

Document supplémentaire fourni par RFF le 3 septembre 2012 en réponse à une demande de l'Autorité environnementale, dans le cadre de l'examen au cas par cas du dossier "création d'une couverture légère des voies ferrées à Villeneuve Loubet"

8.2.3. Etude acoustique

4 Étude acoustique

4.1 Objet

La présente étude consiste uniquement en l'étude de l'impact de la mise en place de la couverture ferroviaire.

Sa finalité est de mettre en lumière les avantages et les inconvénients des quatre scénarios en termes de nuisances sonores induites aux riverains. Ceux-ci diffèrent en fonction de la longueur de la couverture et des murs antibruit complémentaires.

L'étude acoustique comporte plusieurs parties distinctes :

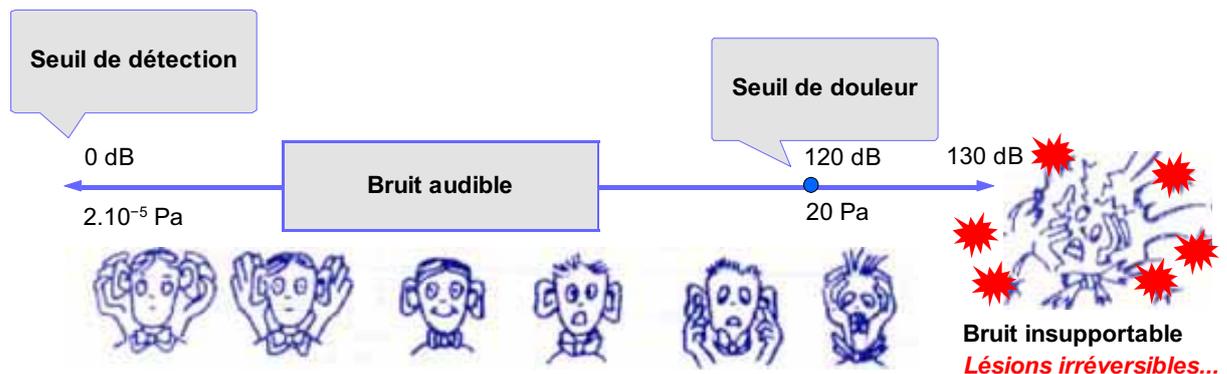
- la présentation des notions élémentaires d'acoustique,
- le détail de la méthodologie d'étude,
- la caractérisation de l'impact des quatre variantes du projet,
- la comparaison de ces scénarios.

4.2 Notions d'acoustique

4.2.1 Le bruit, définition

Le bruit est dû à une variation de la pression régnant dans l'atmosphère ; il peut être caractérisé par sa fréquence (grave, médium, aiguë) et par son amplitude – ou niveau de pression acoustique – exprimées en dB.

4.2.2 Plage de sensibilité



4.2.3 Arithmétique particulière

Le doublement de l'intensité sonore, due par exemple à un doublement du trafic, se traduit par une augmentation de 3 dB(A) du niveau de bruit :

$$60 \text{ dB(A)} + 60 \text{ dB(A)} = 63 \text{ dB(A)}$$

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

$$60 \text{ dB(A)} + 70 \text{ dB(A)} = 70 \text{ dB(A)}$$



4.2.4 Indice réglementaire

Les enquêtes et études menées ces vingt dernières années dans différents pays ont montré que c'est le cumul de l'énergie sonore reçue par un individu qui est l'indicateur le plus représentatif des effets du bruit sur l'homme et, en particulier, de la gêne issue du bruit de trafic. Ce cumul est traduit par le niveau énergétique équivalent noté Leq . En France, ce sont les périodes (6 h – 22 h) et (22 h – 6 h) qui ont été adoptées comme référence pour le calcul du niveau Leq .

Les indices réglementaires s'appellent $LAeq(6h-22h)$ et $LAeq(22h-6h)$. Ils correspondent à la moyenne de l'énergie cumulée sur les périodes (6 h – 22 h) et (22 h – 6 h) pour l'ensemble des bruits observés.

