td><td>66.0</td><td>59.0</td><td>46.5</td><td>42.0</td></tr><tr><td>14/11/2023 21h-22h</td><td>51.0</td><td>63.0</td><td>53.0</td><td>43.0</td><td>39.0</td></tr><tr><td>14/11/2023 6h-7h</td><td>51.5</td><td>65.0</td><td>49.0</td><td>43.0</td><td>40.0</td></tr><tr><td>14/11/2023 7h-8h</td><td>55.5</td><td>65.0</td><td>60.0</td><td>48.5</td><td>45.0</td></tr><tr><td>14/11/2023 8h-9h</td><td>56.5</td><td>65.5</td><td>61.0</td><td>52.0</td><td>47.0</td></tr><tr><td>14/11/2023 9h-10h</td><td>57.5</td><td>66.5</td><td>61.0</td><td>54.0</td><td>47.5</td></tr><tr><td>14/11/2023 10h-11h</td><td>54.0</td><td>63.0</td><td>57.0</td><td>50.5</td><td>47.5</td></tr><tr><td>14/11/2023 11h-12h</td><td>54.0</td><td>64.0</td><td>58.5</td><td>48.0</td><td>44.5</td></tr></table>						Date et heure	LAeq	L1	L10	L50	L90	13/11/2023 12h-13h	57.5	66.5	62.0	51.5	47.0	13/11/2023 13h-14h	57.0	65.5	61.5	53.5	50.5	13/11/2023 14h-15h	57.0	67.0	61.5	51.0	47.5	13/11/2023 15h-16h	59.0	68.5	63.5	52.5	48.0	13/11/2023 16h-17h	58.5	67.5	63.0	51.5	47.5	13/11/2023 17h-18h	59.5	68.0	64.0	54.0	48.0	13/11/2023 18h-19h	58.0	67.0	62.5	52.0	47.0	13/11/2023 19h-20h	57.5	67.5	62.0	50.5	45.0	13/11/2023 20h-21h	55.0	66.0	59.0	46.5	42.0	14/11/2023 21h-22h	51.0	63.0	53.0	43.0	39.0	14/11/2023 6h-7h	51.5	65.0	49.0	43.0	40.0	14/11/2023 7h-8h	55.5	65.0	60.0	48.5	45.0	14/11/2023 8h-9h	56.5	65.5	61.0	52.0	47.0	14/11/2023 9h-10h	57.5	66.5	61.0	54.0	47.5	14/11/2023 10h-11h	54.0	63.0	57.0	50.5	47.5	14/11/2023 11h-12h	54.0	64.0	58.5	48.0	44.5	<table><tr><th>Date et heure</th><th>LAeq</th><th>L1</th><th>L10</th><th>L50</th><th>L90</th></tr><tr><td>13/11/2023 22h-23h</td><td>50.0</td><td>62.5</td><td>51.0</td><td>41.0</td><td>38.5</td></tr><tr><td>13/11/2023 23h-24h</td><td>44.5</td><td>57.5</td><td>44.5</td><td>38.5</td><td>36.5</td></tr><tr><td>14/11/2023 0h-1h</td><td>42.0</td><td>52.0</td><td>41.5</td><td>37.0</td><td>36.0</td></tr><tr><td>14/11/2023 1h-2h</td><td>42.0</td><td>55.0</td><td>39.5</td><td>36.5</td><td>35.5</td></tr><tr><td>14/11/2023 2h-3h</td><td>41.0</td><td>49.5</td><td>38.0</td><td>36.0</td><td>35.5</td></tr><tr><td>14/11/2023 3h-4h</td><td>42.5</td><td>53.5</td><td>43.5</td><td>36.5</td><td>35.5</td></tr><tr><td>14/11/2023 4h-5h</td><td>45.5</td><td>59.5</td><td>44.5</td><td>38.0</td><td>36.5</td></tr><tr><td>14/11/2023 5h-6h</td><td>47.5</td><td>60.5</td><td>48.0</td><td>40.0</td><td>37.5</td></tr></table>						Date et heure	LAeq	L1	L10	L50	L90	13/11/2023 22h-23h	50.0	62.5	51.0	41.0	38.5	13/11/2023 23h-24h	44.5	57.5	44.5	38.5	36.5	14/11/2023 0h-1h	42.0	52.0	41.5	37.0	36.0	14/11/2023 1h-2h	42.0	55.0	39.5	36.5	35.5	14/11/2023 2h-3h	41.0	49.5	38.0	36.0	35.5	14/11/2023 3h-4h	42.5	53.5	43.5	36.5	35.5	14/11/2023 4h-5h	45.5	59.5	44.5	38.0	36.5	14/11/2023 5h-6h	47.5	60.5	48.0	40.0	37.5
Date et heure	LAeq	L1	L10	L50	L90																																																																																																																																																																		
13/11/2023 12h-13h	57.5	66.5	62.0	51.5	47.0																																																																																																																																																																		
13/11/2023 13h-14h	57.0	65.5	61.5	53.5	50.5																																																																																																																																																																		
13/11/2023 14h-15h	57.0	67.0	61.5	51.0	47.5																																																																																																																																																																		
13/11/2023 15h-16h	59.0	68.5	63.5	52.5	48.0																																																																																																																																																																		
13/11/2023 16h-17h	58.5	67.5	63.0	51.5	47.5																																																																																																																																																																		
13/11/2023 17h-18h	59.5	68.0	64.0	54.0	48.0																																																																																																																																																																		
13/11/2023 18h-19h	58.0	67.0	62.5	52.0	47.0																																																																																																																																																																		
13/11/2023 19h-20h	57.5	67.5	62.0	50.5	45.0																																																																																																																																																																		
