

---

# LUXTRAM TRONÇON ROUTE D'ESCH

Étude des incidences vibratoires

---

Client	SGI INGENIERIE S.A. Luxembourg
Commande	contrat de sous-traitance CC619200
Référence	N5970/R02D
Date	13-06-2025
Rédigé par	Wouter Beeterens
Vérifié par	Bert Stallaert
Approuvé par	Tom Vanhonacker

## CONTRÔLE DE RÉVISION

Issu	Date	Description
Original	11-04-2025	1 <sup>re</sup> diffusion
A	11-04-2025	Corrections
B	18-04-2025	Ajout de la phase chantier
C	25-04-2025	Corrections
D	13-06-2025	Corrections

La version présente remplace et annule la précédente.

## DISTRIBUTION

n°	Entreprise	Nom
1	Ingérop	Grégoire Brelle Mondésert
2	Schroeder & Associés	Lea Doetsch
3	Schroeder & Associés	Guillaume Dubois
4	Schroeder & Associés	Camille Feraud
5	SGI	Thomas Jacqmin

## TABLE DES MATIÈRES

0	Introduction.....	1
1	Description des zones étudiées.....	3
1.1	Géologie.....	4
2	Cadre légal et réglementation.....	6
2.1	Vibrations – DIN 4150-2.....	6
2.1.1	Paramètres d'évaluation .....	6
2.1.2	Procédure d'évaluation.....	7
2.2	Vibrations – DIN 4150-3.....	8
2.3	Bruit solidien – VDI 2719 .....	10
3	État des lieux vibratoire initial .....	11
4	Méthodologie du calcul.....	49
4.1	La source vibratoire ; le spectre de densité de force.....	50
4.2	La transmission vibratoire .....	51
4.2.1	Approche 1.....	51
4.2.2	Approche 2.....	52
4.3	Le récepteur.....	58
4.4	Hypothèses et données d'entrée, mesures antivibratoires .....	60
5	Résultats des calculs.....	66
5.1	Approche 1 .....	66



5.2	Approche 2 .....	68
5.3	Résultats .....	69
6	Phase chantier .....	84
6.1	Méthodologie .....	84
6.2	Critères .....	85
6.3	Sources .....	86
6.4	Phasage .....	87
6.5	Récepteurs .....	88
6.6	Bilan des différents impacts .....	88
6.6.1	Réalisation des voies .....	88
6.6.2	La construction des sous-stations de traction .....	100
7	Conclusion .....	104
Annexe A – État initial, détails des mesures		
Annexe B – Résultats de calcul (approche 1)		

## 0 INTRODUCTION

Ce rapport présente les résultats de l'étude des incidences vibratoires sur l'environnement humain dans le cadre de l'EIE pour le tronçon « Route d'Esch », d'une longueur totale d'environ 4.2 km entre Etoile et Cloche d'Or. La figure 0.1 donne un aperçu de la localisation du tracé.

Le Tronçon « Route d'Esch » est l'axe alternatif de la Place de l'Etoile à la Cloche d'Or, traversant diverses zones d'activités mixtes et résidentielles. Ce tracé est raccordé aux extensions CHL, Hollerich et à la ligne existante à la Place de l'Etoile et enfin à la Cloche d'Or (station « Stadion »), où il se raccorde au tronçon D2 reliant le lycée Vauban au stade.



Figure 0.1 Localisation du tracé

8 stations seront desservies sur la ligne « Route d'Esch ». Du sud au nord, ces stations sont situées :

- Station 1 : au droit du nouveau stade de Luxembourg et du CRM Cloche d'Or,
- Station 2 : au croisement avec la rue Emile Bian,
- Station 3 : au droit de l'espace vert situé au commencement du boulevard Wilhelm Raiffeisen,
- Station 4 : au croisement avec les rues Léopold Hoffmann et Henri Pensis,
- Station 5 : au pied du pont des voies ferrées (Pôle d'échange Hollerich),
- Station 6 : au croisement avec la rue Nicolas van Werveke,
- Station 7 : au croisement avec les avenues Guillaume et Marie-Thérèse,
- Station 8 : à hauteur du Boulevard Joseph II.

L'étude a comme objectif le calcul prédictif vibratoire pour permettre, sur la base du tracé des voies, des fréquences de passage des trams et des types de trams utilisés, d'établir les

zones du tracé requérant une technique de pose de voie antivibratoire afin de répondre à l'exigence de la norme de confort vibratoire chez les riverains.

La méthodologie de calcul est décrite en détail dans les chapitres suivants. Les calculs sont basés sur des mesures in situ et des données reçues. Le choix de la localisation des points de mesure est également basé sur ces données.

Le rapport est structuré comme suit : le premier chapitre décrit les zones étudiées ; le chapitre 2 décrit le cadre normatif ; le chapitre 3 présente les résultats des mesures de l'état initial ; le chapitre 4 décrit la méthodologie du calcul. Le chapitre 5 présente les résultats du calcul et les conclusions sur la base des bâtiments existants, ainsi que les résultats de l'évaluation par rapport au PAG. Le chapitre 6 présente l'évaluation des incidences lors de la phase chantier. Finalement, le chapitre 7 donne la conclusion.



# 1 DESCRIPTION DES ZONES ETUDIEES

La figure 1.1 montre le plan d'aménagement général « PAG » de la zone concernée. Le tronçon étudié est montré en noir.

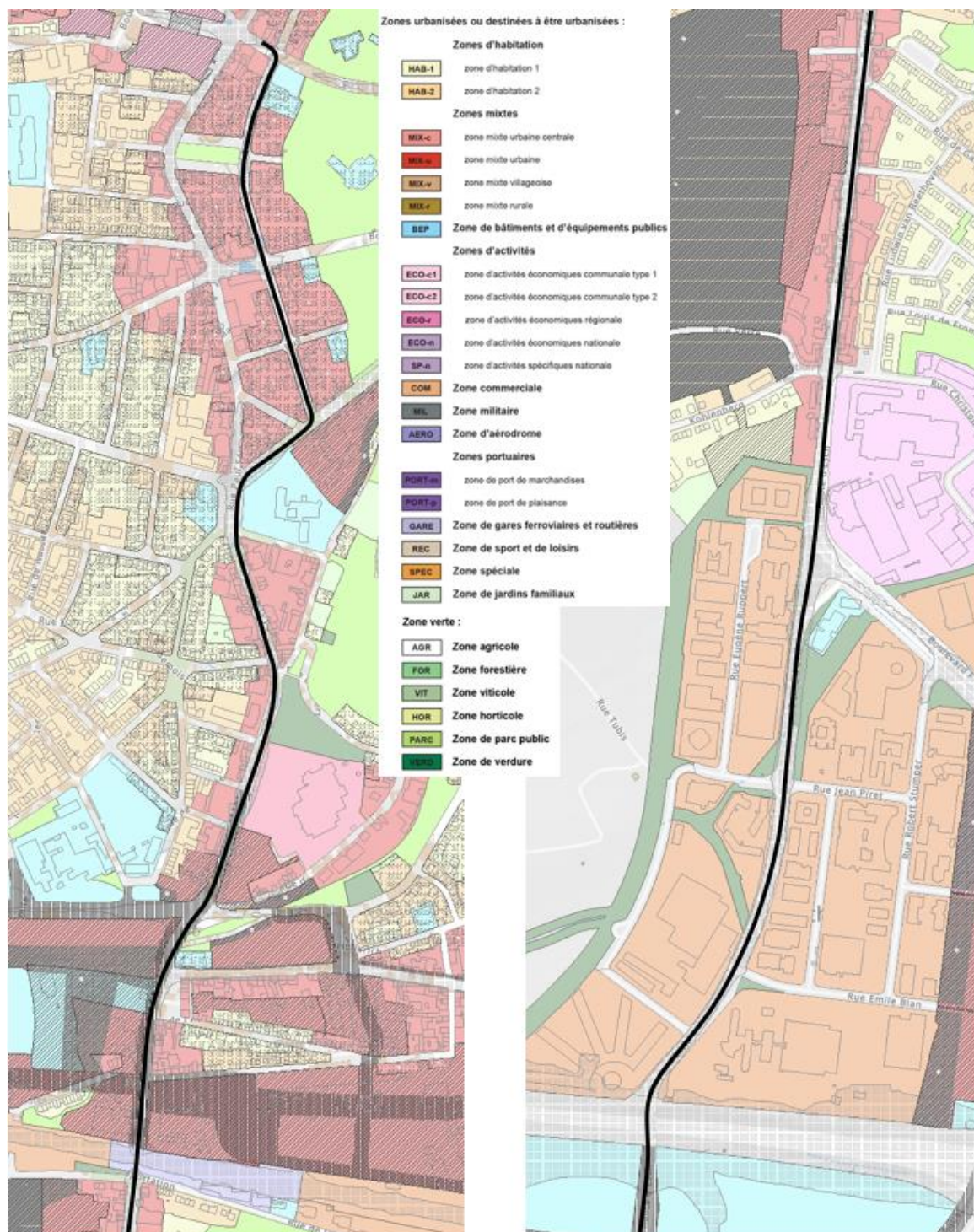


Figure 1.1 Plan d'aménagement général de la zone concernée

L'emplacement des voies de tram a été repris des plans avec l'aménagement retenu en phase APS sur l'ensemble de la Route d'Esch :

- APS\_4767E\_REA\_ARC\_T5110\_PLA\_00005B\_A
- APS\_4767E\_REA\_ARC\_T5110\_PLA\_00010B\_A
- APS\_4767E\_REA\_ARC\_T5110\_PLA\_00015B\_A
- APS\_4767E\_REA\_ARC\_T5110\_PLA\_000020\_A
- APS\_4767E\_REA\_ARC\_T5110\_PLA\_000025\_A
- APS\_4767E\_REA\_ARC\_T5110\_PLA\_000030\_A
- APS\_4767E\_REB\_ARC\_T5110\_PLA\_000035\_A
- APS\_4767E\_REB\_ARC\_T5110\_PLA\_000040\_A
- APS\_4767E\_REB\_ARC\_T5110\_PLA\_000045\_A
- APS\_4767E\_REB\_ARC\_T5110\_PLA\_000050\_A
- APS\_4767E\_REB\_ARC\_T5110\_PLA\_000055\_A
- APS\_4767E\_REB\_ARC\_T5110\_PLA\_000060\_A

Le long du tracé, il y a plusieurs zones définies par le PAG :

- une zone MIX-c (au nord du tracé, Place de l'Étoile),
- plusieurs zones mixtes urbaines [MIX-u],
- plusieurs zones de bâtiments et d'équipements publics [BEP] en bleu clair,
- une zone de parc publique en vert (Place W. Churchill),
- une zone d'habitation 1 [HAB-1] en jaune (rue Marie Adélaïde),
- une zone de verdure [VERD] en vert foncé,
- une zone MIX-c (Banque Internationale à Luxembourg),
- une zone de gares [GARE],
- une zone d'activités économiques communale type 1 [ECO-c1], et
- plusieurs zones spéciales [SPEC-ECO-t].

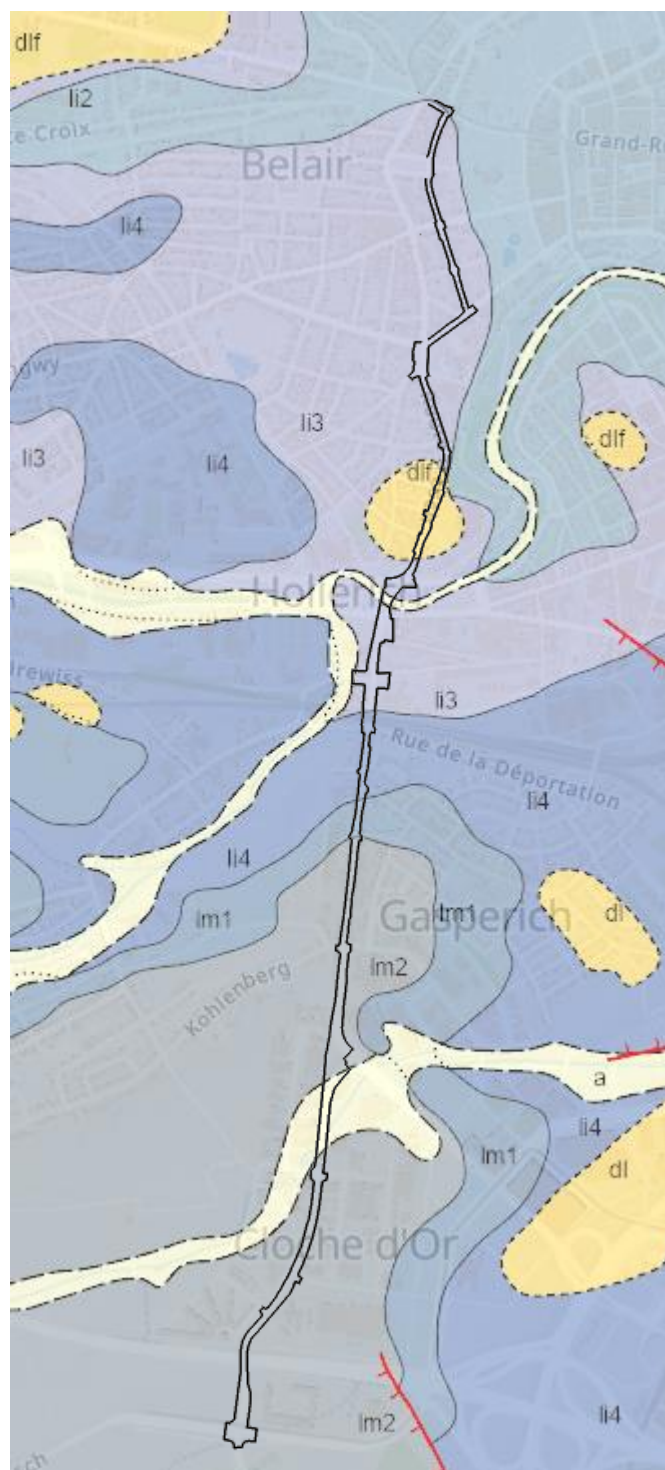
## 1.1 GÉOLOGIE

La géologie est illustrée à la figure 1.2 ; la ligne de tramway débute au droit de la place de l'Étoile, sur le « grès de Luxembourg », une alternance de grès jaunâtre et de grès calcaire blanchâtre à grain fin à moyen (Li2) avant de passer aux « Marnes et Calcaires de Strassen » (Li3), des marnes gris-bleu et bancs de calcaires fossilifères. À la proximité de la Banque Internationale à Luxembourg, le tronçon traverse une zone avec des « limons avec concrétions » (dif).

Plus au sud, depuis le pont ferroviaire, commence une zone de « Marnes pauvres en fossiles » (Li4), qui se transforme ensuite en une zone de « Calcaire ocreux » (Lm1) et après une zone de « Marnes feuilletées » (Lm2).

Au niveau de la route d'Esch, on peut supposer qu'il n'y a plus de sols naturels ou originaux. En raison des nombreuses années d'activité de construction et d'extension, la structure et la séquence des couches ont subi une forte modification anthropique, et elles sont également largement scellées aujourd'hui.

La majeure partie du tracé de l'extension « Route d'Esch » est localisée dans des zones habitées ou des zones industrielles, sur des sols bouleversés. À partir du bassin versant du Drosbech, les sols sont argileux, faiblement à modérément gleyifiés, sur substrat d'argiles, et ne sont entrecoupés que par les colluvions et alluvions des cours d'eau.



Li2	Grès de Luxembourg
Li3	Marnes et Calcaires de Strassen
Li4	Marnes pauvres en fossiles
Lm1	Calcaire ocreux
Lm2	Marnes feuilletées
A	Alluvions des vallées
dif	Limons avec concrétions

Figure 1.2 Carte géologique harmonisée (Géoportail 2025)



## 2 CADRE LEGAL ET REGLEMENTATION

Au Luxembourg, il n'existe actuellement aucun texte réglementaire concernant les vibrations ou le bruit solidien. À défaut d'une réglementation nationale, les études d'incidences réalisées au Luxembourg s'orientent sur la réglementation allemande ;

- la norme DIN 4150-2 concernant les effets des vibrations sur les personnes dans les bâtiments ;
- la norme DIN 4150-3 concernant les effets des vibrations sur des structures ;
- la norme VDI 2719 concernant le bruit solidien.

À part de cette réglementation spécifique aux vibrations et au bruit solidien, le règlement à observer lors de l'étude est le suivant ;

- la loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement ;
- les règles d'urbanisme applicables (PAG de la Ville de Luxembourg).

### 2.1 VIBRATIONS – DIN 4150-2

#### 2.1.1 Paramètres d'évaluation

Le paramètre mesuré est  $KB_F$ , la vitesse vibratoire, pondérée selon la norme DIN 45669-1 (constante de temps  $\tau=0.125$  s (fast)), sur une bande de fréquence limitée entre 1 et 80 Hz et avec un filtre passe-haut (fréquence de coupure : 5.6 Hz).

L'évaluation de la norme est ensuite basée sur les valeurs  $KB_{FTi}$ , les valeurs maximales de  $KB_F$  pendant chaque période de 30 s, comme illustré à la figure 2.1.

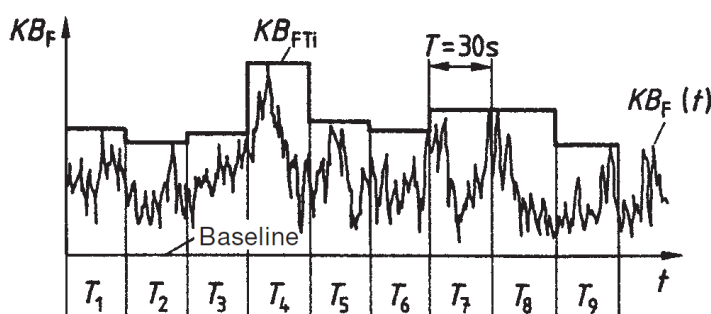


Figure 2.1 Détermination de  $KB_{FTi}$

Les 2 paramètres utilisés dans l'évaluation sont les valeurs  $KB_{Fmax}$  et  $KB_{FTi}$  :

- $KB_{Fmax}$  : la valeur maximale de  $KB_{FTi}$  ;
- $KB_{FTi}$  : « l'intensité vibratoire », un moyen des valeurs  $KB_{FTi}$  uniquement pendant les événements vibratoires, dans ce cas pendant les passages des métros.