Ils sont mesurés ou calculés à 2 m en avant de la façade concernée et entre 1,2 m et 1,5 m au-dessus du niveau de l'étage choisi, conformément à la réglementation. Ce niveau de bruit dit « en façade » majore de 3 dB le niveau de bruit dit « en champ libre » c'est-à-dire en l'absence de bâtiment.

De manière expérimentale, il a été montré que la sensation de doublement du niveau sonore (deux fois plus de bruit) est obtenue pour un accroissement de 10 dB(A) du niveau sonore initial.

4.2.5 Les effets sur la santé

4.2.5.1 Notion de gêne

La gêne objective est caractérisée par un bruit trop élevé qui perturbe les activités habituelles des gens (écoute de la télévision ou de la radio / sommeil / conversation / travail). La gêne subjective est affaire d'individu, de situation, de lieu, etc. : le bruit d'un moustique qui ne dépasse pas 30 dB(A) peut s'avérer insupportable...

En matière de bruit de circulation, des enquêtes de gêne réalisées dans les années 1980 sur des populations urbaines ont montré que, pour des niveaux de bruit variant de 60 à 70 dB(A), le pourcentage de gens gênés passait de 25 à 75 %.

Ce n'est pas un bruit isolé, mais une accumulation quotidienne de bruits divers et variés qui est à l'origine de gênes.

La comparaison entre le transport ferroviaire et le transport routier fait apparaître, pour un niveau $LAeq$ comparable, une gêne moindre du chemin de fer. Cette moindre gêne s'explique notamment par le fait que les bruits de passages sont suivis par de longues périodes de silence.

Cela est surtout vrai pour les lignes classiques où l'accoutumance, la régularité des passages ont fait que les riverains s'habituent davantage au bruit du train. Il a été déterminé (années 1980) que le « bonus » en matière de bruit de trains était de 5 dB(A) par rapport à un bruit routier. En revanche, pour les lignes à grande vitesse parcourues par des TGV, le gêne ressentie n'est pas la même.

Comme on le verra ci-dessous, le législateur s'est attaché à faire coïncider les seuils réglementaires et la gêne. Ainsi, l'arrêté ferroviaire admet un bonus pour le train de 3 dB(A) sur les lignes classiques. Ce bonus est réduit à 0 quand il s'agit de voie nouvelle destinée à recevoir uniquement des circulations de TGV ($V > 250 \text{ km/h}$).

Le tableau ci-après permet de lier le niveau sonore en dB(A), la sensation auditive et la possibilité de conversation. Il fait référence à des données issues du Ministère des Affaires Sociales, de la Santé et de la Ville.



Niveau sonore en dB(A)	Sensation auditive	Possibilité de conversation	Bruit correspondant
0	Seuil d'audibilité	À voix chuchotée	-
5 10	Silence inhabituel		Chambre sourde
15 20	Très grand calme		Studio d'enregistrement de musique
25 30 35	Calme	À voix basse	Feuilles légères agitées par un vent doux Bruit ambiant nocturne en zone rurale Chambre à coucher
40 45	Assez calme	À voix normale	Bruit ambiant diurne en zone rurale Intérieur d'appartement en quartier calme
50 60	Bruits courants		Restaurant tranquille – Rue résidentielle Conversation entre deux personnes
65 70 75	Bruyant mais supportable	À voix assez forte	Restaurant bruyant – Piscine couverte Circulation automobile importante Métro sur pneus
80 85 95	Pénible à entendre	Difficile	Bar musical Passage d'un train à 20 m Circulation automobile intense à 5 m
100 105 110	Très difficilement supportable	Obligation de crier pour se faire entendre	Discothèque (près des enceintes) Marteau piqueur dans une rue à 5 m
120 130 140	Seuil de douleur Exige une protection spéciale	Impossible	Moteurs d'avion à quelques mètres Turbo réacteur

4.2.5.2 Les effets spécifiques

La surdité peut apparaître chez l'homme si l'exposition à un bruit intense a lieu de manière prolongée. S'agissant de riverains d'une infrastructure, cela ne semble pas être le cas, étant donné que les niveaux sonores mesurés sont généralement bien en deçà des niveaux reconnus comme étant dangereux pour l'appareil auditif.