13/11/2023 20h-21h	55.0	66.0	59.0	46.5	42.0																																																																																																																																																																		
14/11/2023 21h-22h	51.0	63.0	53.0	43.0	39.0																																																																																																																																																																		
14/11/2023 6h-7h	51.5	65.0	49.0	43.0	40.0																																																																																																																																																																		
14/11/2023 7h-8h	55.5	65.0	60.0	48.5	45.0																																																																																																																																																																		
14/11/2023 8h-9h	56.5	65.5	61.0	52.0	47.0																																																																																																																																																																		
14/11/2023 9h-10h	57.5	66.5	61.0	54.0	47.5																																																																																																																																																																		
14/11/2023 10h-11h	54.0	63.0	57.0	50.5	47.5																																																																																																																																																																		
14/11/2023 11h-12h	54.0	64.0	58.5	48.0	44.5																																																																																																																																																																		
Date et heure	LAeq	L1	L10	L50	L90																																																																																																																																																																		
13/11/2023 22h-23h	50.0	62.5	51.0	41.0	38.5																																																																																																																																																																		
13/11/2023 23h-24h	44.5	57.5	44.5	38.5	36.5																																																																																																																																																																		
14/11/2023 0h-1h	42.0	52.0	41.5	37.0	36.0																																																																																																																																																																		
14/11/2023 1h-2h	42.0	55.0	39.5	36.5	35.5																																																																																																																																																																		
14/11/2023 2h-3h	41.0	49.5	38.0	36.0	35.5																																																																																																																																																																		
14/11/2023 3h-4h	42.5	53.5	43.5	36.5	35.5																																																																																																																																																																		
14/11/2023 4h-5h	45.5	59.5	44.5	38.0	36.5																																																																																																																																																																		
14/11/2023 5h-6h	47.5	60.5	48.0	40.0	37.5																																																																																																																																																																		
Indices statistiques L1, L50 et L90																																																																																																																																																																							
Lorsque le bruit n'est pas stable, il peut être caractérisé par :																																																																																																																																																																							
L1 : niveau dépassé pendant 1 % du temps (bruit maximal).																																																																																																																																																																							
L50 : niveau dépassé pendant 50% du temps.																																																																																																																																																																							
L90 : niveau dépassé pendant 90% du temps.																																																																																																																																																																							