Le paramètre  $KB_{FT_r}$  est déterminé comme suit :

$$KB_{FT_r} = \sqrt{\frac{1}{T_r} \sum_j T_{e,j} KB_{FTm,j}^2}$$

avec  $T_r$  la période d'évaluation (pendant la journée : 16 heures, pendant la nuit : 8 heures) ;  
 $T_{e,j}$  la durée d'exposition pendant laquelle le niveau vibratoire  $KB_{FTm,j}$  est mesuré.

Il importe de noter que dans la détermination de  $KB_{FT_r}$ , des valeurs de  $KB_{FTi}$  inférieures à 0.1 ne sont pas prises en compte, la raison en étant que la valeur 0.1 est considérée comme seuil de perception et que des niveaux vibratoires inférieurs au seuil de perception ne sont pas susceptibles de causer de nuisances.

## 2.1.2 Procédure d'évaluation

Les paramètres d'évaluation sont déterminés et comparés aux valeurs guides dans le tableau 2.1. Le jour correspond à la période allant de 6h00 à 22h00, la nuit de 22h00 à 6h00. Le tableau 2.2 montre les mêmes valeurs, mais exprimées en [dB] (re.1<sup>e</sup>-9m/s). Une valeur de 100 dB correspond à  $KB=0.1$ , le seuil de perception.

cat.	emplacement du bâtiment	jour			nuit		
		$A_u$	$A_o$	$A_r$	$A_u$	$A_o$	$A_r$
1	zone industrielle	0.4	6	0.2	0.3	0.6	0.15
2	zone commerciale	0.3	6	0.15	0.2	0.4	0.1
3	zone mixte commerciale et résidentielle	0.2	5	0.1	0.15	0.3	0.07
4	zone résidentielle	0.15	3	0.07	0.1	0.2	0.05
5	zone protégée (hôpitaux,...)	0.1	3	0.05	0.1	0.15	0.05

Tableau 2.1 Valeurs guide pour l'évaluation de l'exposition aux vibrations des personnes dans les bâtiments

cat.	emplacement du bâtiment	jour			nuit		
		$A_u$	$A_o$	$A_r$	$A_u$	$A_o$	$A_r$
1	zone industrielle	112	135	106	109.5	115.5	103.5
2	zone commerciale	109.5	135	103.5	106	112	100
3	zone mixte commerciale et résidentielle	106	134	100	103.5	109.5	97
4	zone résidentielle	103.5	129	97	100	106	94
5	zone protégée (hôpitaux,...)	100	129	94	100	103.5	94

Tableau 2.2 Valeurs guide pour l'évaluation de l'exposition aux vibrations des personnes dans les bâtiments – valeurs en [dB] (re.1<sup>e</sup>-9m/s)]



Après la détermination de  $KB_{Fmax}$  et  $KB_{FTr}$ , la chaîne de prise de décision est telle qu'illustrée à la figure 2.2. L'évaluation est basée sur la direction dans laquelle le niveau vibratoire maximal est observé.

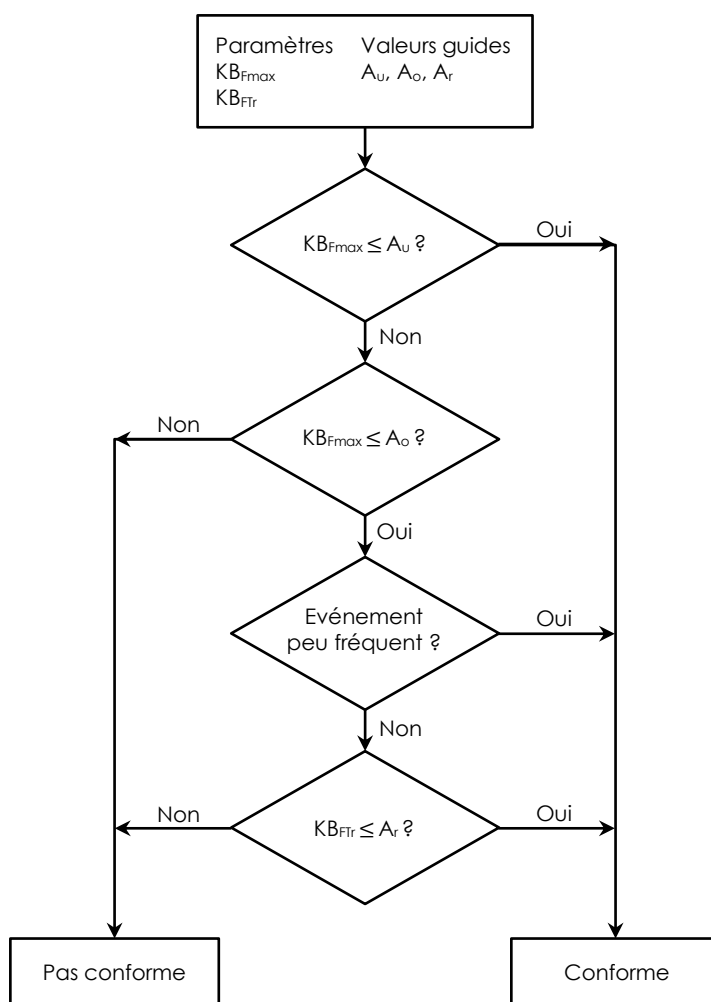


Figure 2.2 Procédure d'évaluation

En résumant, si le niveau vibratoire ne dépasse pas le seuil  $A_u$ , la conformité de la norme est toujours garantie. Si le niveau vibratoire dépasse le seuil  $A_o$ , la norme n'est pas respectée. La période la plus restrictive est celle de nuit. Il est proposé de dimensionner pour toujours respecter la limite  $A_u$ , de sorte que la conformité soit garantie n'importe le nombre de passages par jour. Cette approche évite que les conclusions modifient après une adaptation des fréquences des passages des trams.

## 2.2 VIBRATIONS – DIN 4150-3

La norme DIN 4150-3 concerne l'effet des vibrations sur les bâtiments. Elle donne des valeurs limites pour les vibrations qui, quand elles ne sont pas dépassées, assurent que les vibrations ne causeront pas de dommage aux bâtiments et/ou aux structures.

Le paramètre d'évaluation pour les vibrations est l'amplitude de vitesse vibratoire, mesurée sur un point dur du bâtiment, exprimée en mm/s. Les limites dépendent du type de bâtiment et de la fréquence dominante des vibrations, selon le tableau 2.3. Pour des fréquences dominantes au-dessus de 100 Hz, la limite pour 100 Hz s'applique. La dépendance de la fréquence est à interpréter comme suit ; la fréquence dominante est déterminée au moment du niveau vibratoire maximal. Ensuite, l'énergie vibratoire totale est attribuée à cette fréquence. En d'autres termes, la vitesse vibratoire maximale mesurée doit être comparée à la valeur limite.

type	nature du bâtiment	limite [mm/s]		
		1 – 10 Hz	10 – 50 Hz	50 – 100 Hz
1	commercial, industriel et similaire	20	20 – 40	40 – 50
2	habitations et similaire comme construction et / ou usage	5	5 – 15	15 – 20
3	structures sensibles	3	3 – 8	8 – 10

Tableau 2.3 Valeurs limites pour l'évaluation des effets des vibrations sur les bâtiments

La figure 2.3 montre les limites d'une manière graphique.

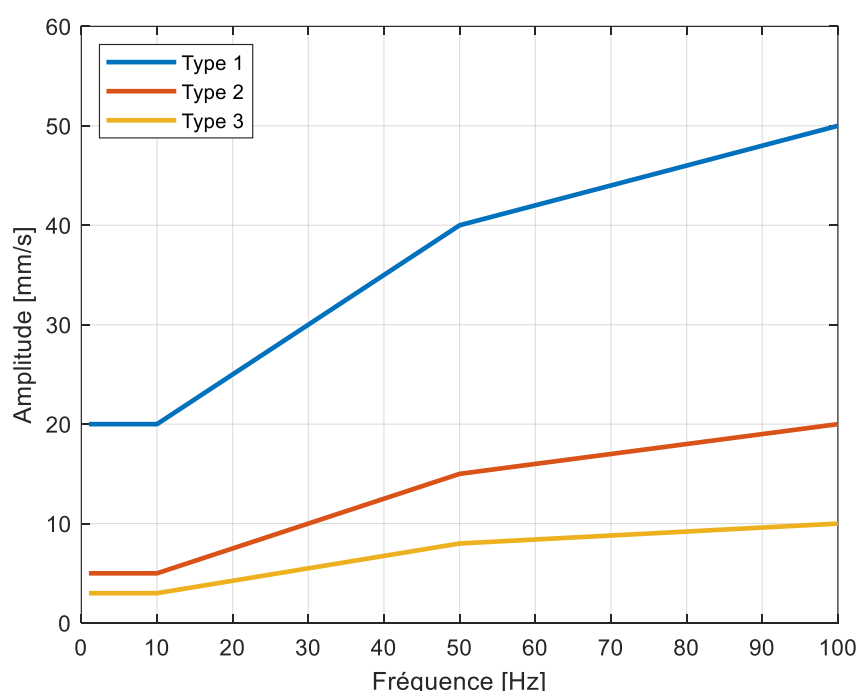


Figure 2.3 Représentation graphique des valeurs limites selon la norme DIN 4150-3

Comme le passage d'un tram ne provoque pas des niveaux vibratoires lesquels dépassent les limites de la norme DIN 4150-3 (sauf potentiellement dans des cas très particuliers), une évaluation spécifiquement dédiée à la norme DIN 4150-3 ne sera pas effectuée. Toutefois, le respect de la norme DIN 4150-2 garantit le respect de la norme DIN 4150-3, comme les

limites applicables de la norme DIN 4150-2 sont significativement plus basses que celle de la norme DIN 4150-3.

## 2.3 BRUIT SOLIDIEN – VDI 2719

La norme VDI 2719 donne des valeurs limites pour le niveau de bruit maximal ( $L_{\max}$ ) à l'intérieur des pièces, selon la période de jour et le type de bâtiment.

type de bâtiment	période d'évaluation	niveau moyen sur tous les passages	niveau maximal pendant un passage
bureaux	jour	40 dB(A)	45 dB(A)
bâtiments avec des chambres à coucher	jour et nuit	40 dB(A) le jour 30 dB(A) la nuit	40 dB(A)
bâtiments avec des exigences spécifiques (e.g. studios)	jour et nuit		30 dB(A)

Tableau 2.4 Valeurs limites selon la norme VDI 2719

Le niveau moyen n'est pas spécifiquement évalué dans le reste du document ; quand le niveau maximal pendant un passage ne dépasse pas le niveau admissible, le niveau moyen sur tous les passages ne le fait non plus. Ceci est le résultat de la fréquence des passages par jour et par nuit. Le calcul est résumé ci-dessous :

- Nombre de passages ;
  - Par jour : 444 (06h00 – 22h00)
  - Par nuit : 57 (22h00 – 06h00)
- Durée d'un passage
  - La durée est maximale quand la vitesse est minimale ; c'est une hypothèse conservatrice, car le niveau de bruit solide sera moins important quand la vitesse est réduite.
  - Longueur maximale d'un véhicule (plusieurs rames) ; 56 m
  - Temps de passage pour une vitesse de 30 km/h : 6.7 secondes
- On assume que, pendant le passage, le niveau du bruit maximal est présent. La correction à appliquer sur le niveau maximal est le suivant :  $10 \times \log_{10}(T_p \times N / T)$ , avec  $T_p$  le temps de passage,  $N$  le nombre de passages et  $T$  la durée de la période d'évaluation (jour / nuit)
  - Pour le jour :  $10 \times \log_{10}(6.7 \times 444 / (16 \times 60 \times 60)) = -12.9$  dB
  - Pour la nuit :  $10 \times \log_{10}(6.7 \times 57 / (8 \times 60 \times 60)) = -18.8$  dB

Pendant le jour, la différence entre le niveau maximal et le niveau moyen est donc 12.9 dB. Pendant la nuit, la différence est 18.8 dB. Avec une différence d'au maximum 10 dB entre le niveau maximal admissible et le niveau moyen admissible (pendant la nuit pour des bâtiments avec des chambres à coucher), le respect du niveau maximal garantit donc le respect du niveau moyen.

### 3 ÉTAT DES LIEUX VIBRATOIRE INITIAL

Ce chapitre présente les résultats des mesures vibratoires de l'état initial.

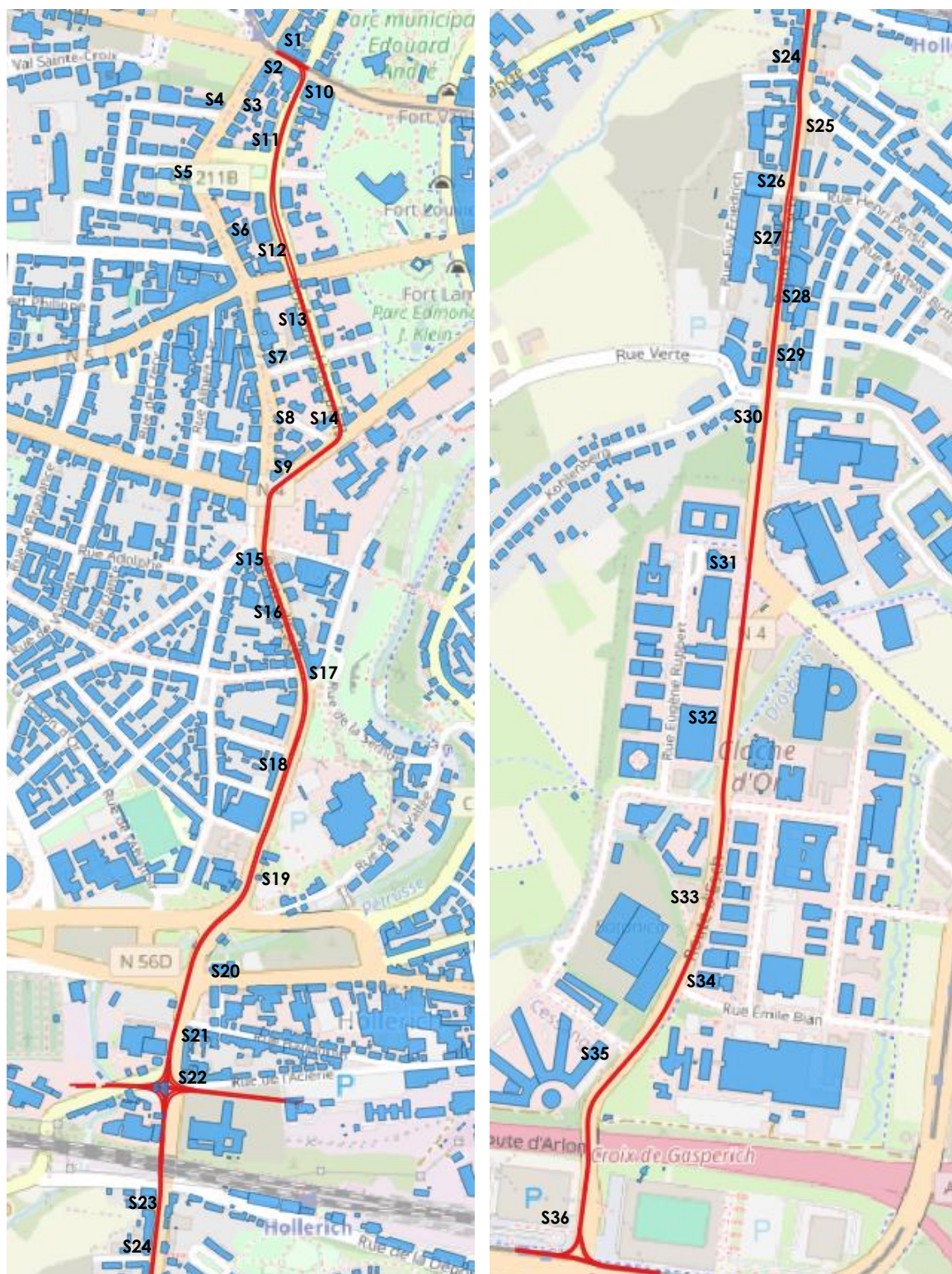


Figure 3.1 Localisation des sections de mesures vibratoires S1 à S36



Une campagne de mesure a été effectuée dans 36 sections dans la zone concernée, afin de déterminer l'état des lieux vibratoire. Les sections de mesure S1 à S36 sont montrées dans la figure 3.1. Des photos sont données dans les figures 3.2 à 3.37, ainsi que le dispositif de mesure. À chaque section, les niveaux vibratoires ont été mesurés dans 3 points de mesures (V1 à V3), indiqués en rouge sur les figures. Le point de mesure indiqué en vert représente l'endroit de l'excitation du sol (à l'endroit du futur rail extérieur) pour les mesures de transmission vibratoire de sol.

Les mesures ont été effectuées selon les exigences avec des accéléromètres dûment calibrés (conforme au manuel de qualité de D2S International) du type Wilcoxon 731A, et ceci le 20, 21, 28 et le 29-01-2025 entre 9h et 18h.

Le tableau 3.1 résume les sections de mesure avec l'adresse la plus proche et les coordonnées LUREF.