4.2.5.3 Les effets non spécifiques

Ce sont ceux qui accompagnent généralement l'état de stress. Le phénomène sonore entraîne alors des réactions inopinées et involontaires de la part des différents systèmes physiologiques et leur répétition peut constituer une agression de l'organisme, susceptible de représenter un danger pour l'individu. Il est également probable que les personnes agressées par le bruit, deviennent plus vulnérables à l'action d'autres facteurs de l'environnement, que ces derniers soient physiques, chimiques ou bactériologiques.

4.2.5.4 Les effets d'interférence

La réalisation de certaines tâches exigeant une forte concentration peut être perturbée par un environnement sonore trop important.

Cette gêne peut se traduire par un allongement de la durée d'exécution de la tâche, une moindre qualité de celle-ci ou une impossibilité à la réaliser.



S'agissant du sommeil, les principales études ont montré que le bruit perturbe le sommeil nocturne et induit des éveils involontaires fragmentant le sommeil.

Toutefois, ces manifestations dépendent du niveau sonore atteint par de tels bruits, de leur nombre et, dans une certaine mesure, de la différence existant entre le niveau sonore maximum et le niveau de bruit de fond habituel.

Le seuil de bruit à partir duquel des éveils sont observés varie en fonction du stade de sommeil dans lequel se trouve plongé le dormeur.

Ce seuil d'éveil est plus élevé lorsque le sommeil est profond que lorsqu'il est plus léger. De façon complémentaire, le bruit nocturne peut induire une modification de la qualité de vie de la journée suivante ou une diminution des capacités de travail lors de cette même journée.

4.3 Hypothèses de calcul

La cartographie des niveaux sonores en milieu extérieur est basée sur l'utilisation du logiciel MITHRA v5 (Modélisation Inverse du Tracé dans l'Habitat de Rayons Acoustiques). La modélisation d'un site concerné est réalisée en trois dimensions.

Elle intègre les paramètres suivants :

- la topographie,
- le bâti,
- les sources de bruit (routes, voies ferrées...),
- les obstacles (écrans, murs, talus...).

Le site est modélisé à partir de la topographie transmise par le maître d'ouvrage.

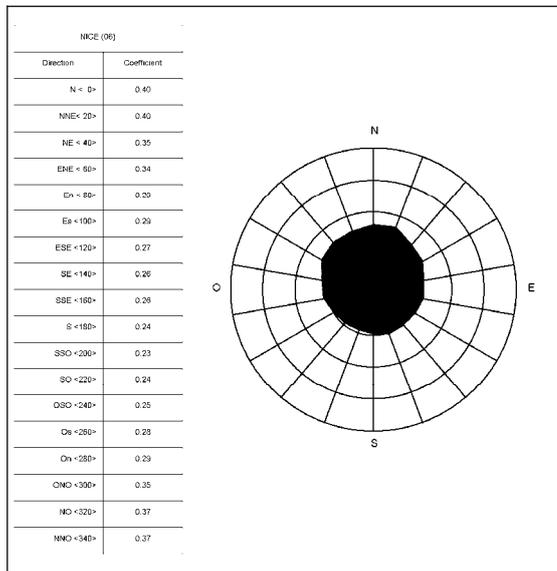
Des récepteurs sont placés en façade des habitations répertoriées comme étant, soit des habitations, soit des écoles ou des centres de soin. Les bureaux sont également concernés. Le modèle tient également compte de la hauteur du bâti.

La puissance acoustique des voies de circulation est directement déterminée par le logiciel en fonction des caractéristiques du trafic supporté par chaque voie. Les codes de calcul sont conformes à l'état de l'art.

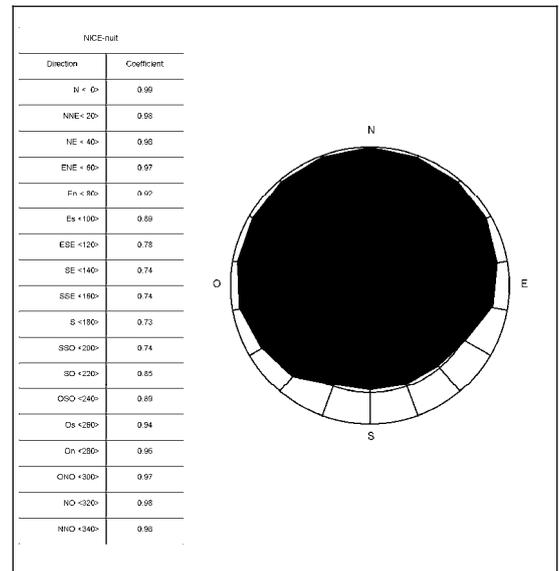
4.3.1 Paramètres de calcul

Dans le cas présent et conformément à la réglementation, les simulations ont été réalisées pour les périodes jour (6 h – 22 h) et nuit (22 h – 6 h).