MESURES ACOUSTIQUES				Point Pr4																															
ZAC Amphithéâtre à Metz																																			
Adresse : Rue Pierre Mendès France 57 000 Metz		Date de la mesure : Le 13 novembre 2023		Etage de la mesure : RDC																															
Caractéristiques du site : La mesure est réalisée en bordure de chaussée (Rue Pierre Mendès France)		1h (17h-18h)	Période 6h-22h	Période 22h-6h																															
	L _{Aeq} en dB(A)	59,0	--	--																															
	Trafic (véh/h) %PL	--	--	--																															
Conditions météorologiques : Pluvieux		Accalmie : L _{Aeq} (6h-22h) – L _{Aeq} (22h-6h) = -- dB(A)																																	
																																			
																																			
<table><tr><th>Date et heure</th><th>L_{Aeq}</th><th>L1</th><th>L10</th><th>L50</th><th>L90</th></tr><tr><td>13/11/2023 17:30-17:45</td><td>58.0</td><td>70.5</td><td>60.0</td><td>51.0</td><td>47.5</td></tr><tr><td>13/11/2023 17:45-18:00</td><td>60.5</td><td>71.5</td><td>65.0</td><td>51.5</td><td>47.0</td></tr><tr><td>13/11/2023 18:00-18:15</td><td>59.0</td><td>71.5</td><td>63.0</td><td>50.0</td><td>47.0</td></tr><tr><td>13/11/2023 18:15-18:30</td><td>58.5</td><td>69.5</td><td>62.5</td><td>50.0</td><td>46.5</td></tr></table>						Date et heure	L _{Aeq}	L1	L10	L50	L90	13/11/2023 17:30-17:45	58.0	70.5	60.0	51.0	47.5	13/11/2023 17:45-18:00	60.5	71.5	65.0	51.5	47.0	13/11/2023 18:00-18:15	59.0	71.5	63.0	50.0	47.0	13/11/2023 18:15-18:30	58.5	69.5	62.5	50.0	46.5
Date et heure	L _{Aeq}	L1	L10	L50	L90																														
13/11/2023 17:30-17:45	58.0	70.5	60.0	51.0	47.5																														
13/11/2023 17:45-18:00	60.5	71.5	65.0	51.5	47.0																														
13/11/2023 18:00-18:15	59.0	71.5	63.0	50.0	47.0																														
13/11/2023 18:15-18:30	58.5	69.5	62.5	50.0	46.5																														
Indices statistiques L1, L50 et L90 Lorsque le bruit n'est pas stable, il peut être caractérisé par : L1 : niveau dépassé pendant 1 % du temps (bruit maximal). L50 : niveau dépassé pendant 50% du temps. L90 : niveau dépassé pendant 90% du temps.																																			







14.2 Hypothèses de correspondances entre motorisation et puissance sonore

Les bruits pris en compte dans l'étude acoustique sont ceux provenant des bruits de moteur et de roulement.

À moyen terme, la loi française pourrait imposer aux véhicules électriques d'émettre un bruit « artificiel » en-dessous d'une certaine vitesse pour des raisons de sécurité. Ce bruit n'aura pas de signature fréquentielle spécifique et restera au libre choix des constructeurs.

En l'absence d'information sur ce sujet, seuls les bruits de roulement et les bruits de moteur sont pris en compte.

Deux sources de bruit principales composent le bruit émis par le passage d'un véhicule :

- Le bruit moteur ;
- Le bruit de contact pneumatique / chaussée.

Le bruit moteur provient du groupe moteur de propulsion, le bruit pneumatique / chaussée résulte du contact entre le pneumatique et le revêtement de la chaussée.