Section	Coordonnées (LUREF)	Adresse/ endroit	PAG
S1	76544 E   75408 N	2, Boulevard de la Foire, 1528 Lux.	MIX-u
S2	76511 E   75384 N	58, Bd. Grande-Duchesse Charlotte, 1330 Lux.	MIX-u
S3	76474 E   75313 N	46, Bd. Grande-Duchesse Charlotte, 1330 Lux.	MIX-u
S4	76436 E   75314 N	81, Bd. Grande-Duchesse Charlotte, 1331 Lux.	HAB-2
S5	76380 E   75191 N	67, Bd. Grande-Duchesse Charlotte, 1331 Lux.	MIX-u
S6	76450 E   75100 N	30, Bd. Grande-Duchesse Charlotte, 1330 Lux.	MIX-u
S7	76511 E   74882 N	4A, Bd. Grande-Duchesse Charlotte, 1330 Lux.	MIX-u
S8	76528 E   74779 N	7, Rue du Fort Rheinsheim, 2419 Lux.	MIX-u
S9	76523 E   74674 N	36, Avenue Marie-Thérèse, 2132 Lux.	MIX-u
S10	76575 E   75331 N	35, Boulevard Joseph II, 1840 Lux.	BEP
S11	76515 E   75241 N	2, Place Winston Churchill, 1340 Lux.	MIX-u
S12	76533 E   75066 N	15, Boulevard Joseph II, 1840 Lux.	MIX-u
S13	76571 E   74929 N	9, Boulevard Joseph II, 1840 Lux.	MIX-u
S14	76625 E   74777 N	1, Boulevard Joseph II, 1840 Lux.	MIX-u
S15	76502 E   74523 N	8, Route d'Esch, 1470 Lux.	HAB-1
S16	76533 E   74436 N	24, Route d'Esch, 1470 Lux.	MIX-u
S17	76587 E   74336 N	41, Route d'Esch, 1470 Lux.	MIX-u
S18	76537 E   74188 N	56, Route d'Esch, 1470 Lux.	MIX-u
S19	76495 E   73992 N	83, Route d'Esch, 1470 Lux.	MIX-u
S20	76419 E   73832 N	150, Rue de Hollerich, 1740 Lux.	BEP
S21	76375 E   73726 N	53, Rue Baudouin, 1218 Lux.	MIX-u
S22	76368 E   73640 N	115, Route d'Esch, 1471 Lux.	MIX-u
S23	76323 E   73443 N	180, Route d'Esch, 1471 Lux.	MIX-u
S24	76313 E   73354 N	200, Route d'Esch, 1471 Lux.	MIX-u

Section	Coordonnées (LUREF)	Adresse/ endroit	PAG
S25	76329 E   73259 N	169, Route d'Esch, 1471 Lux.	MIX-u
S26	76289 E   73160 N	240, Route d'Esch, 1471 Lux.	MIX-u
S27	76280 E   73060 N	266, Route d'Esch, 1471 Lux.	MIX-u
S28	76292 E   72974 N	235, Route d'Esch, 1471 Lux.	MIX-u
S29	76278 E   72846 N	259, Route d'Esch, 1471 Lux.	MIX-u
S30	76241 E   72758 N	310, Route d'Esch, 1471 Lux.	MIX-u
S31	76197 E   72497 N	16, Rue Eugène Ruppert, 2453 Lux.	SPEC-ECO-†
S32	76173 E   72249 N	4, Rue Eugène Ruppert, 2453 Lux.	SPEC-ECO-†
S33	76141 E   71943 N	404, Route d'Esch, 1471 Lux.	SPEC-ECO-†
S34	76143 E   71795 N	1, Rue Emile Bian, 1235 Lux.	SPEC-ECO-†
S35	75977 E   71668 N	12A, Rue Guillaume J. Kroll, 1882 Lux.	SPEC-ECO-†
S36	75924 E   71383 N	420, Route d'Esch, 1471 Lux.	BEP

Tableau 3.1 Sections de mesures vibratoires S1 à S36



Figure 3.2 Section de mesures vibratoires S1 – 2, Boulevard de la Foire, 1528 Lux.

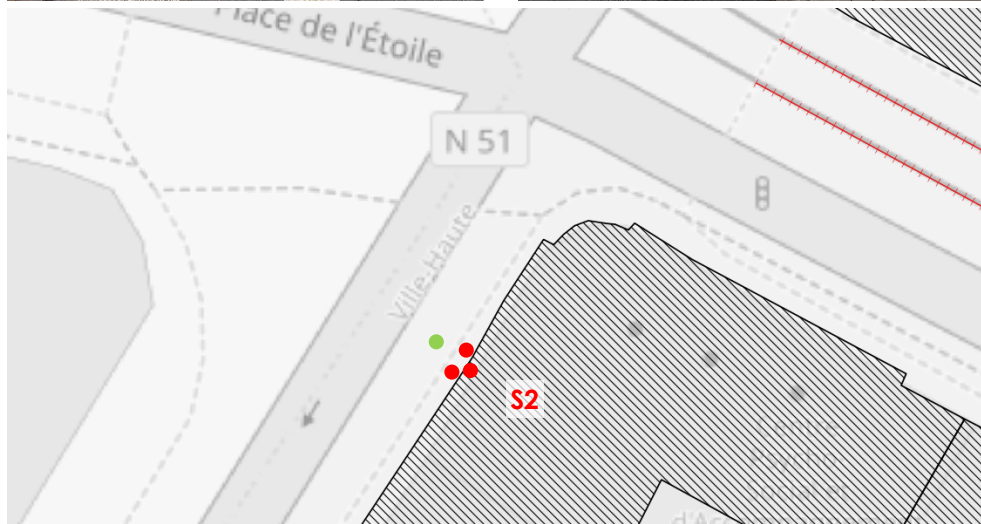


Figure 3.3 Section de mesures vibratoires S2 – 58, Bd. Grande-Duchesse Charlotte, 1330 Lux.

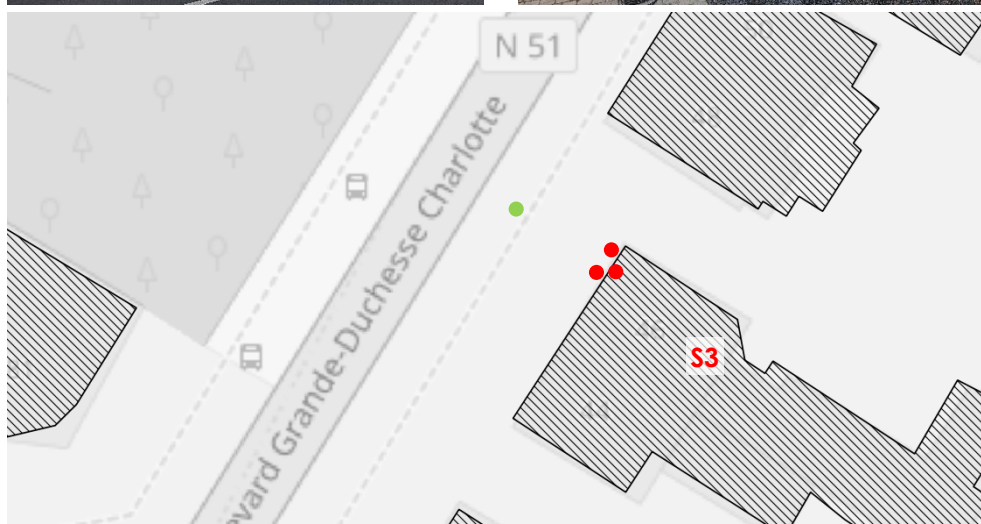


Figure 3.4 Section de mesures vibratoires S3 – 46, Bd. Grande-Duchesse Charlotte, 1330 Lux.



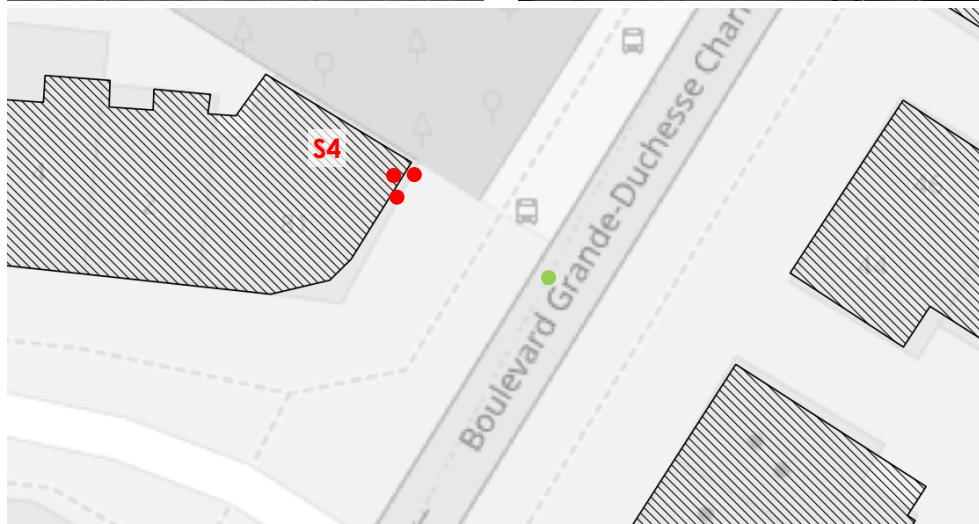


Figure 3.5 Section de mesures vibratoires S4 – 81, Bd. Grande-Duchesse Charlotte, 1331 Lux.

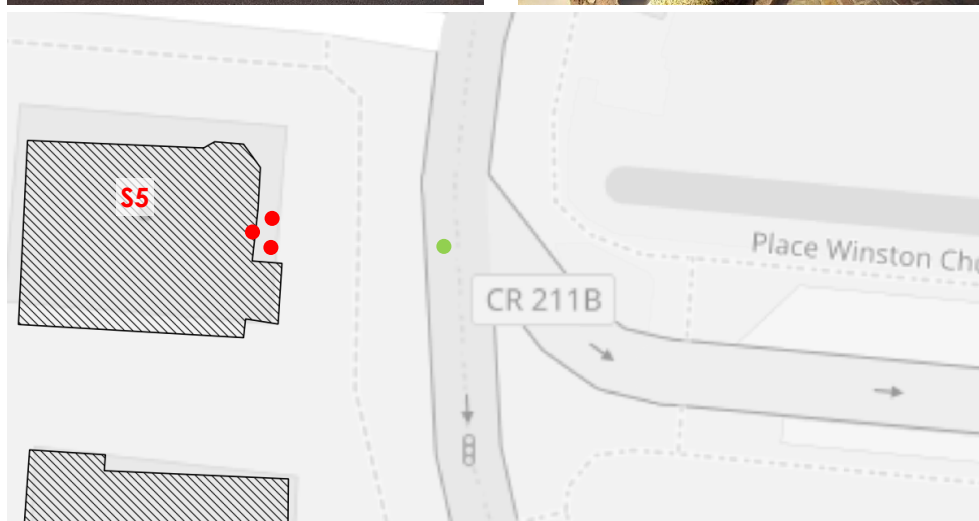
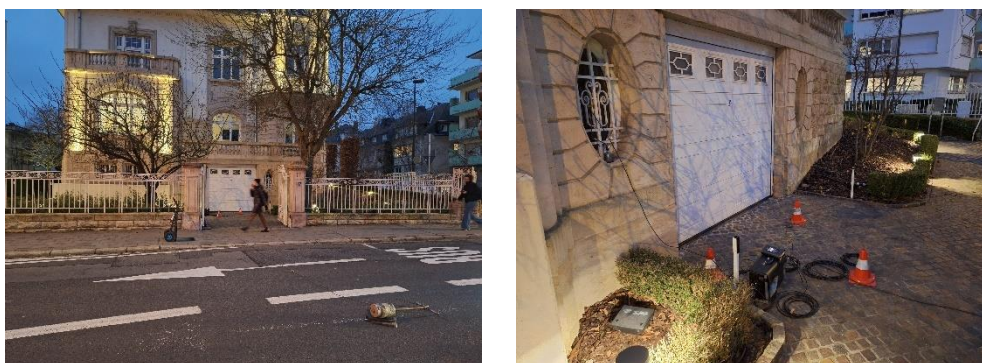


Figure 3.6 Section de mesures vibratoires S5 – 67, Bd. Grande-Duchesse Charlotte, 1330 Lux.



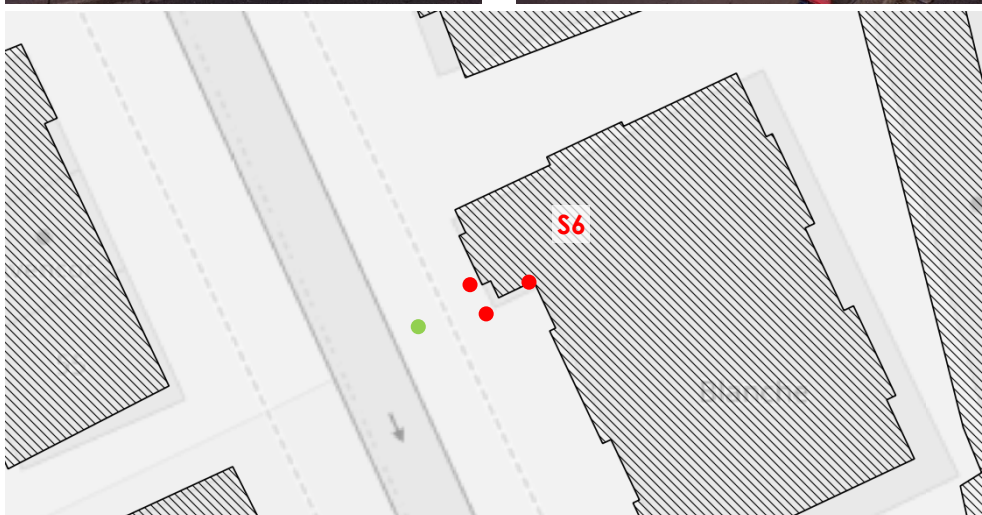


Figure 3.7 Section de mesures vibratoires S6 – 30, Bd. Grande-Duchesse Charlotte, 1331 Lux.

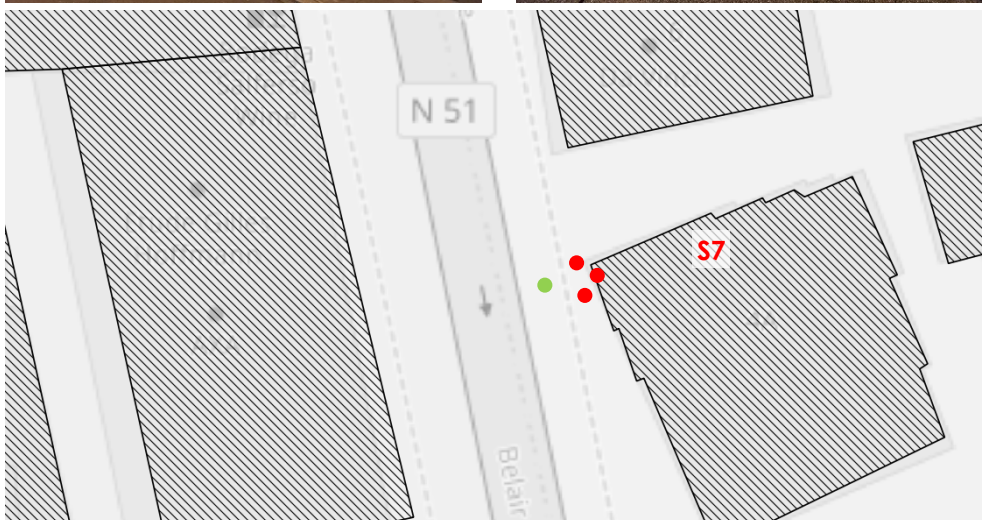


Figure 3.8 Section de mesures vibratoires S7 – 4A, Bd. Grande-Duchesse Charlotte, 1330 Lux.

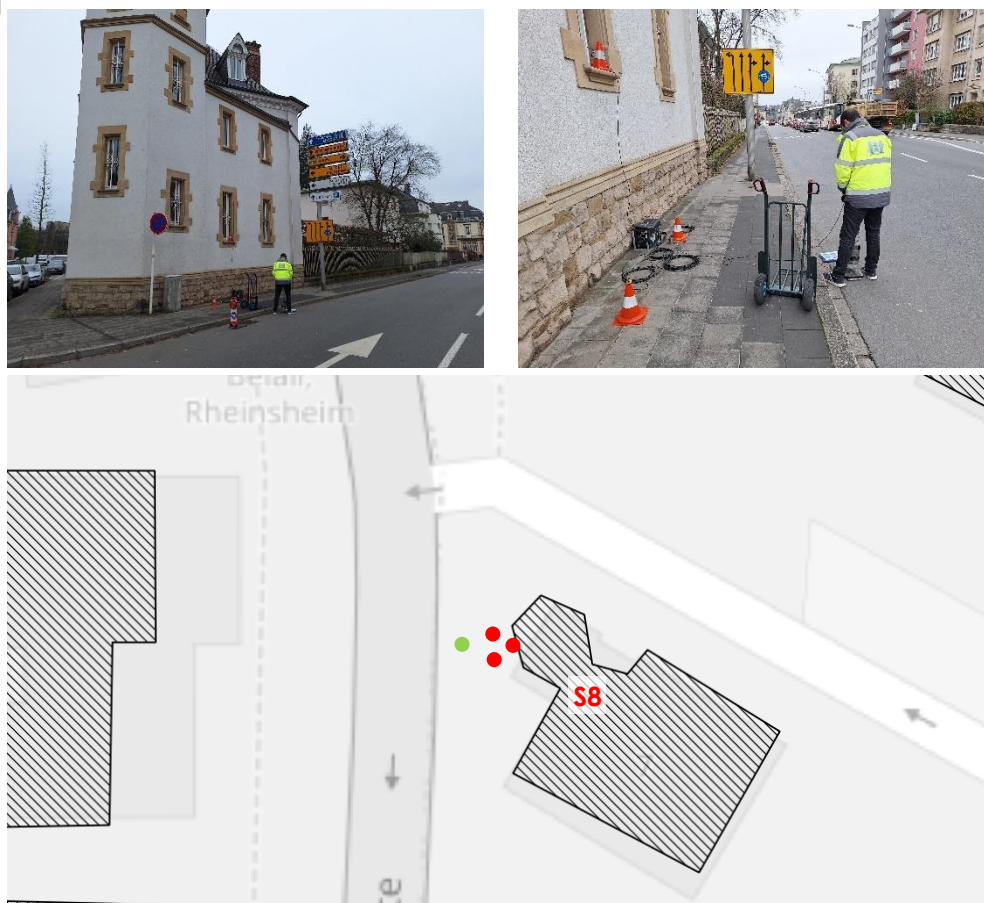


Figure 3.9 Section de mesures vibratoires S8 – 7, Rue du Fort Rheinsheim, 2419 Lux.



Figure 3.10 Section de mesures vibratoires S9 – 36, Avenue Marie-Thérèse, 2132 Lux.