Conformément à la réglementation également, la météorologie est prise en compte dans les calculs MITHRA. La référence est la ville de Nice et caractérise les conditions météorologiques favorables à la propagation du son selon les périodes réglementaires.



Conditions météorologiques de la ville de Nice en période diurne (6h-22h)



Conditions météorologiques de la ville de Nice en période nocturne (22h-6h)

La distance de propagation retenue est de 1500 mètres et le nombre de réflexions acoustiques sur des obstacles physiques est pris égal à 3. Le coefficient σ caractérisant les effets de sol est choisi égal à 600.

4.3.2 Trafics

Le trafic actuel et futur de jour et de nuit sont issus des études DUP (« dossier synthese-ACOUSTIQUE-AN3-public.pdf »). Ces trafics sont donnés dans le tableau ci-dessous.:

La répartition sur les différentes voies est la suivante :

- voie latérale droite : 50% (TGV, GL, fret) et 25% TER
- voie latérale gauche : 50% (TGV, GL, fret) et 25% TER
- voie centrale : 50 % du trafic TER.

Le projet n'entraîne pas d'augmentation des vitesses. Les hypothèses de vitesse adoptées pour l'étude acoustique sont les suivantes :

- **TGV, TER et GL** : 130 km/h sur l'ensemble du linéaire ;
- **Fret** : 80 km/h sur l'ensemble du linéaire.
- Les signatures des trains intégrés dans les modèles de calcul sont détaillées en annexe de ce document.

		HORIZON ACTUEL	HORIZON FUTUR	
			SANS PROJET	AVEC PROJET
JOUR (6h-22h)	TER	63	63	160
	TGV	20	20	20
	Grande Ligne	16	16	16
	Fret	20	22	22
			Lw total = 86,0 dB(A)/m	Lw total = 86,4 dB(A)/m
Nuit (22h-6h)	TER	7	7	10
	TGV	3	5	5
	Grande Ligne	2	2	2
	Fret	18	15	15
			Lw total = 84,1 dB(A)/m	Lw total = 84,2 dB(A)/m

Données trafics aux horizons actuels et futurs

4.4 Impact acoustique du projet

Les calculs de propagation sonore dans l'environnement sont effectués à l'aide du logiciel MITHRA sur la base des hypothèses énoncées précédemment. Les résultats de calcul sont présentés à l'aide de cartes de calculs sur récepteurs détaillant les niveaux sonores en façade de chaque étage des bâtis.

Seuls les bâtiments correspondant à des habitations, des établissements d'enseignement, de soins et de santé et d'action sociale et des bureaux font l'objet de calculs.

La présence des écrans antibruit réalisés sous maîtrise d'œuvre SNCF au nord et au sud du projet sont intégrés dans l'étude. Ces murs ont été considérés par défaut à 2.5m de hauteur.

4.4.1 État référence et projet sans protection acoustique

Les sortants sont composés de cartes de calculs sur récepteurs détaillant les niveaux sonores en façade des bâtis à proximité du projet. Ils figurent en annexe.

Les résultats présentent les niveaux de référence (2 voies) et projet (3 voies) sans protections. Seuls les bâtiments correspondant à des habitations, des établissements d'enseignement, de soins et de santé et d'action sociale et des bureaux font l'objet de calculs.

Sans mise en place de protection acoustique, le projet d'élargissement de la plateforme ferroviaire induit une augmentation de 0,5 à 1,5 dB(A) de jour et de 0 à 0,5 dB(A) de nuit des niveaux sonores en façade des bâtis sensibles.