L'origine du bruit routier dépend de la vitesse de roulement du véhicule. En effet, pour un véhicule thermique, en dessous de 40 km/h, c'est le bruit de moteur qui est prédominant, alors qu'au-dessus c'est le bruit de roulement qui masque le bruit moteur.

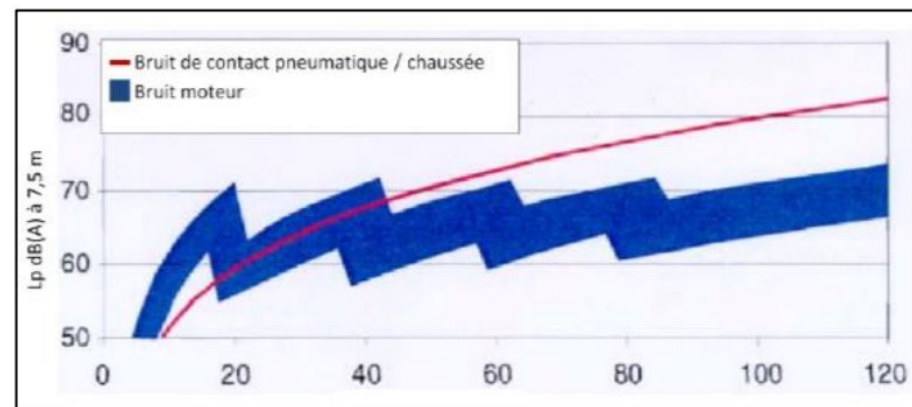


Figure 26 : Bruit moteur en fonction du régime moteur, discontinuité liées aux changements de rapports

Cette limite se situe à la vitesse de 60 km/h pour les camions à moteur thermique.

14.2.1 Cas des véhicules légers

14.2.1.1 Impact du moteur électrique

À faible vitesse, le comportement sonore d'un véhicule électrique est différent, le moteur électrique étant plus silencieux qu'un moteur thermique. Une étude, réalisée par l'IFSTTAR et l'Université de Lyon, permet d'observer ce phénomène (figure suivante).