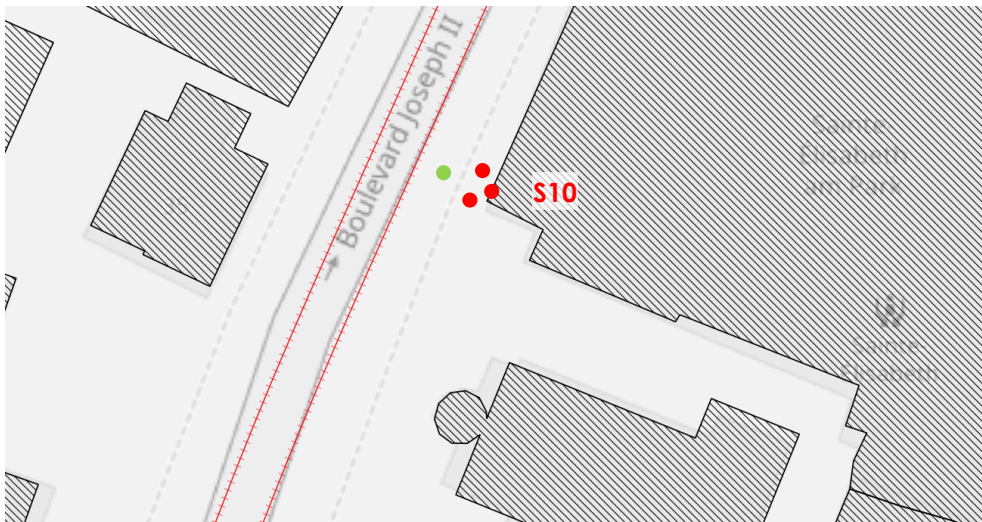
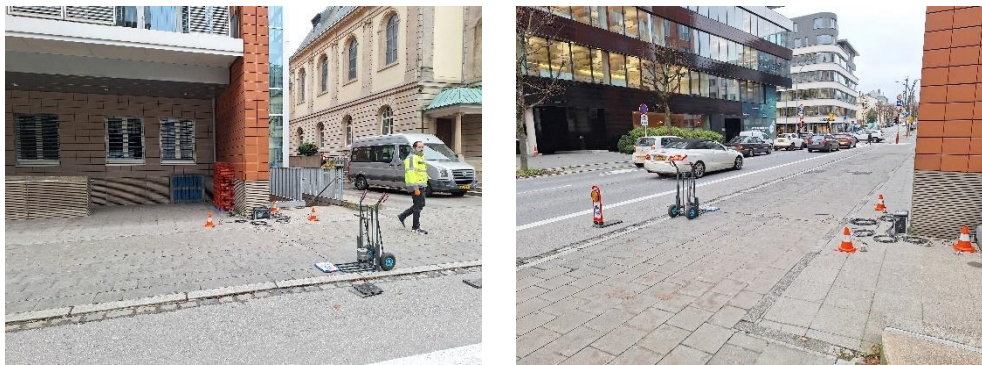


Figure 3.11 Section de mesures vibratoires S10 – 35, Boulevard Joseph II, 1840 Lux.

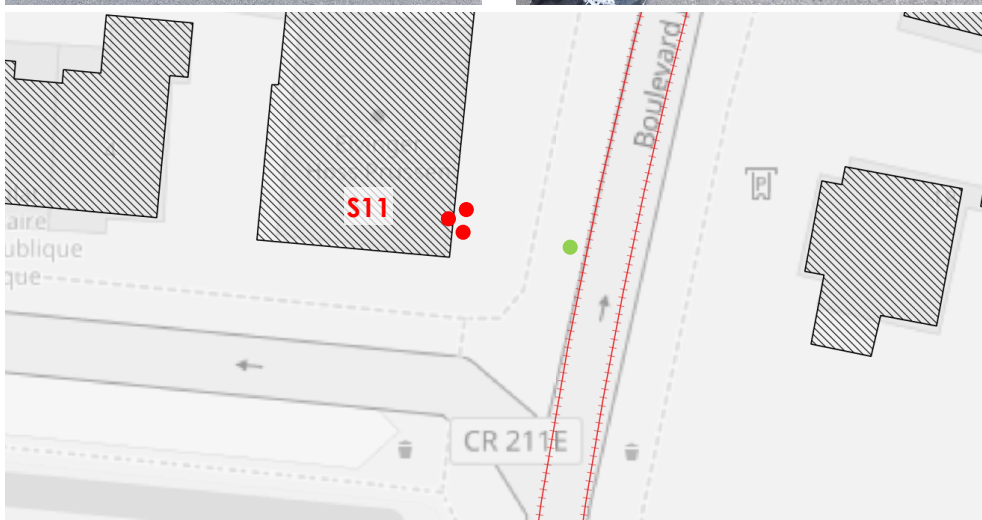


Figure 3.12 Section de mesures vibratoires S11 – 2, Place Winston Churchill, 1340 Lux.



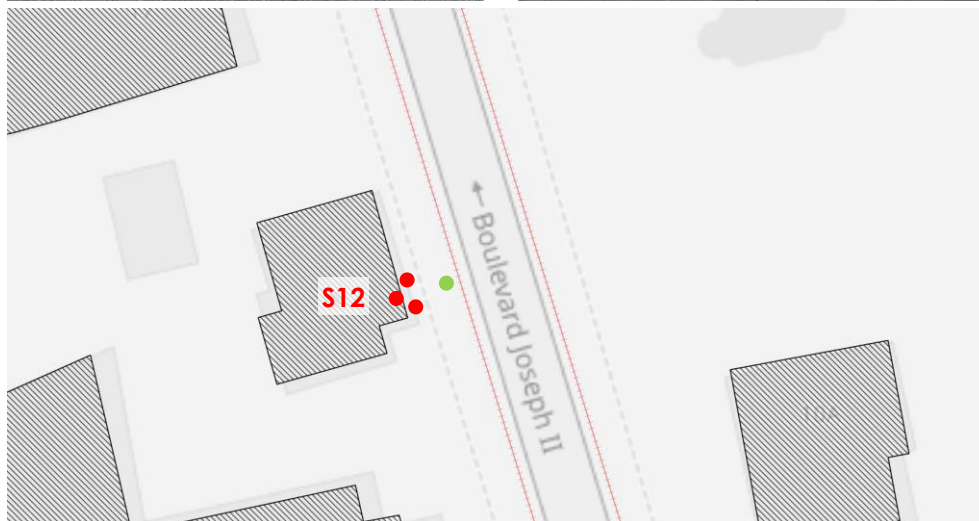


Figure 3.13 Section de mesures vibratoires S12 – 15, Boulevard Joseph II, 1840 Lux.

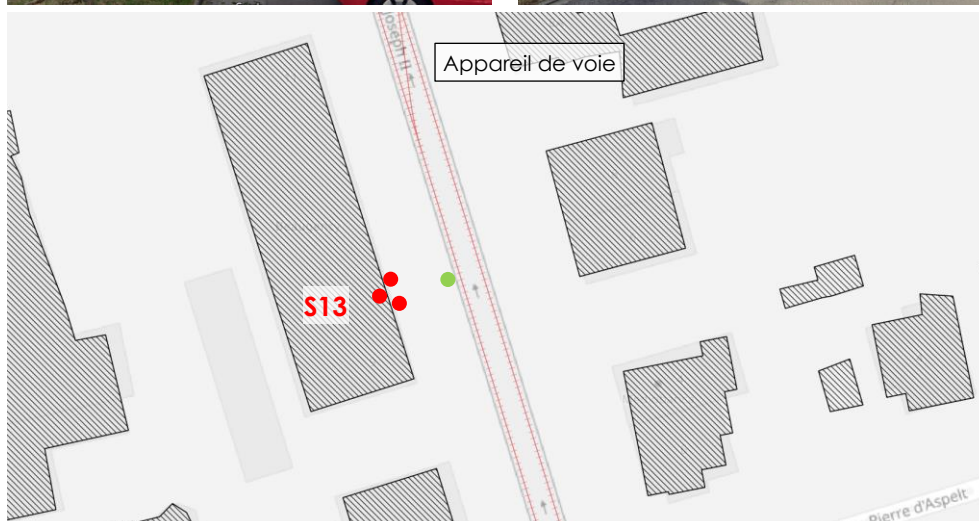
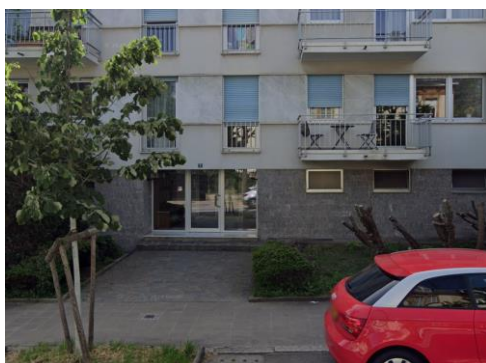


Figure 3.14 Section de mesures vibratoires S13 – 9, Boulevard Joseph II, 1840 Lux.



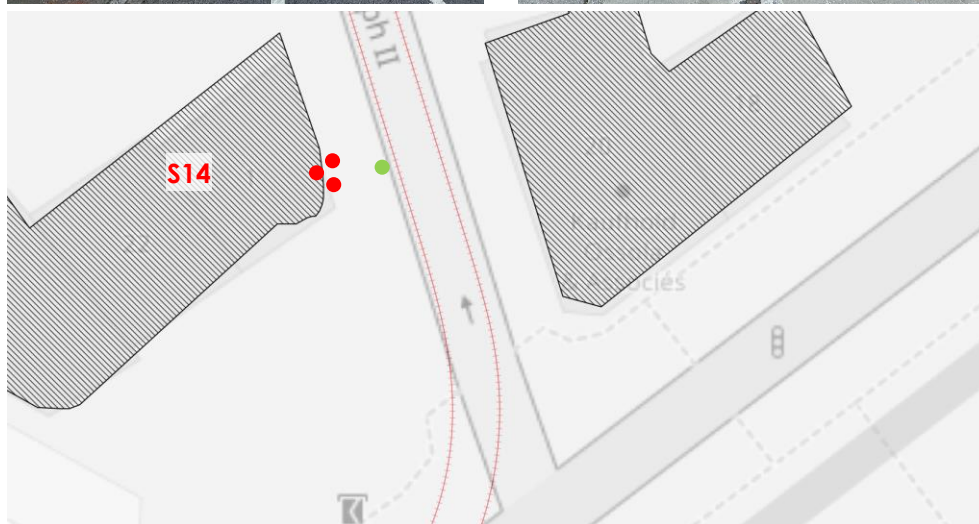


Figure 3.15 Section de mesures vibratoires S14 – 1, Boulevard Joseph II, 1840 Lux.

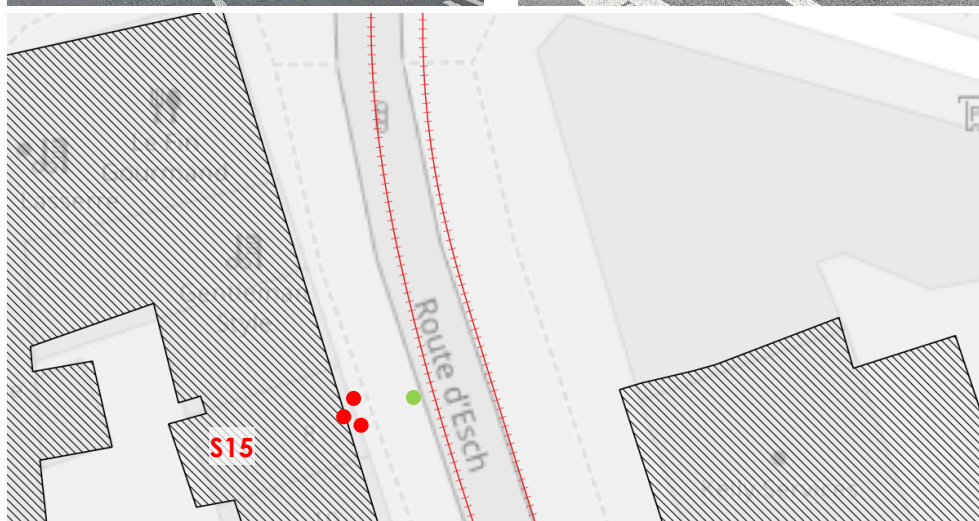


Figure 3.16 Section de mesures vibratoires S15 – 8, Route d'Esch, 1470 Lux.



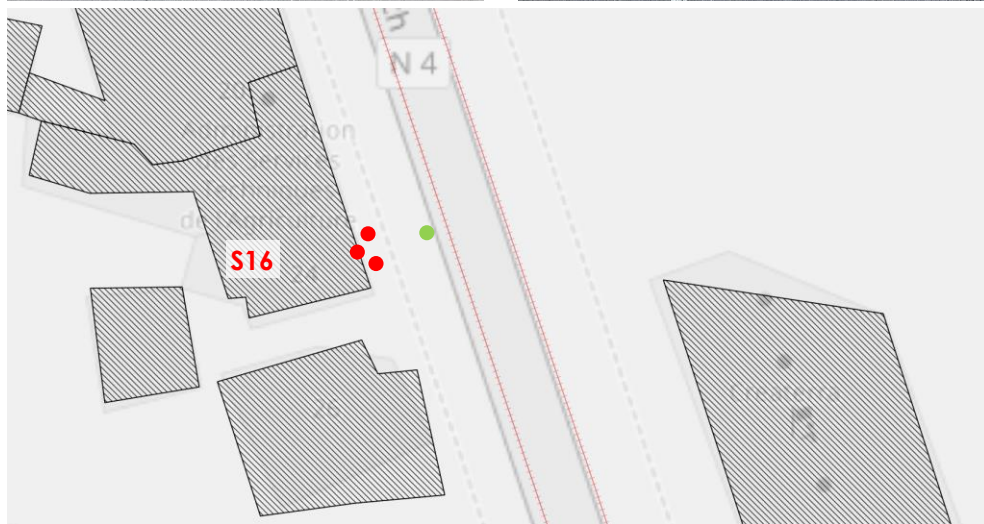
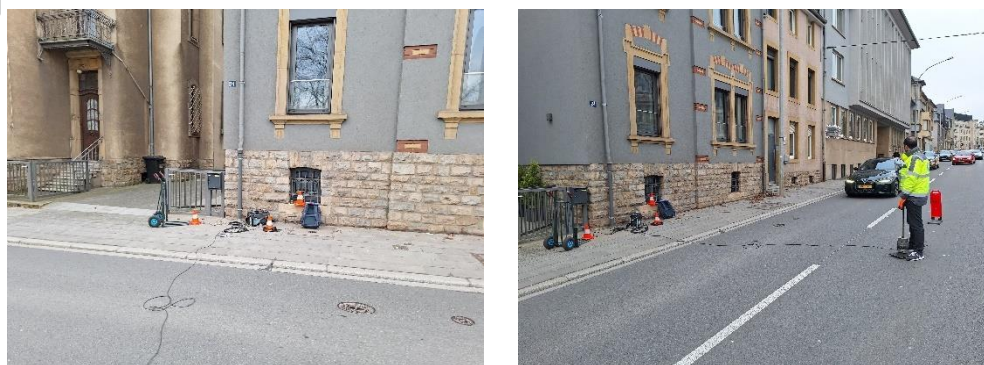


Figure 3.17 Section de mesures vibratoires S16 – 24, Route d'Esch, 1470 Lux.

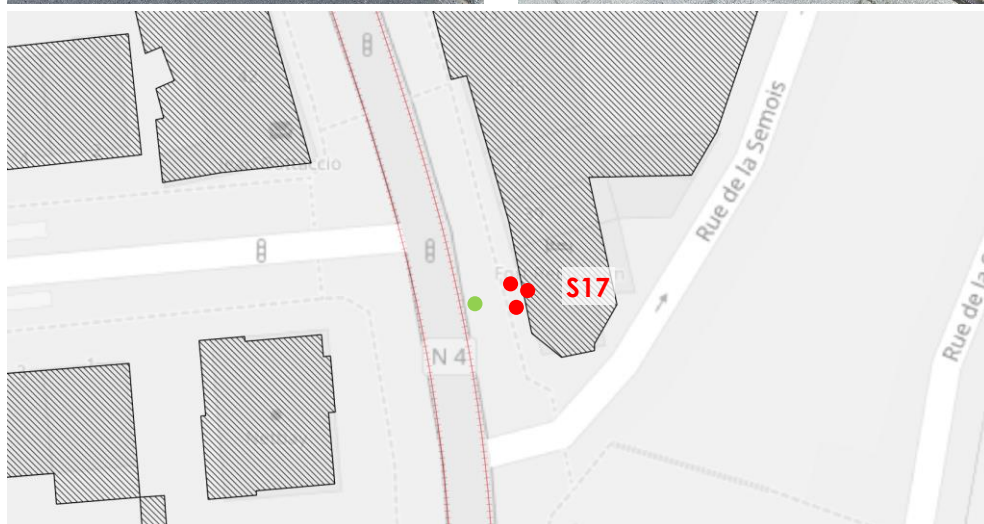


Figure 3.18 Section de mesures vibratoires S17 – 41, Route d'Esch, 1470 Lux.



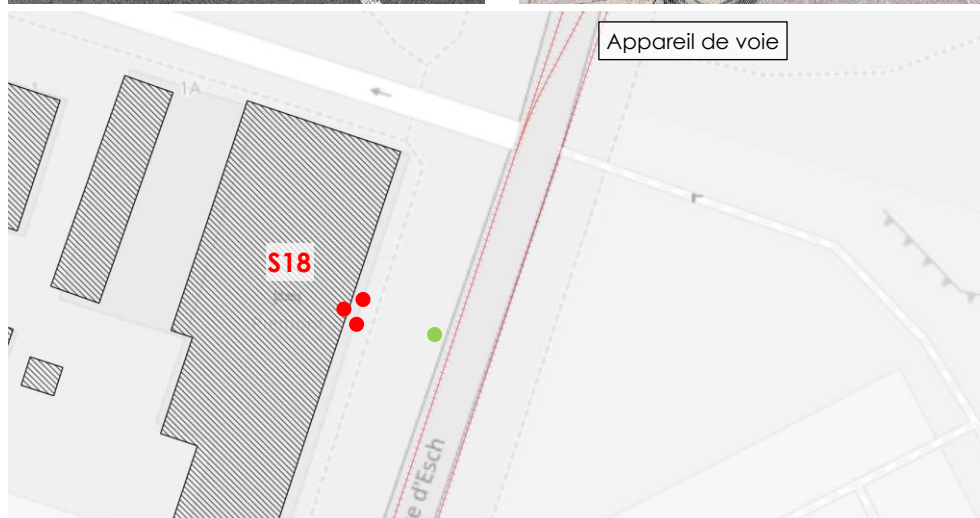


Figure 3.19 Section de mesures vibratoires S18 – 56, Route d'Esch, 1470 Lux.