Seul le bâtiment R4 (Galion A) subit une augmentation des niveaux sonores plus importante (jusqu'à 3 dB(A) de jour et 2 dB(A) de nuit pour le 1^{er} étage).

4.4.2 Étude de la mise en place de la couverture ferroviaire

- **Murs antibruit situés en dehors du périmètre du projet de couverture des voies**

Les murs antibruit dessinés en marron sur les cartes représentent les murs prévus à ce stade dans le cadre de l'opération 3^e voie⁹. À défaut d'information plus précise, ces murs sont considérés de 2,5 m de hauteur.

(Les murs antibruit relevant du projet de couverture et dimensionnés dans la présente étude sont représentés en bleu).

- **Entrées et sorties du tunnel**

Le niveau de pression acoustique au passage d'un train croît considérablement à l'intérieur d'un tunnel. Ceci s'explique par la faible dissipation d'énergie acoustique réfléchi par les parois réfléchissantes du tunnel. Aux entrées et sorties du tunnel, l'énergie est plus importante qu'en champ libre. Cet effet est intégré dans le modèle en augmentant artificiellement les niveaux sonores (à l'entrée et à la sortie de la couverture) par des lignes sources complémentaires.

La mise en place de la couverture est étudiée pour les 4 scénarios :

- Scénario A : 2 couvertures au nord et au sud avec un passage à ciel ouvert au niveau de la rue, et 2 murs antibruit au nord ;
- Scénario B : 1 couverture au sud et 2 murs antibruit au nord ;
- Scénario C : 1 couverture au nord, 1 couverture au sud réduite et 4 murs antibruit au nord et au sud ;
- Scénario D : 1 couverture au sud réduite et 4 murs antibruit au nord et au sud.

L'impact de la mise en place de la couverture ferroviaire et des murs acoustiques complémentaires est détaillé dans les cartes présentées en annexe.

Les résultats des modélisations présentent les niveaux de référence (2 voies), projet (3 voies) sans protections et projet (3 voies) avec protections pour chaque scénario.

4.4.3 Comparaison des scénarios

Pour l'ensemble des quatre scénarios, la mise en place de la tranchée couverte et des murs antibruit permet de réduire les niveaux sonores en façade des bâtis par rapport à l'état futur (3 voies) sans protection et à l'état de référence (2 voies).

- **École**

L'efficacité de l'ouvrage est importante pour ce qui concerne l'école. La couverture permet de gagner de 5 à 10 dB(A) en période jour (6h-22h) par rapport à l'état de référence. Le scénario A induit des nuisances acoustiques nettement plus importantes que les autres scénarios sur ce secteur.

⁹ Ces données sont issues de l'étude acoustique prévisionnelle du projet : Augmentation de la capacité de la ligne Cannes – Nice, Étude acoustique prévisionnelle, 26 mars 2003, SNCF, RFF.



- **Mairie – La Poste**

La mise en place des protections acoustique permet de gagner de 1 à 2 dB(A) selon les scénarios par rapport à l'état de référence.

- **Résidence Soleil Levant**

Les études acoustiques démontrent que le décollement entre le pont et la couverture a une incidence limitée sur les niveaux sonores en façade des bâtis.

Au sud du bâtiment C (R13), les niveaux sonores en façade des résidences sont similaires lorsqu'on compare les scénarios A et B d'une part, et C et D d'autre part.

Il est à noter, dans le cas des scénarios C et D, que la mise en place d'un mur antibruit absorbant (tel que pris en compte dans les études) permet de gagner jusqu'à 3 dB(A) en façade des bâtis par rapport à un mur réfléchissant (type mur en béton ou en verre translucide).

Les scénarios A et B induisent des nuisances sonores moins importantes que les scénarios C et D.

- **Résidences Antonia et Galion**

Les niveaux sonores induits par les 4 scénarios sont similaires (avec couverture et murs antibruit ou murs antibruit seuls). Ces niveaux sont relativement élevés, en particulier pour les étages supérieurs en période nuit.

En conclusion, la mise en place de protections acoustiques permet d'améliorer l'ambiance sonore existante de la zone. Pour certains bâtis (école, résidence Soleil Levant A et B), la diminution des nuisances sonores induite est importante. Au niveau des bâtis Antonia et Galion, en particulier aux étages supérieurs, l'apport des protections acoustiques est plus modéré.