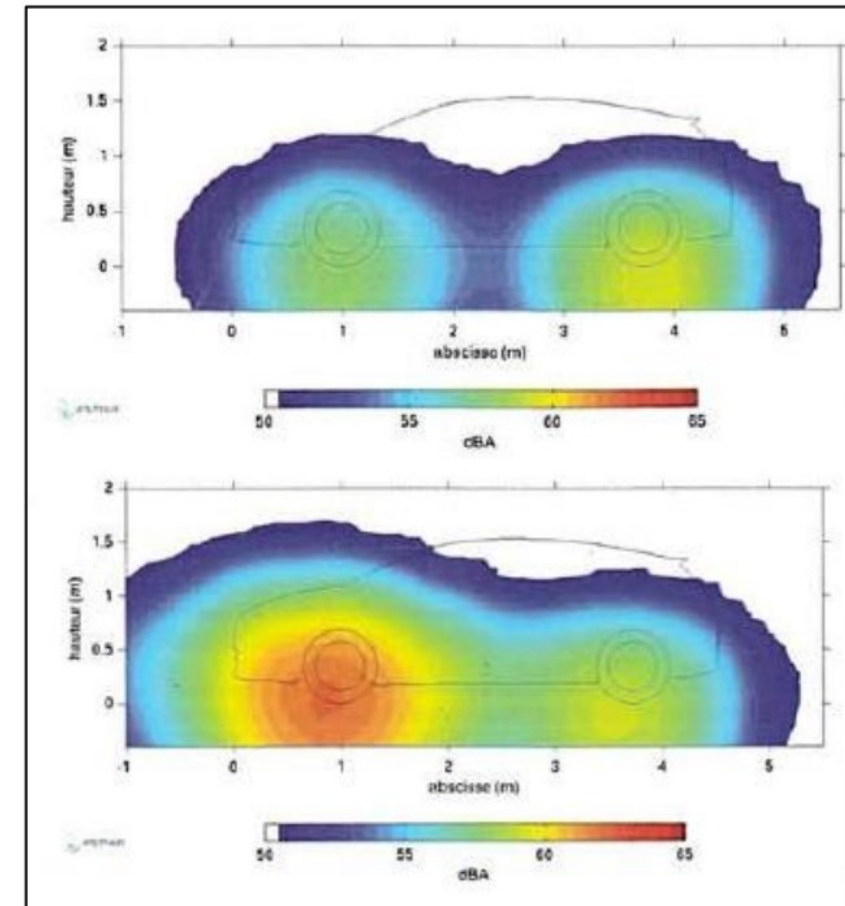


Figure 27 : Cartographie acoustique du véhicule à 23 km/h en mode électrique (figure du haut) et en mode hybride (figure en bas) – Niveaux globaux en dB(A) à 2,7 m du côté du véhicule

En considérant les autres bruits du véhicule comme négligeable, le moteur électrique entraîne une augmentation de 1 à 2 dB(A) le bruit pneumatique / chaussée à 23 km/h. Quant à lui, le moteur thermique entraîne une augmentation du bruit pneumatique / chaussée de 7 à 8 dB(A) à 23 km/h.

14.2.1.2 Application au projet

La vitesse réglementaire sur la plupart des axes modélisés du projet est de 50 km/h. À cette vitesse, la différence d'émission sonore entre les 2 types de véhicules est plus mince. Une étude, réalisée par Joël LELONG (IFSTTAR) permet de quantifier cette différence à 50 km/h.

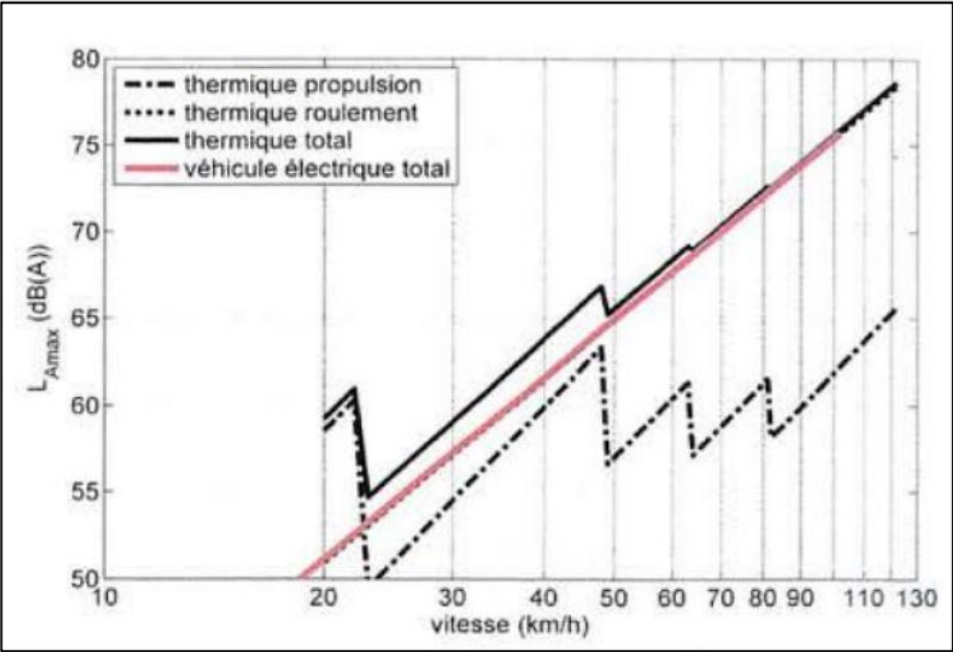


Figure 28 : Niveau de bruit à 7,5 m au passage du véhicule électrique à vitesse constante, comparé à la loi d'émission d'un véhicule thermique à moteur essence