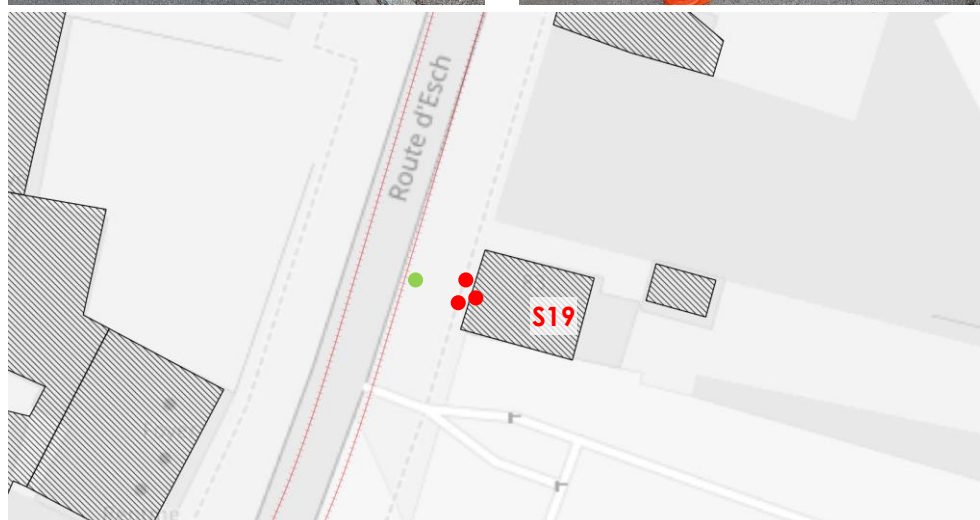
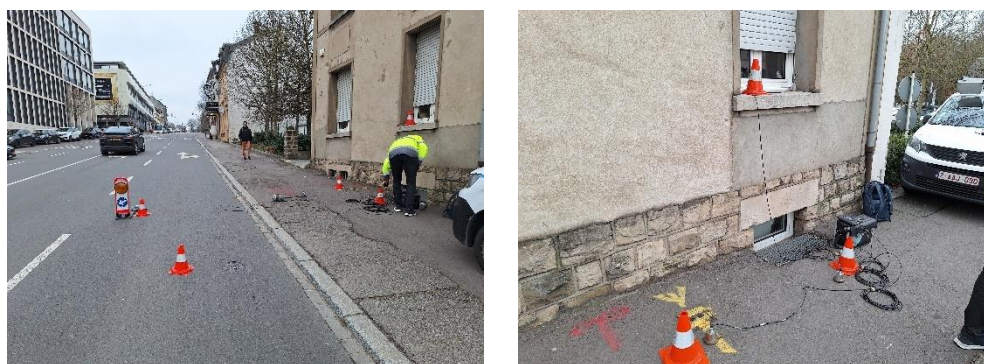


Figure 3.20 Section de mesures vibratoires S19 – 83, Route d'Esch, 1470 Lux.



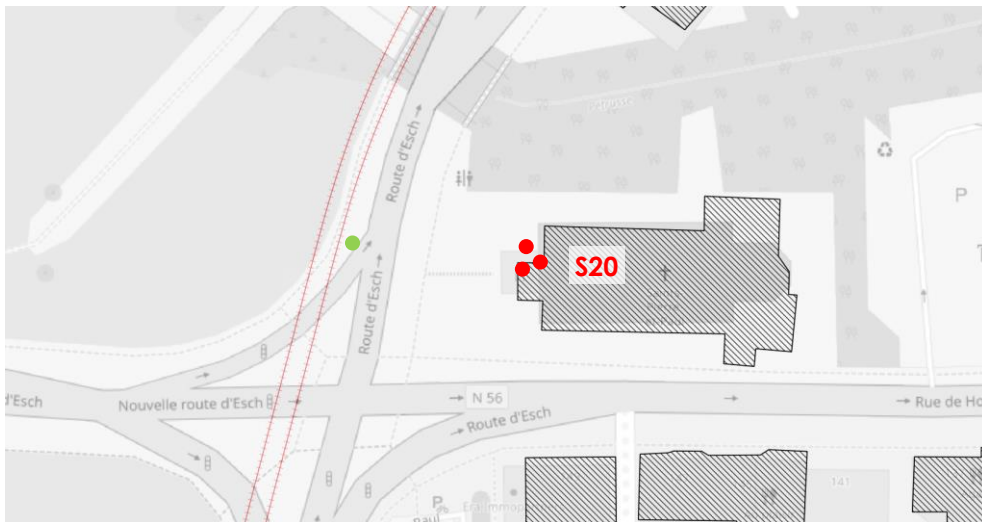


Figure 3.21 Section de mesures vibratoires S20 – 150, Rue de Hollerich, 1740 Lux.

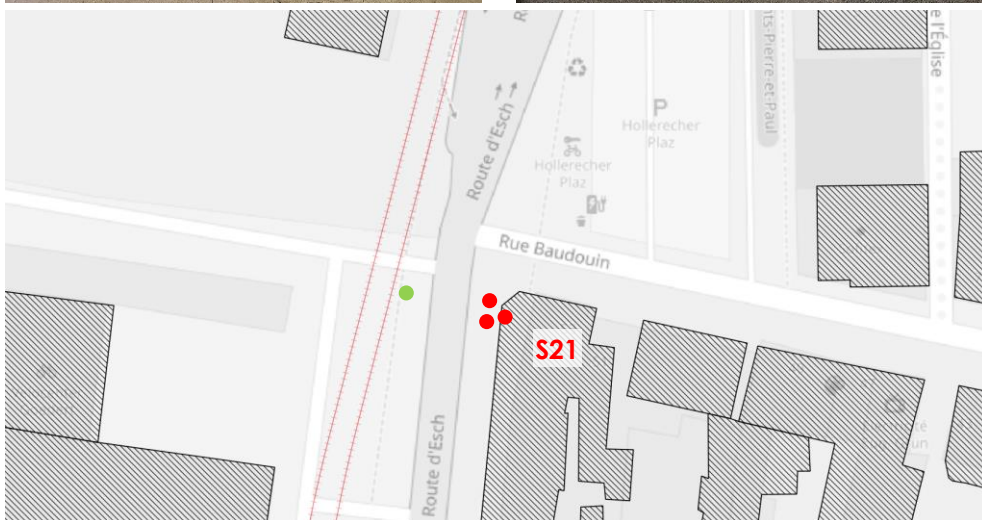
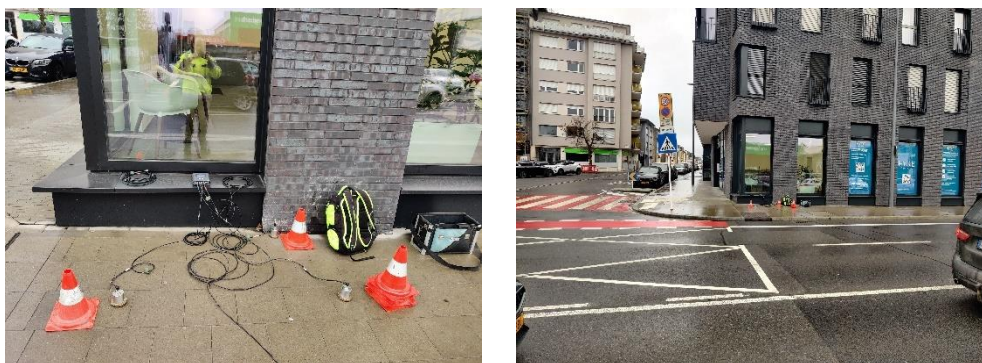


Figure 3.22 Section de mesures vibratoires S21 – 53, Rue Baudouin, 1218 Lux.



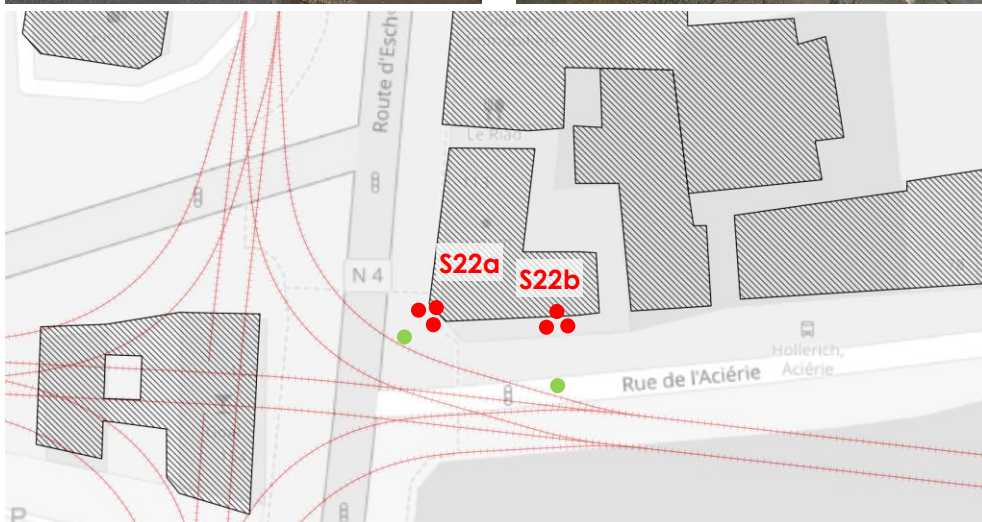


Figure 3.23 Section de mesures vibratoires S22 – 115, Route d'Esch, 1471 Lux.

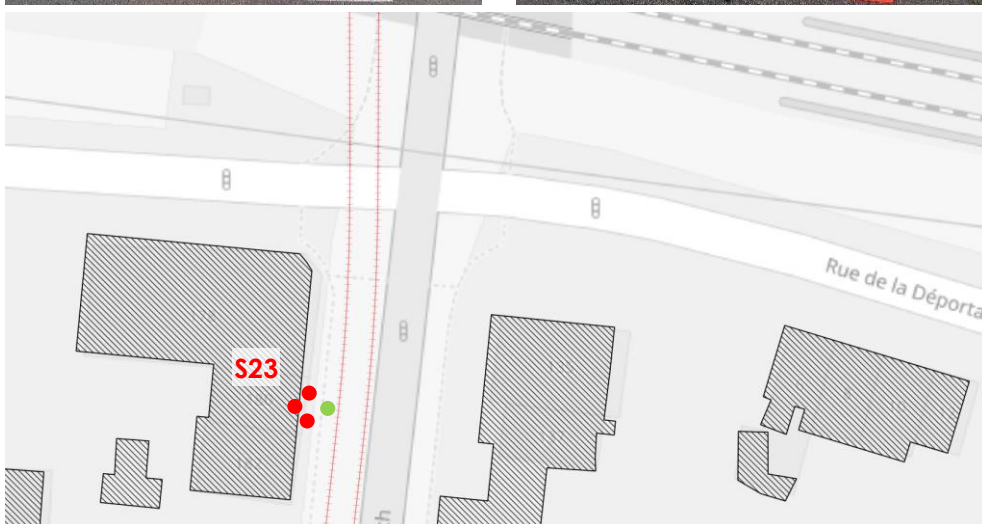
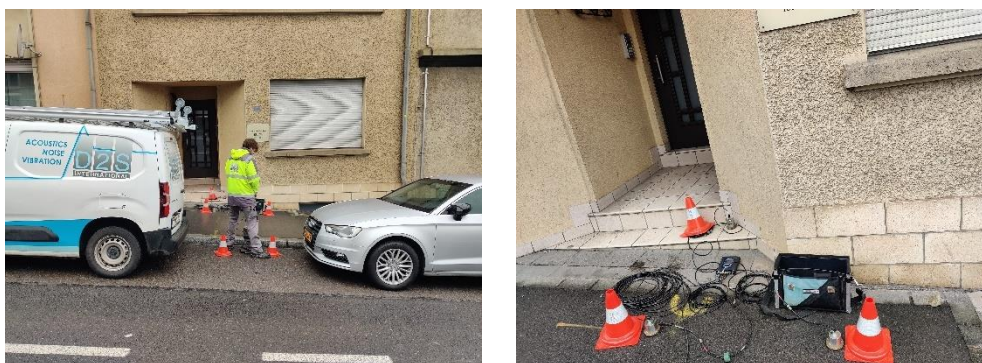


Figure 3.24 Section de mesures vibratoires S23 – 180, Route d'Esch, 1471 Lux.



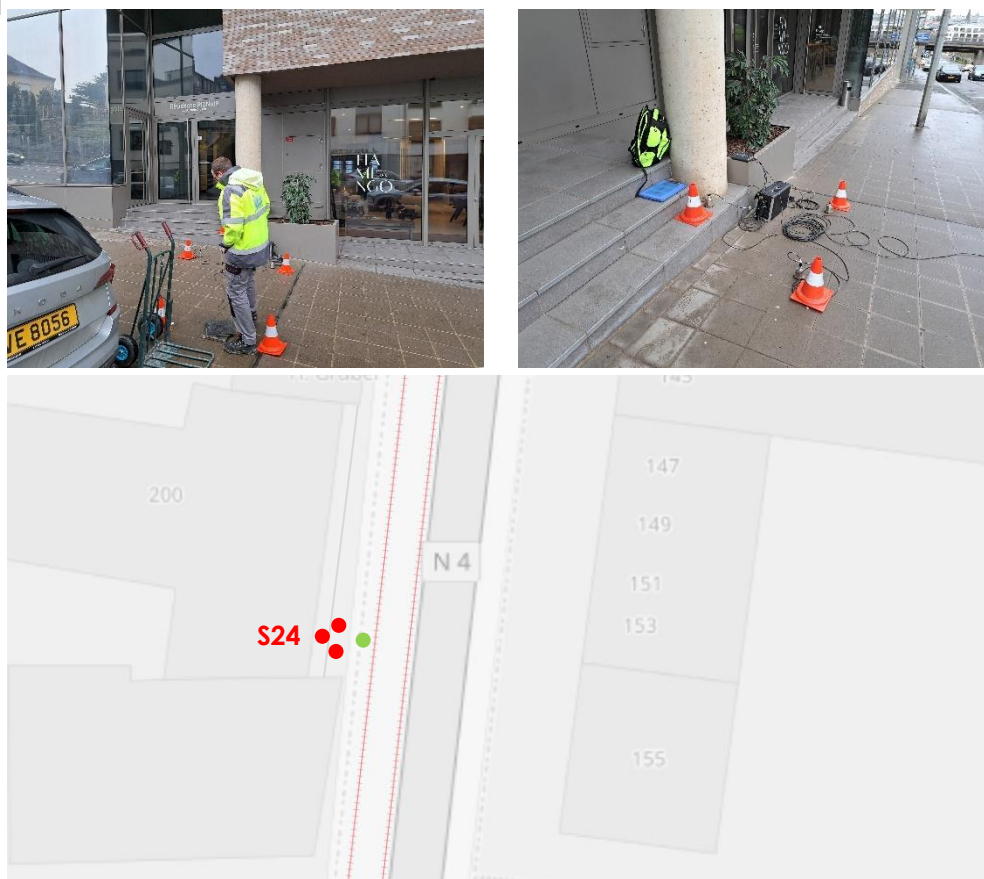


Figure 3.25 Section de mesures vibratoires S24 – 200, Route d'Esch, 1471 Lux.



Figure 3.26 Section de mesures vibratoires S25 – 169, Route d'Esch, 1471 Lux.

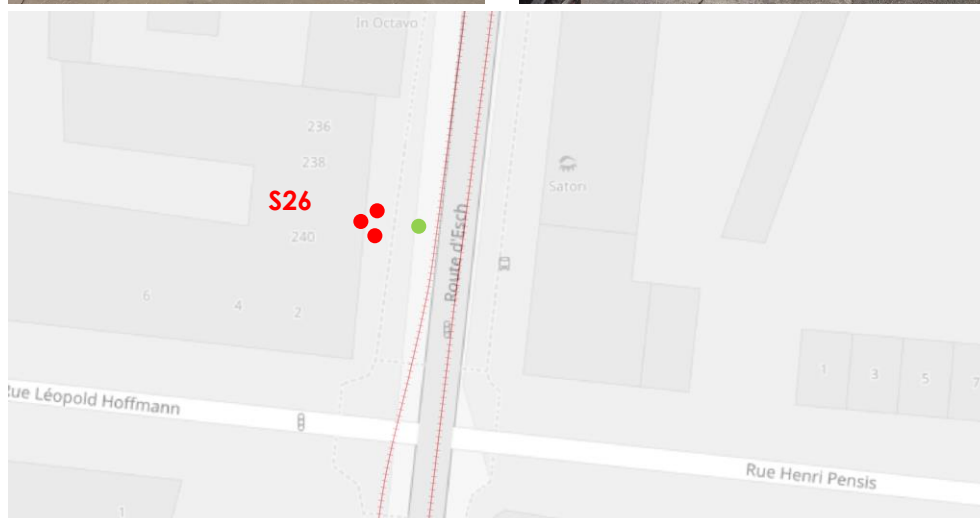
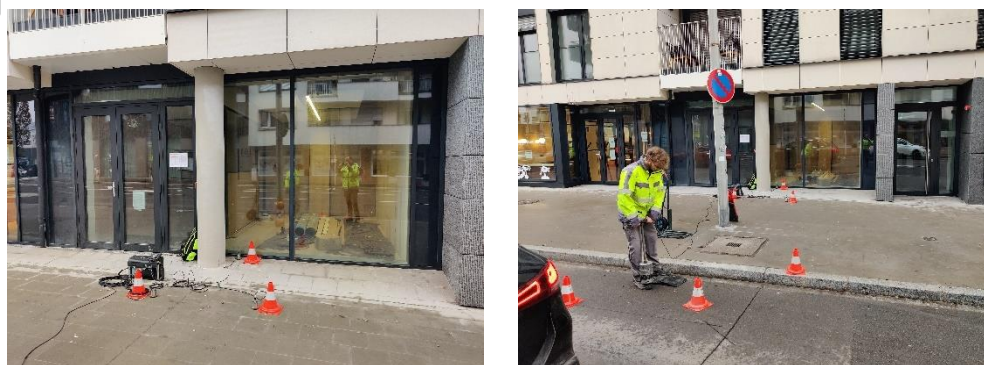


Figure 3.27 Section de mesures vibratoires S26 – 240, Route d'Esch, 1471 Lux.