Niveaux sonores avec les protections du scénario D V4 - Période jour (6h-22h)



VILLENEUVE-LOUBET

1	71.5	72.0	66.5
rdc	71.5	73.0	59.5

3	71.5	71.5	67.5
2	72.0	72.0	59.5
1	72.0	71.5	54.5
rdc	69.0	68.5	52.5

rdc	70.5	70.5	54.0
-----	------	------	------

2	68.5	67.0	66.5
1	68.5	67.5	64.0
rdc	67.5	67.5	56.0

3	66.5	67.5	60.5
2	64.5	66.5	55.0
1	60.5	63.0	52.5
rdc	56.0	57.0	51.0

1	60.5	61.0	59.0
rdc	55.0	55.0	55.5

5	56.0	57.0	43.5
4	56.0	56.5	43.0
3	54.5	55.5	42.5
2	54.0	54.5	42.0
1	52.5	53.5	42.0
rdc	49.5	50.0	41.5

2	54.5	54.5	53.5
1	53.0	53.5	52.0
rdc	51.0	51.5	50.0

rdc	49.5	50.0	44.5
-----	------	------	------

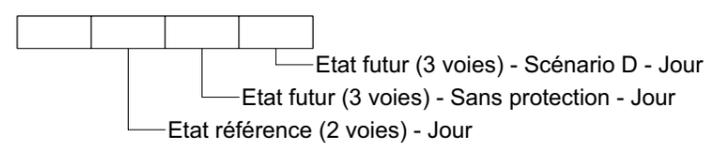
5	63.0	63.5	48.0
4	63.0	63.5	46.5
3	62.5	63.0	45.5
2	62.5	62.5	44.5
1	61.0	62.0	44.0
rdc	58.0	58.5	43.0