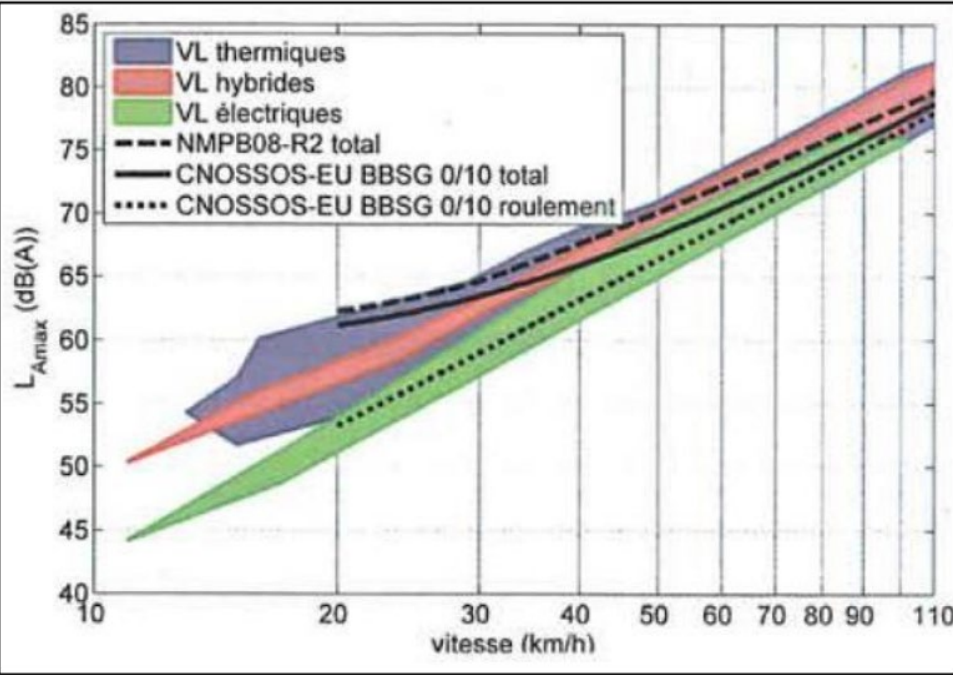


Figure 29 : Niveau global maximum du bruit à 7,5 m pour l'ensemble des thermiques, hybrides et électriques à vitesse constante

Pour une vitesse de 50 km/h, l'émission à 7,5 m d'une voiture thermique est comprise entre 69 et 71 dB(A). Pour un véhicule électrique, elle est comprise entre 64,5 et 69 dB(A). Ces données sont récapitulées dans le tableau suivant.

Type de VL	Emission minimum	Emission maximum	Emission moyenne
Voiture thermique	69,0 dB(A)	71,0 dB(A)	70,0 dB(A)
Voiture électrique	64,5 dB(A)	69,0 dB(A)	66,5 dB(A)
Différence			3,5 dB(A)

Tableau 18 : Différence de niveau sonore à 7,5 m entre les véhicules thermiques et électriques à une vitesse constante 50 km/h

La différence entre les 2 types de véhicule est en moyenne de 3,5 dB(A) à 50 km/h.

Sur le domaine d'étude, la vitesse de circulation est considérée comme étant constante, les accélérations et décélération aux carrefours ne sont pas pris en compte. Les phases d'accélération et de décélération des véhicules électriques entraînent une augmentation des niveaux d'émission sonore. Néanmoins, ces phases de conduite se faisant à des vitesses nettement réduites, le fait de considérer une vitesse constante de 50 km/h permet de compenser ces écarts.

Un écart de 3 dB(A) correspond à une diminution par 2 de la puissance acoustique. À 50 km/h, cela revient à dire que l'on a le même niveau sonore que si l'on passait de 20 000 voitures par jour à 10 000 voitures par jour.

14.2.1.3 Motorisation hybride et gaz

Les véhicules fonctionnent en moyenne à 70 % avec le moteur thermique et à 30 % avec le moteur électrique. En ville, étant à faible vitesse, nous pouvons considérer que le moteur électrique fonctionne 50 % du temps de fonctionnement.