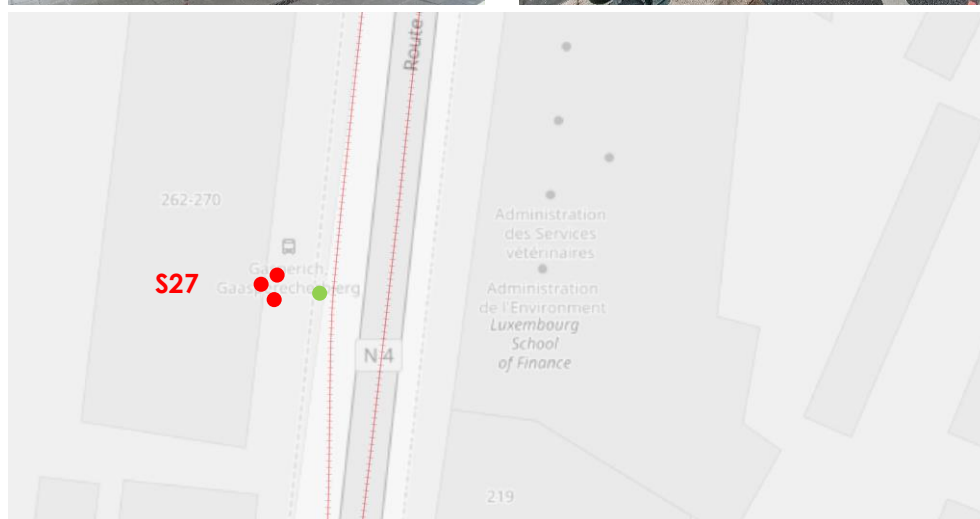
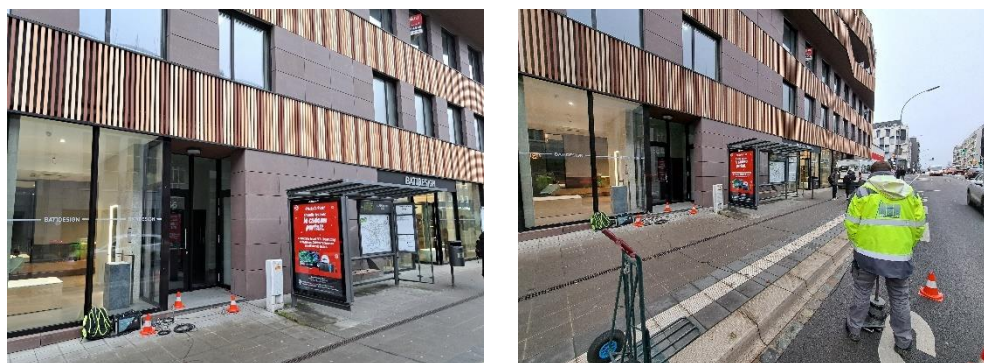


Figure 3.28 Section de mesures vibratoires S27 – 266, Route d'Esch, 1471 Lux.



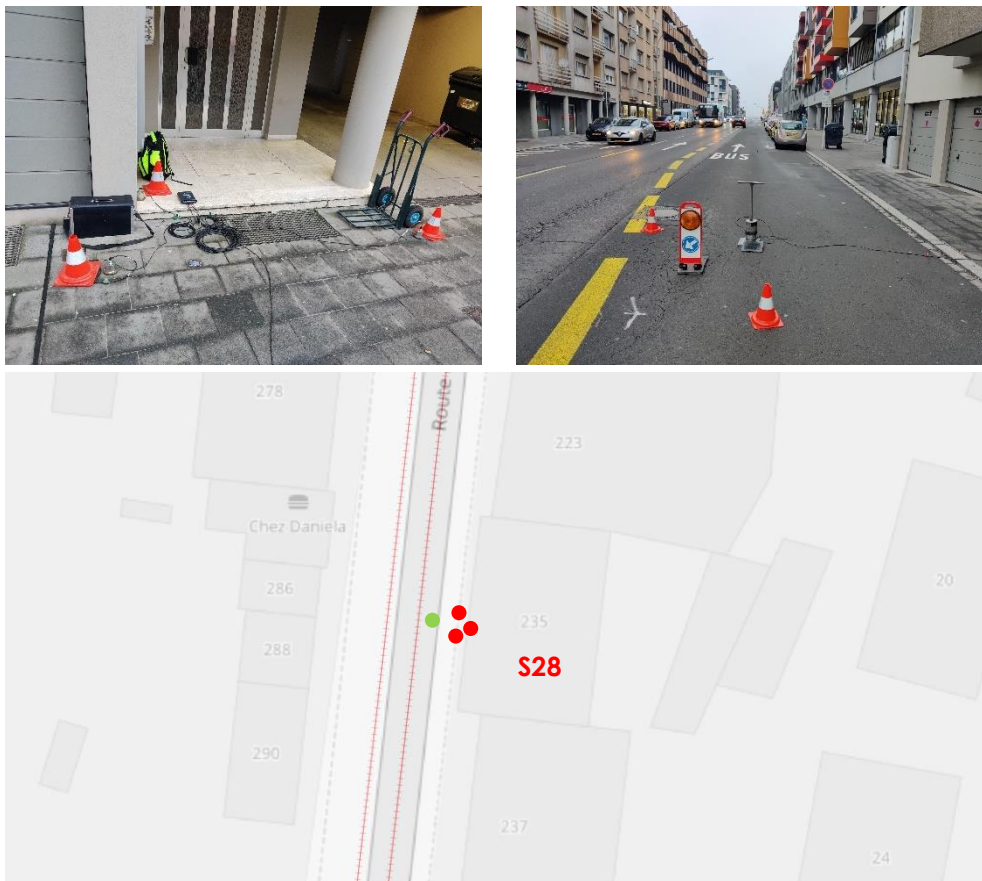


Figure 3.29 Section de mesures vibratoires S28 – 235, Route d'Esch, 1471 Lux.

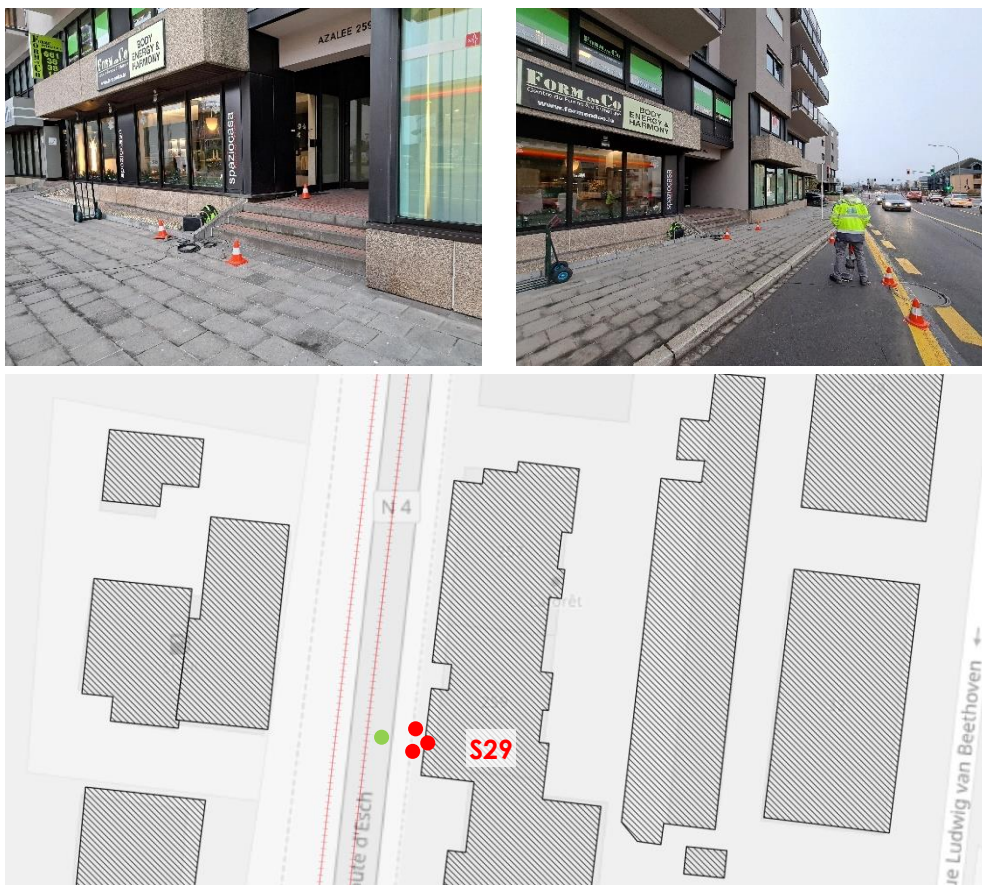


Figure 3.30 Section de mesures vibratoires S29 – 259, Route d'Esch, 1471 Lux.



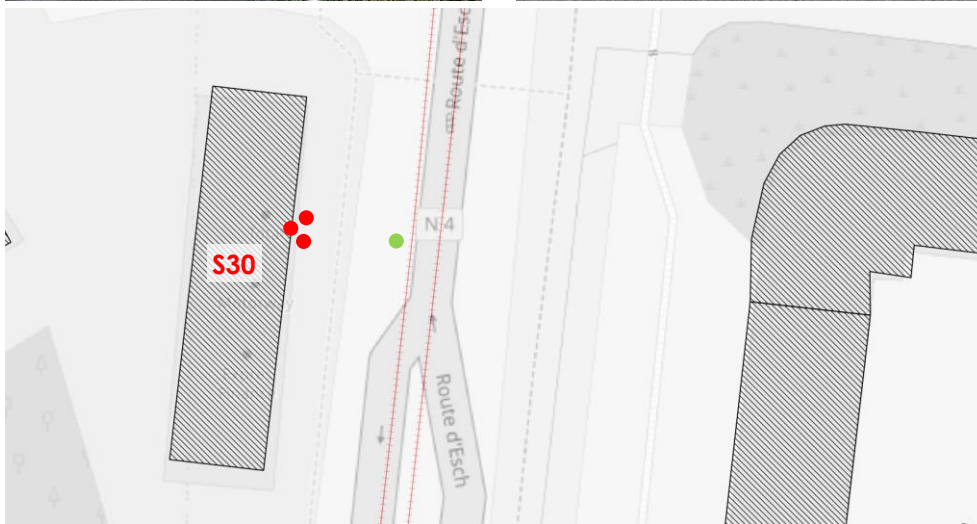
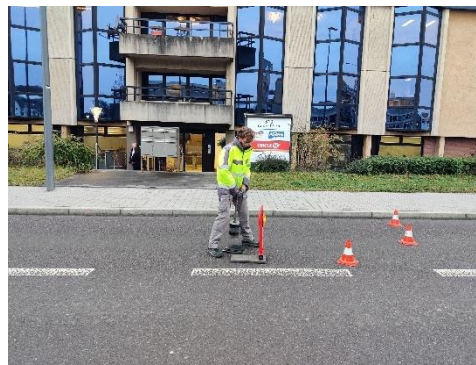
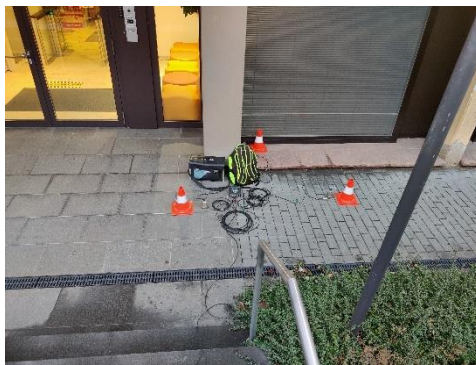


Figure 3.31 Section de mesures vibratoires S30 – 310, Route d'Esch, 1471 Lux.

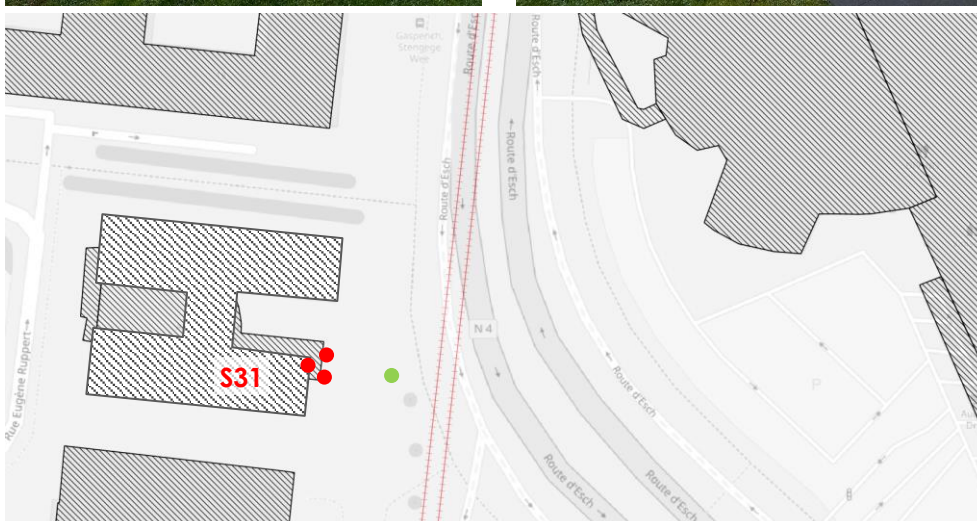
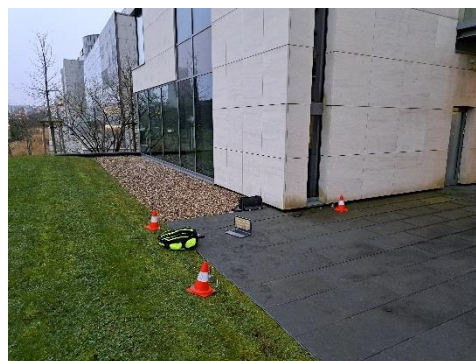


Figure 3.32 Section de mesures vibratoires S31 – 16, Rue Eugène Ruppert, 2453 Lux.



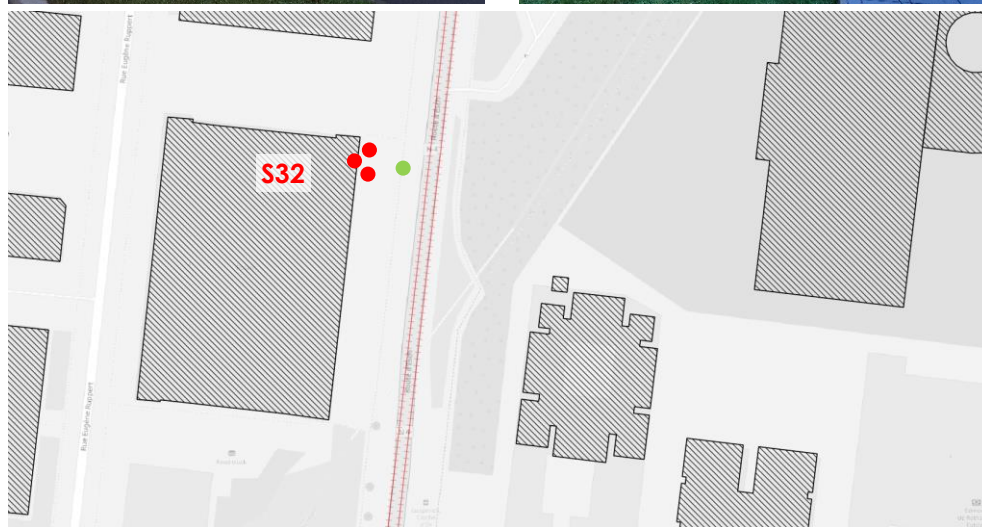


Figure 3.33 Section de mesures vibratoires S32 – 4, Rue Eugène Ruppert, 2453 Lux.

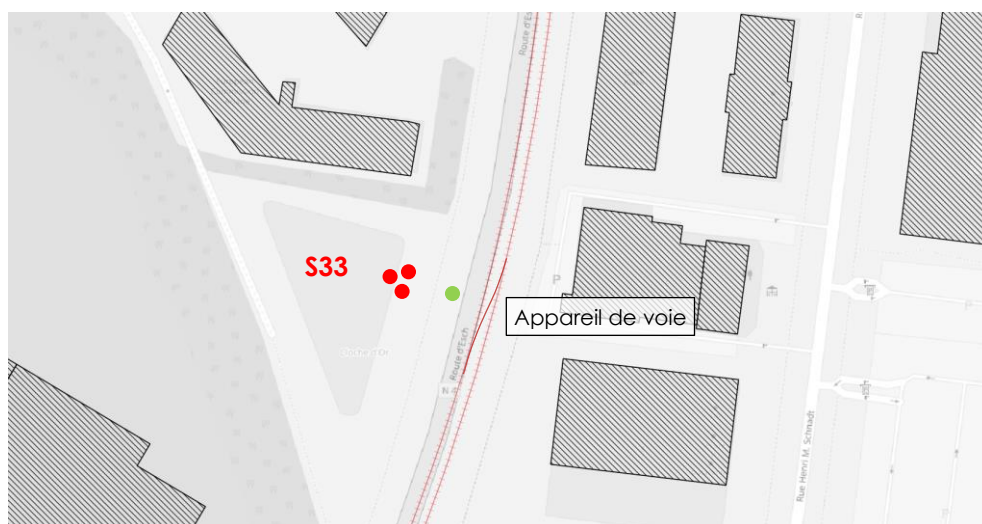
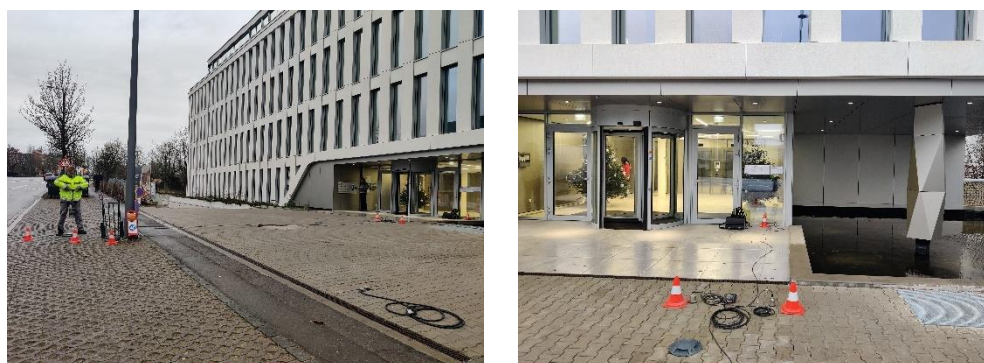


Figure 3.34 Section de mesures vibratoires S33 – 404, Route d'Esch, 1471 Lux.