1	59.0	59.5	49.0
rdc	57.5	58.0	48.0

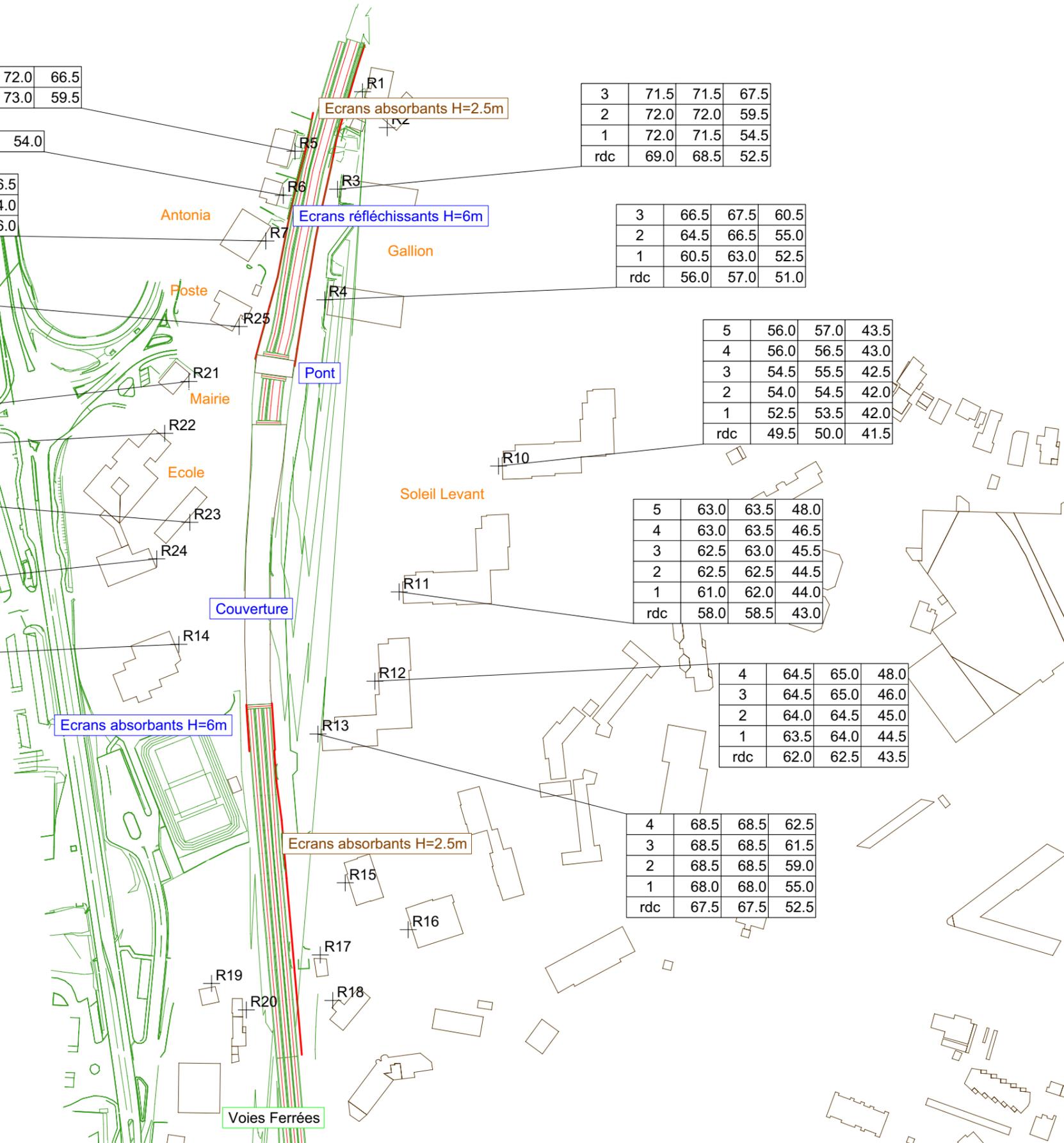
1	60.5	61.0	50.0
rdc	59.0	60.0	49.0

4	64.5	65.0	48.0
3	64.5	65.0	46.0
2	64.0	64.5	45.0
1	63.5	64.0	44.5
rdc	62.0	62.5	43.5

2	65.5	66.0	53.0
1	65.0	66.0	52.0
rdc	63.5	64.5	51.5



0 100m



Niveaux sonores avec les protections du scénario D V4 - Période nuit (22h-6h)



VILLENEUVE-LOUBET

1	70.5	71.0	65.0
rdc	70.5	71.5	58.0

3	70.5	70.0	66.0
2	71.0	70.5	58.0
1	71.0	70.5	53.0
rdc	68.0	67.5	51.0

rdc	69.5	69.0	52.5
-----	------	------	------

2	67.5	65.5	65.0
1	68.0	66.0	63.0
rdc	67.0	66.5	55.0

3	66.0	66.0	59.5
2	64.0	65.5	54.5
1	60.0	62.0	52.0
rdc	55.5	56.0	50.5

1	60.0	61.0	59.0
rdc	54.5	54.5	55.5

5	55.5	56.0	43.0
4	55.5	55.5	42.5
3	55.0	55.0	42.0
2	54.5	54.5	41.5
1	53.0	53.5	41.0
rdc	52.0	52.5	41.0

2	54.0	54.0	53.5
1	53.0	53.0	51.5
rdc	51.5	51.5	50.0

rdc	50.0	49.5	44.0
-----	------	------	------

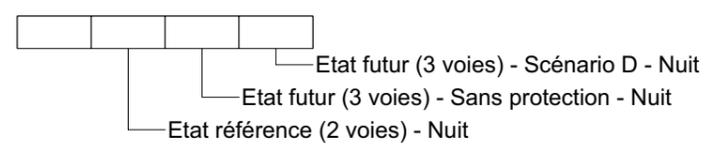
1	58.5	58.5	47.5
rdc	57.5	57.5	47.0

5	62.5	62.5	48.5
4	62.0	62.0	46.5
3	62.0	62.0	45.0
2	62.0	61.5	44.0
1	61.0	61.0	43.0
rdc	59.0	59.0	42.0

1	59.5	60.0	49.0
rdc	58.5	59.0	48.0

2	64.5	65.0	52.0
1	64.5	64.5	51.0
rdc	63.0	63.5	50.0

4	64.0	64.0	47.5
3	63.5	63.5	45.5
2	63.5	63.5	44.5
1	63.5	63.0	43.5
rdc	62.5	62.0	42.5



0 100m