Le fonctionnement d'un moteur à gaz est plus lent qu'un moteur thermique, il permet une réduction significative des vibrations du moteur. Sans étude précise sur ce sujet, nous considérerons qu'en ville, un moteur gaz est 2 fois moins bruyant qu'un moteur thermique.

14.2.2 Cas des poids-lourds

La diminution sonore apportée par un moteur électrique est nettement plus faible pour les poids-lourds. Une étude de l'IFSTTAR permet de quantifier le gain apporté par un moteur électrique sur les PL.

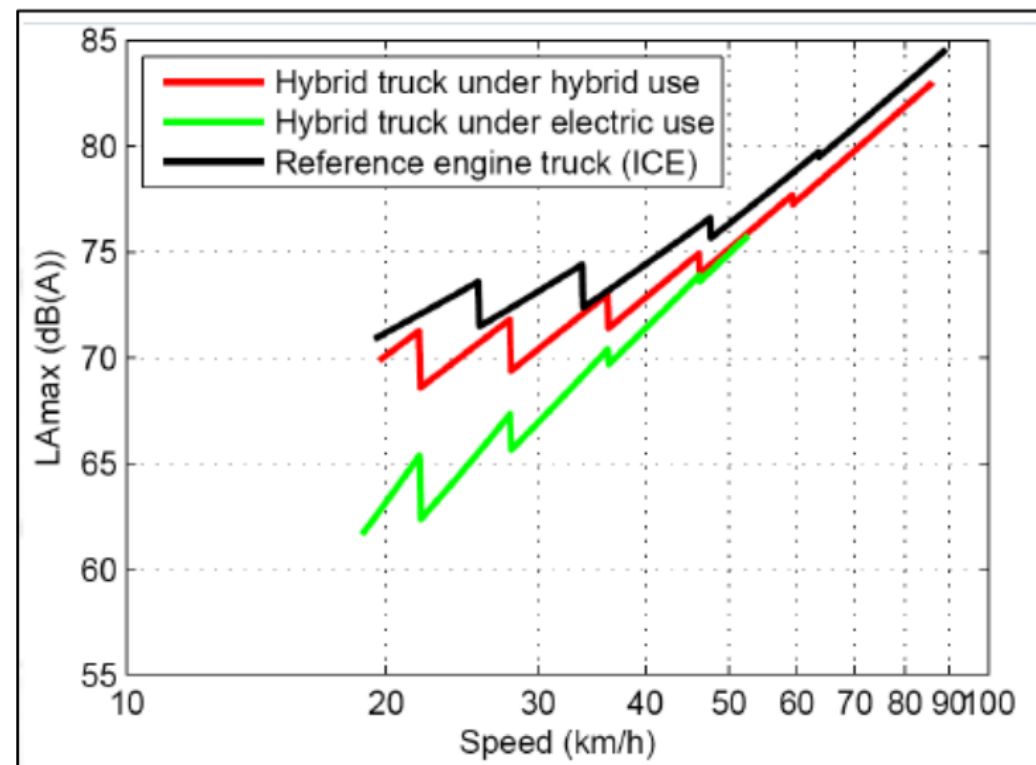


Figure 30 : Niveaux sonores à 7,5 m à vitesse constante

À 50 km/h, la différence entre les poids-lourds à moteur électrique et à moteur thermique peut être considérée comme nulle. Au-dessus de 45 km/h, l'émission sonore des 2 types de véhicules est similaire.

En résumé

La liste suivante récapitule la correspondance retenue entre le bruit émis par un moteur thermique et les autres motorisations, pour une vitesse de 50 km/h :

- 1 véhicule électrique = 0,5 véhicule thermique ;
- 1 véhicule hybride = 0,5 véhicule thermique ;
- 1 véhicule gaz = 0,5 véhicule thermique.