Figure 3.35 Section de mesures vibratoires S34 – 1, Rue Emile Bian, 1235 Lux.



Figure 3.36 Section de mesures vibratoires S35 – 12A, Rue Guillaume J. Kroll, 1882 Lux



Figure 3.37 Section de mesures vibratoires S36 – 420, Route d'Esch, 1471 Lux.

Pour chaque section considérée, les niveaux vibratoires actuels dus aux trams (le cas échéant), bus, poids lourds et voitures sont mesurés.

Les niveaux vibratoires sont mesurés :

- sur le sol devant la fondation (points V1 et V2) ;
- sur la fondation (point V3).

On mesure pour chaque section considérée :

- le niveau global en fonction du temps ;
- le niveau  $L_{eq}$  pendant au minimum 60 minutes (dB réf.  $1 \cdot 10^{-9}$  m/s) ;
- le niveau  $L_{max}$  dans une période au minimum 60 minutes (dB réf.  $1 \cdot 10^{-9}$  m/s).

Les résultats sont donnés en détail dans l'annexe A. Les 3 graphiques de chacune de ces figures présentent :

- en haut l'évolution du niveau global pour les capteurs V1, V2 et V3 ;
- à gauche le spectre maximal dans la période de mesure ;
- à droite le spectre équivalent pendant la période de mesure pour les capteurs V1, V2 et V3.



La figure 3.38 donne un exemple de résultat pour la section S1.

PROJECT: N5970

SECTION: S1

REC: SQD299\_REC01.dat

REMARQUE: 2 trams

TIME: 21/01/2025 09:17:12

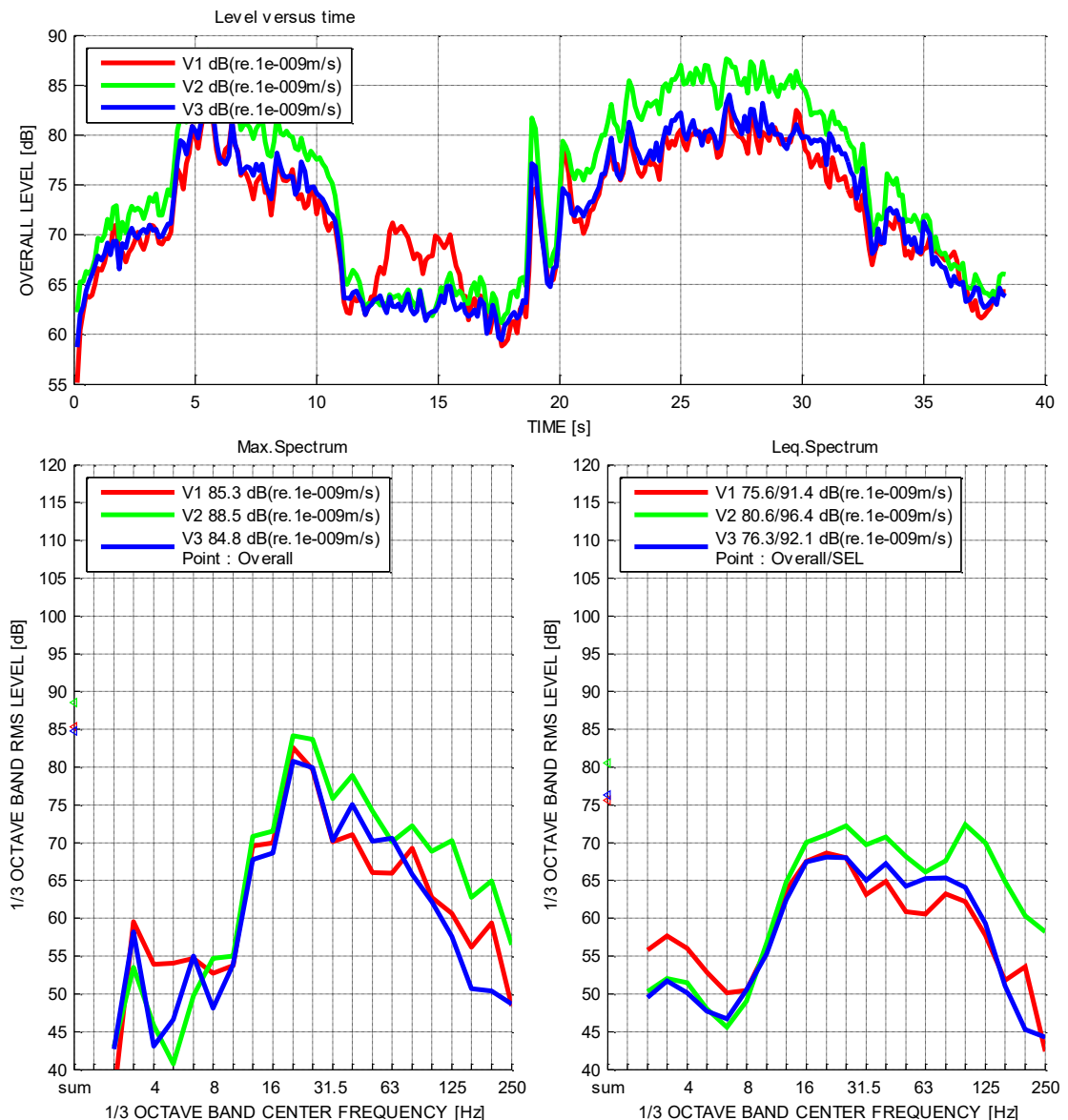


Figure 3.38 Exemple de résultat pour la section S1

Les résultats détaillés sont résumés au tableau 3.2. Le type des véhicules est indiqué, ainsi que le numéro de la page sur laquelle se trouve la figure correspondante dans l'annexe A qui donne les spectres mesurés. Le tableau 3.2 donne également les résultats en valeurs KB.

Les mesures « état initial » sont des mesures de référence. Une évaluation directe n'est pas possible, comme les mesures ont été effectuées à l'extérieur des bâtiments, bien que la norme DIN 4150-2 nécessite une mesure à l'intérieur. Toutefois, en tenant compte de la position des points de mesure, une évaluation indirecte est possible.

- S1 ; niveau maximal de 87.4 dB : même avec une amplification structurelle importante, causée par les résonances des planchers, un dépassement du seuil de 103.5 dB pour une zone mixte est fort improbable.
- S2 ; niveau maximal de 96.6 dB : un dépassement occasionnel du seuil de 103.5 dB est possible.
- S3 ; niveau maximal de 84.5 dB : un dépassement du seuil de 103.5 dB est fort improbable.
- S4 ; niveau maximal de 85.1 dB : même s'il s'agit d'une zone d'habitation, un dépassement du seuil de 100 dB est fort improbable.
- S5 ; niveau maximal faible de 71.7 dB : pas de dépassement du seuil de 103.5 dB à l'intérieur.
- S6 ; niveau maximal faible de 77.8 dB : pas de dépassement du seuil de 103.5 dB à l'intérieur.
- S7 ; niveau maximal faible de 62.2 dB : pas de dépassement du seuil de 103.5 dB à l'intérieur.
- S8 ; niveau maximal faible de 72.4 dB : pas de dépassement du seuil de 103.5 dB à l'intérieur.
- S9 ; niveau maximal de 81.9 dB : un dépassement du seuil de 103.5 dB est fort improbable.
- S10 ; niveau maximal de 92.9 dB : les résultats ne montrent pas d'effet du couplage sol-structure. Vraisemblablement, le point V3 ne se trouvait pas sur la fondation du bâtiment et le point V3 est donc à considérer comme un point devant le bâtiment. Avec ce niveau, mesuré devant le bâtiment, un dépassement du seuil de 103.5 dB pour une zone mixte est fort improbable.
- S11 ; niveau maximal faible de 74.2 dB : pas de dépassement du seuil de 103.5 dB à l'intérieur.
- S12 ; niveau maximal de 89.9 dB : un dépassement du seuil de 103.5 dB est fort improbable.
- S13 ; niveau maximal faible de 77.8 dB : pas de dépassement du seuil de 103.5 dB à l'intérieur.
- S14 ; niveau maximal faible de 79.8 dB : pas de dépassement du seuil de 103.5 dB à l'intérieur.
- S15 ; niveau maximal de 90.1 dB : le niveau de 90.1 dB est observé une seule fois pendant la mesure. Les niveaux restent généralement en dessous de 80 dB. Des dépassements du seuil de 100 dB pour une zone d'habitation ne sont donc pas attendus.
- S16 ; niveau maximal de 88.8 dB : un dépassement du seuil de 103.5 dB est fort improbable.

- S17 ; niveau maximal de 84.5 dB : un dépassement du seuil de 103.5 dB est fort improbable.
- S18 ; niveau maximal faible de 74.3 dB : pas de dépassement du seuil de 103.5 dB à l'intérieur.
- S19 ; niveau maximal de 87.2 dB : un dépassement du seuil de 103.5 dB est fort improbable.
- S20 ; niveau maximal faible de 76.7 dB : pas de dépassement du seuil de 103.5 dB à l'intérieur.
- S21 ; niveau maximal de 88.7 dB : un dépassement du seuil de 103.5 dB est fort improbable.
- S22 ; niveau maximal de 99.1 dB : de tels niveaux ne sont pas observés régulièrement. Toutefois, des dépassements occasionnels du seuil de 103.5 dB à l'intérieur ne peuvent pas être exclus.
- S23 ; niveau maximal de 103.3 dB : des dépassements du seuil de 103.5 dB à l'intérieur sont attendus.
- S24 ; niveau maximal de 98.7 dB : des dépassements occasionnels du seuil de 103.5 dB à l'intérieur ne peuvent pas être exclus.
- S25 ; niveau maximal de 90.4 dB : des dépassements occasionnels du seuil de 103.5 dB à l'intérieur ne peuvent pas être exclus.
- S26 ; niveau maximal de 83.1 dB : un dépassement du seuil de 103.5 dB est fort improbable.
- S27 ; niveau maximal de 92.3 dB : des dépassements occasionnels du seuil de 103.5 dB à l'intérieur ne peuvent pas être exclus.
- S28 ; niveau maximal de 92.8 dB : des dépassements occasionnels du seuil de 103.5 dB à l'intérieur ne peuvent pas être exclus.
- S29 ; niveau maximal de 84.0 dB : un dépassement du seuil de 103.5 dB est fort improbable.
- S30 ; niveau maximal de 81.1 dB : un dépassement du seuil de 103.5 dB est fort improbable.
- S31 ; niveau maximal de 89.7 dB : ce niveau est observé qu'une seule fois. En général, des dépassements du seuil de 103.5 dB ne sont pas attendus.
- S32 ; niveau maximal de 95.6 dB : ces niveaux sont causés par un chantier actif à courte proximité de ce point de mesure. Des dépassements à cause du trafic routier ne sont pas attendus.
- S33 ; niveau maximal de 91.1 dB : des dépassements occasionnels du seuil de 103.5 dB à l'intérieur ne peuvent pas être exclus.
- S34 ; niveau maximal de 90.6 dB : des dépassements occasionnels du seuil de 103.5 dB à l'intérieur ne peuvent pas être exclus.
- S35 ; niveau maximal de 90.5 dB : le niveau mesuré était généralement plus faible. Le bâtiment est localisé loin de la route, mais les capteurs vibratoires se trouvaient près d'un parking. Des dépassements du seuil de 103.5 dB à l'intérieur ne sont pas attendus.
- S36 ; niveau maximal de 81.4 dB : un dépassement du seuil de 103.5 dB est fort improbable.

Section	record_ID	Heure	Type de véhicule	Niveau vibratoire en dB						Niveau vibratoire en KB			page annexe A
				L <sub>max</sub>			L <sub>eq</sub>			KB <sub>Fmax</sub>			
				V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	
				(re. 1 e-9m/s)									
S1	SQD299_REC01	09:17:12	2 trams	85.3	88.5	84.8	75.6	80.6	76.3	0.02	0.03	0.02	A - 1
	SQD299_REC02	09:17:53	3 trams	84.7	89.7	87.4	71.2	75.5	72.2	0.02	0.03	0.02	A - 1
	SQD299_REC03_01	09:24:16	5 trams	85.3	91.4	85.8	71.2	76.0	72.4	0.02	0.04	0.02	A - 2
	SQD299_REC03_02	09:34:02	4 trams	85.2	91.3	86.0	71.0	75.8	72.2	0.02	0.04	0.02	A - 2
	SQD299_REC04	09:46:58	>12 trams	86.0	93.9	87.0	70.8	76.0	71.8	0.02	0.05	0.02	A - 3
	SQD299_REC05_01	09:59:33	2 trams	85.6	93.1	86.0	69.1	74.6	70.1	0.02	0.05	0.02	A - 3
	SQD299_REC05_02	10:06:27	5 trams	86.3	91.6	86.8	71.7	76.6	72.9	0.02	0.04	0.02	A - 4
	SQD299_REC05_03	10:14:44	4 trams	85.6	92.2	85.9	71.4	76.5	72.5	0.02	0.04	0.02	A - 4
S2	REC001	09:33:28	Voitures, véhicules lourds	96.3	94.2	86.6	81.7	79.1	78.1	0.07	0.05	0.02	A - 5
	REC002_01	09:37:54	Voitures, véhicules lourds	95.0	91.6	88.3	82.2	79.7	78.8	0.06	0.04	0.03	A - 5
	REC002_02	09:40:50	Voitures, véhicules lourds	98.2	95.8	88.6	81.7	79.1	79.3	0.08	0.06	0.03	A - 6
	REC003_01	09:48:48	Voitures, véhicules lourds	102.5	98.1	93.1	81.7	79.1	79.5	0.13	0.08	0.05	A - 6
	REC003_02	09:57:08	Voitures, véhicules lourds	99.2	96.7	94.9	81.8	79.3	79.3	0.09	0.07	0.06	A - 7
	REC004_01	10:04:27	Voitures, véhicules lourds	99.5	96.4	91.5	81.6	78.9	79.1	0.09	0.07	0.04	A - 7
	REC004_02	10:13:41	Voitures, véhicules lourds	98.3	96.9	91.7	81.5	79.0	79.2	0.08	0.07	0.04	A - 8
	REC005_01	10:19:58	Voitures, véhicules lourds	101.3	98.0	93.2	80.9	78.6	78.9	0.12	0.08	0.05	A - 8
S3	REC005_02	10:27:28	Voitures, véhicules lourds	97.3	94.2	96.6	81.5	78.9	79.3	0.07	0.05	0.07	A - 9
	REC001_01	09:17:31	Voitures, véhicules lourds	83.9	85.4	83.0	68.1	68.5	67.8	0.02	0.02	0.01	A - 9
	REC001_02	09:27:53	Voitures, véhicules lourds	85.3	85.7	84.5	68.3	68.6	67.9	0.02	0.02	0.02	A - 10
	REC002_01	09:37:29	Voitures, véhicules lourds	84.3	84.9	83.3	68.5	68.8	68.0	0.02	0.02	0.01	A - 10
	REC002_02	09:47:46	Voitures, véhicules lourds	85.6	86.0	83.3	68.3	68.7	68.0	0.02	0.02	0.01	A - 11

Section	record_ID	Heure	Type de véhicule	Niveau vibratoire en dB						Niveau vibratoire en KB			page annexe A
				L <sub>max</sub>			L <sub>eq</sub>			KB <sub>Fmax</sub>			
				V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	
				(re. 1 e-9m/s)									
S4	REC003_01	09:57:13	Voitures, véhicules lourds	83.1	85.5	83.2	68.2	68.6	68.0	0.01	0.02	0.01	A - 11
	REC003_02	10:09:09	Voitures, véhicules lourds	83.2	84.5	82.3	67.9	68.4	67.5	0.01	0.02	0.01	A - 12
	sqd229_rec01_01	10:27:32	Voitures, véhicules lourds	93.4	94.1	84.3	75.6	76.1	68.0	0.05	0.05	0.02	A - 12
	sqd229_rec01_02	10:36:48	Voitures, véhicules lourds	93.2	93.5	84.6	76.4	76.8	68.7	0.05	0.05	0.02	A - 13
	sqd229_rec02_01	10:47:12	Voitures, véhicules lourds	91.4	90.5	81.4	74.0	74.4	66.5	0.04	0.03	0.01	A - 13
	sqd229_rec02_02	10:56:56	Voitures, véhicules lourds	91.9	92.1	85.1	75.6	76.0	68.2	0.04	0.04	0.02	A - 14
	sqd229_rec03	11:07:37	Voitures, véhicules lourds	88.7	87.5	79.2	74.0	74.4	66.5	0.03	0.02	0.01	A - 14
S5	sqd229_rec04_01	11:13:38	Voitures, véhicules lourds	91.1	91.7	81.6	75.3	76.0	67.4	0.04	0.04	0.01	A - 15
	sqd229_rec04_02	11:17:51	Voitures, véhicules lourds	90.8	91.7	84.4	74.8	75.4	67.7	0.03	0.04	0.02	A - 15
	SQD299_REC0101	10:46:55	Voitures, véhicules lourds	89.5	92.5	80.4	71.7	74.1	65.5	0.03	0.04	0.01	A - 16
	SQD299_REC01021	10:48:16	Voitures, véhicules lourds	88.0	90.4	76.0	66.8	68.0	62.2	0.03	0.03	0.01	A - 16
	SQD299_REC01022	10:56:36	Voitures, véhicules lourds	88.6	90.5	77.3	67.7	69.1	63.1	0.03	0.03	0.01	A - 17
	SQD299_REC0107	11:08:48	Voitures, véhicules lourds	83.2	85.2	76.9	63.9	64.5	61.1	0.01	0.02	0.01	A - 17
	SQD299_REC0108	11:16:58	Voitures, véhicules lourds	89.0	91.5	82.9	69.1	70.1	64.5	0.03	0.04	0.01	A - 18
S6	SQD299_REC01091	11:25:15	Voitures, véhicules lourds	89.4	90.1	80.7	67.9	69.3	63.7	0.03	0.03	0.01	A - 18
	SQD299_REC01092	11:33:21	Voitures, véhicules lourds	85.2	87.3	73.0	64.2	65.1	61.7	0.02	0.02	0.00	A - 19
	SQD299_REC0110	11:42:59	Voitures, véhicules lourds	86.2	89.3	80.8	66.5	67.9	63.3	0.02	0.03	0.01	A - 19
	REC006	10:56:06	Voitures, véhicules lourds	92.1	87.9	67.7	75.7	74.7	58.3	0.04	0.02	0.00	A - 20
	REC007_01	10:58:53	Voitures, véhicules lourds	94.0	91.2	71.9	76.3	75.5	57.8	0.05	0.04	0.00	A - 20
	REC007_02	11:06:23	Voitures, véhicules lourds	97.1	96.2	71.6	76.1	75.7	58.3	0.07	0.06	0.00	A - 21
	REC007_03	11:13:53	Voitures, véhicules lourds	96.0	96.3	72.4	77.8	77.6	59.2	0.06	0.07	0.00	A - 21



Section	record_ID	Heure	Type de véhicule	Niveau vibratoire en dB						Niveau vibratoire en KB			page annexe A
				L <sub>max</sub>			L <sub>eq</sub>			KB <sub>Fmax</sub>			
				V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	
(re. 1 e-9m/s)													
S6	REC007_04	11:21:23	Voitures, véhicules lourds	97.2	95.0	74.6	77.3	76.6	58.8	0.07	0.06	0.01	A - 22
	REC008	11:28:43	Voitures, véhicules lourds	99.3	96.9	72.9	77.8	77.8	59.2	0.09	0.07	0.00	A - 22
	REC009_01	11:39:20	Voitures, véhicules lourds	99.2	95.2	73.2	77.7	76.9	58.5	0.09	0.06	0.00	A - 23
S7	REC009_02	11:49:20	Voitures, véhicules lourds	95.1	93.1	71.4	77.4	77.1	59.4	0.06	0.05	0.00	A - 23
	sqd229_rec08_01	12:51:24	Voitures, véhicules lourds	78.6	87.1	78.2	62.2	69.6	61.5	0.01	0.02	0.01	A - 24
	sqd229_rec08_02	12:58:04	Voitures, véhicules lourds	72.7	80.3	77.2	60.5	65.3	61.2	0.00	0.01	0.01	A - 24
	sqd229_rec09_01	13:12:57	Voitures, véhicules lourds	77.3	86.7	74.3	60.9	66.5	60.5	0.01	0.02	0.01	A - 25
	sqd229_rec09_02	13:23:04	Voitures, véhicules lourds	76.9	85.2	82.5	61.7	67.4	61.4	0.01	0.02	0.01	A - 25
	sqd229_rec10_01	13:33:46	Voitures, véhicules lourds	68.6	74.9	74.0	60.5	65.0	61.7	0.00	0.01	0.01	A - 26
	sqd229_rec10_02	13:39:31	Voitures, véhicules lourds	69.4	76.8	71.7	60.3	64.4	60.8	0.00	0.01	0.00	A - 26
	sqd229_rec11	13:45:39	Voitures, véhicules lourds	75.8	88.9	72.2	61.3	68.4	60.3	0.01	0.03	0.00	A - 27
	S8	SQD299_REC02_01	12:14:51	Voitures, véhicules lourds	100.1	97.8	82.7	72.4	71.9	62.2	0.10	0.08	0.01
SQD299_REC02_02		12:21:31	Voitures, véhicules lourds	85.0	84.4	75.9	66.5	67.0	60.4	0.02	0.02	0.01	A - 28
SQD299_REC02_03		12:28:11	Voitures, véhicules lourds	93.9	88.3	78.9	70.0	69.8	62.0	0.05	0.03	0.01	A - 28
SQD299_REC03_01		12:36:04	Voitures, véhicules lourds	86.3	90.0	79.0	67.2	67.3	60.9	0.02	0.03	0.01	A - 29
SQD299_REC03_02		12:44:04	Voitures, véhicules lourds	86.5	89.5	74.1	67.2	67.7	61.0	0.02	0.03	0.01	A - 29
S9	SQD299_REC04_01	12:52:31	Voitures, véhicules lourds	97.9	98.5	75.0	68.9	69.1	61.2	0.08	0.08	0.01	A - 30
	SQD299_REC04_02	13:00:35	Voitures, véhicules lourds	94.6	93.0	78.2	67.6	67.5	60.7	0.05	0.04	0.01	A - 30
	REC010_01	12:22:08	Voitures, véhicules lourds	87.0	86.5	80.7	68.4	71.3	63.0	0.02	0.02	0.01	A - 31
	REC010_02	12:29:48	Voitures, véhicules lourds	86.1	88.3	73.5	69.1	72.1	62.8	0.02	0.03	0.00	A - 31
	REC011_01	12:35:06	Voitures, véhicules lourds	85.3	89.4	75.7	67.2	71.4	62.8	0.02	0.03	0.01	A - 32

Section	record_ID	Heure	Type de véhicule	Niveau vibratoire en dB						Niveau vibratoire en KB			page annexe A
				L <sub>max</sub>			L <sub>eq</sub>			KB <sub>Fmax</sub>			
				V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	
				(re. 1 e-9m/s)									
S10	REC011_02	12:38:18	Voitures, véhicules lourds	86.4	84.7	73.7	67.8	69.0	60.7	0.02	0.02	0.00	A - 32
	REC011_03	12:41:23	Voitures, véhicules lourds	85.5	87.0	74.1	66.7	69.5	61.5	0.02	0.02	0.01	A - 33
	REC012_01	12:49:19	Voitures, véhicules lourds	93.1	101.1	81.9	70.0	75.5	64.4	0.05	0.11	0.01	A - 33
	REC012_02	12:52:07	Voitures, véhicules lourds	85.5	89.3	77.4	67.3	71.0	63.2	0.02	0.03	0.01	A - 34
	REC012_03	12:58:32	Voitures, véhicules lourds	86.1	91.3	74.4	67.4	70.5	61.5	0.02	0.04	0.01	A - 34
	REC013_01	13:04:40	Voitures, véhicules lourds	87.2	99.8	80.9	69.1	73.2	63.0	0.02	0.10	0.01	A - 35
	REC013_02	13:13:10	Voitures, véhicules lourds	92.3	102.1	84.4	68.3	73.6	63.0	0.04	0.13	0.02	A - 35
	SQD299_REC01	15:11:04	Voitures, véhicules lourds	85.5	84.5	84.7	72.2	71.3	70.9	0.02	0.02	0.02	A - 36
	SQD299_REC02_01	15:16:06	Voitures, véhicules lourds	87.7	85.4	86.4	72.1	71.4	71.3	0.02	0.02	0.02	A - 36
	SQD299_REC02_02	15:24:27	Voitures, véhicules lourds	87.4	86.3	86.7	70.8	70.2	69.9	0.02	0.02	0.02	A - 37
	SQD299_REC03_01	15:32:02	Voitures, véhicules lourds	90.0	87.6	86.5	71.5	70.7	70.5	0.03	0.02	0.02	A - 37
	SQD299_REC03_02	15:40:22	Voitures, véhicules lourds	88.4	86.0	84.5	71.9	70.9	70.7	0.03	0.02	0.02	A - 38
	SQD299_REC04_01	15:47:28	Voitures, véhicules lourds	85.4	83.1	82.1	70.9	70.1	69.5	0.02	0.01	0.01	A - 38
	SQD299_REC04_02	15:55:48	Voitures, véhicules lourds	94.6	91.7	90.3	74.0	72.9	72.4	0.05	0.04	0.03	A - 39
	SQD299_REC05	16:02:51	Voitures, véhicules lourds	91.7	89.3	88.0	72.8	72.0	71.5	0.04	0.03	0.03	A - 39
S11	SQD299_REC06	16:10:30	Voitures, véhicules lourds	97.1	94.4	92.9	74.8	73.5	72.9	0.07	0.05	0.04	A - 40
	REC001_01	15:12:29	Voitures, véhicules lourds	77.1	75.9	71.9	64.8	63.7	63.6	0.01	0.01	0.00	A - 40
	REC001_02	15:19:59	Voitures, véhicules lourds	79.7	77.2	79.0	65.3	64.3	64.4	0.01	0.01	0.01	A - 41
	REC002_01	15:29:41	Voitures, véhicules lourds	78.4	76.5	88.5	62.6	62.4	66.4	0.01	0.01	0.03	A - 41
	REC002_02	15:36:19	Voitures, véhicules lourds	79.8	77.6	72.9	64.9	64.2	61.8	0.01	0.01	0.00	A - 42
	REC003_01	15:42:09	Voitures, véhicules lourds	79.7	76.7	75.9	63.9	63.4	61.4	0.01	0.01	0.01	A - 42



Section	record_ID	Heure	Type de véhicule	Niveau vibratoire en dB						Niveau vibratoire en KB			page annexe A
				L <sub>max</sub>			L <sub>eq</sub>			KB <sub>Fmax</sub>			
				V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	
				(re. 1 e-9m/s)									
S12	REC003_02	15:50:27	Voitures, véhicules lourds	79.2	74.9	70.9	63.6	62.9	60.0	0.01	0.01	0.00	A - 43
	REC004_01	15:57:55	Voitures, véhicules lourds	79.7	75.9	73.8	64.3	64.4	61.6	0.01	0.01	0.00	A - 43
	REC004_02	16:06:13	Voitures, véhicules lourds	80.1	75.9	74.2	63.7	63.8	61.0	0.01	0.01	0.01	A - 44
	REC007_01	12:10:16	Voitures, véhicules lourds	81.8	87.3	78.3	66.6	70.8	65.6	0.01	0.02	0.01	A - 44
	REC007_02	12:16:59	Voitures, véhicules lourds	81.0	85.8	78.0	65.9	70.1	65.2	0.01	0.02	0.01	A - 45
	REC007_03	12:23:36	Voitures, véhicules lourds	79.9	85.2	83.2	65.6	70.0	65.3	0.01	0.02	0.01	A - 45
	REC008_01	12:30:10	Voitures, véhicules lourds	85.2	89.4	89.8	66.5	70.4	65.3	0.02	0.03	0.03	A - 46
	REC008_02	12:43:13	Voitures, véhicules lourds	79.8	83.9	83.6	65.2	69.4	64.3	0.01	0.02	0.02	A - 46
	REC009_02	12:57:47	Voitures, véhicules lourds	84.1	87.6	86.6	67.8	72.0	67.1	0.02	0.02	0.02	A - 47
S13	REC009_03	13:04:31	Voitures, véhicules lourds	80.7	85.8	81.1	66.4	70.9	65.2	0.01	0.02	0.01	A - 47
	sqd229_rec05_01	11:43:42	Voitures, véhicules lourds	80.4	86.8	75.9	63.5	68.2	58.9	0.01	0.02	0.01	A - 48
	sqd229_rec05_02	11:52:11	Voitures, véhicules lourds	76.5	83.7	69.7	61.6	66.2	58.2	0.01	0.02	0.00	A - 48
	sqd229_rec06_01	12:02:15	Voitures, véhicules lourds	73.7	80.2	66.3	61.8	66.3	58.3	0.00	0.01	0.00	A - 49
	sqd229_rec06_02	12:09:07	Voitures, véhicules lourds	76.5	83.4	69.6	62.1	66.8	58.3	0.01	0.01	0.00	A - 49
	sqd229_rec06_03	12:15:37	Voitures, véhicules lourds	74.9	81.2	77.8	62.6	67.4	59.1	0.01	0.01	0.01	A - 50
S14	sqd229_rec07_01	12:22:19	Voitures, véhicules lourds	71.5	77.2	65.8	60.7	64.6	58.6	0.00	0.01	0.00	A - 50
	sqd229_rec07_02	12:29:15	Voitures, véhicules lourds	79.1	84.6	69.1	63.1	67.6	59.0	0.01	0.02	0.00	A - 51
	sqd229_rec07_03	12:35:37	Voitures, véhicules lourds	76.4	82.7	73.1	62.4	67.0	59.8	0.01	0.01	0.00	A - 51
	REC004_01	10:54:27	Voitures, véhicules lourds	87.2	97.6	76.2	67.8	76.8	61.1	0.02	0.08	0.01	A - 52
	REC004_02	11:01:08	Voitures, véhicules lourds	89.3	99.2	77.6	66.5	74.8	62.6	0.03	0.09	0.01	A - 52
	REC004_03	11:09:25	Voitures, véhicules lourds	79.8	90.5	70.0	65.4	74.5	59.8	0.01	0.03	0.00	A - 53

Section	record_ID	Heure	Type de véhicule	Niveau vibratoire en dB						Niveau vibratoire en KB			page annexe A
				L <sub>max</sub>			L <sub>eq</sub>			KB <sub>Fmax</sub>			
				V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	
(re. 1 e-9m/s)													
S15	REC005_01	11:13:59	Voitures, véhicules lourds	92.2	101.8	79.1	67.8	77.5	61.4	0.04	0.12	0.01	A - 53
	REC005_02	11:21:11	Voitures, véhicules lourds	90.8	100.0	78.5	68.6	77.6	62.0	0.03	0.10	0.01	A - 54
	REC005_03	11:28:27	Voitures, véhicules lourds	85.6	97.3	76.3	65.6	74.2	60.2	0.02	0.07	0.01	A - 54
	REC006_01	11:36:09	Voitures, véhicules lourds	91.7	101.3	79.4	68.2	77.0	61.8	0.04	0.12	0.01	A - 55
	REC006_02	11:43:46	Voitures, véhicules lourds	98.5	105.1	79.8	69.2	76.6	61.3	0.08	0.18	0.01	A - 55
	REC006_03	11:52:49	Voitures, véhicules lourds	87.9	98.5	76.5	66.7	75.8	61.1	0.02	0.08	0.01	A - 56
	REC010_01	14:07:43	Voitures, véhicules lourds	96.3	90.7	75.5	78.0	75.0	63.1	0.07	0.03	0.01	A - 56
	REC010_02	14:12:29	Voitures, véhicules lourds	95.2	94.6	77.4	77.0	74.9	63.4	0.06	0.05	0.01	A - 57
	REC010_03	14:18:54	Voitures, véhicules lourds	94.1	102.1	75.7	75.7	79.3	61.5	0.05	0.13	0.01	A - 57
	REC011_01	14:24:59	Voitures, véhicules lourds	95.0	90.6	78.9	75.6	73.2	60.9	0.06	0.03	0.01	A - 58
	REC011_02	14:31:21	Voitures, véhicules lourds	93.2	89.4	75.5	75.1	72.7	60.3	0.05	0.03	0.01	A - 58
	REC011_03	14:37:33	Voitures, véhicules lourds	99.0	92.8	90.1	76.8	73.9	64.1	0.09	0.04	0.03	A - 59
S16	REC012_01	14:44:09	Voitures, véhicules lourds	96.2	94.2	77.0	76.8	74.4	62.5	0.06	0.05	0.01	A - 59
	REC012_02	14:52:40	Voitures, véhicules lourds	98.6	101.1	79.7	78.6	81.1	65.2	0.09	0.11	0.01	A - 60
	REC012_03	14:57:43	Voitures, véhicules lourds	95.9	92.7	79.0	79.0	75.9	66.7	0.06	0.04	0.01	A - 60
	sqd229_rec12_01	14:53:39	Voitures, véhicules lourds	99.6	92.3	82.3	76.8	71.0	63.1	0.10	0.04	0.01	A - 61
	sqd229_rec12_02	15:00:20	Voitures, véhicules lourds	103.9	95.7	87.1	80.8	73.5	65.3	0.16	0.06	0.02	A - 61
	sqd229_rec12_03	15:06:17	Voitures, véhicules lourds	102.1	95.2	84.8	79.1	72.2	64.9	0.13	0.06	0.02	A - 62
	sqd229_rec13_01	15:11:51	Voitures, véhicules lourds	102.4	96.0	87.0	79.7	73.7	65.4	0.13	0.06	0.02	A - 62
	sqd229_rec13_02	15:18:58	Voitures, véhicules lourds	99.9	96.0	82.5	80.5	74.5	64.6	0.10	0.06	0.01	A - 63
	sqd229_rec13_03	15:26:14	Voitures, véhicules lourds	104.0	97.1	87.0	78.8	72.3	65.3	0.16	0.07	0.02	A - 63



Section	record_ID	Heure	Type de véhicule	Niveau vibratoire en dB						Niveau vibratoire en KB			page annexe A
				L <sub>max</sub>			L <sub>eq</sub>			KB <sub>Fmax</sub>			
				V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	
(re. 1 e-9m/s)													
S17	sqd229_rec14_01	15:31:56	Voitures, véhicules lourds	104.1	102.1	88.4	80.5	74.6	65.3	0.16	0.13	0.03	A - 64
	sqd229_rec14_02	15:44:21	Voitures, véhicules lourds	106.7	99.7	88.8	81.4	74.7	65.5	0.22	0.10	0.03	A - 64
	sqd299_rec01	13:53:57	Voitures, véhicules lourds	91.3	93.5	79.3	77.0	78.5	68.1	0.04	0.05	0.01	A - 65
	sqd299_rec02_01	13:55:49	Voitures, véhicules lourds	91.9	94.3	81.6	75.0	76.7	67.4	0.04	0.05	0.01	A - 65
	sqd299_rec02_02	14:05:45	Voitures, véhicules lourds	90.7	93.7	80.8	75.3	76.8	67.6	0.03	0.05	0.01	A - 66
	sqd299_rec02_03	14:15:53	Voitures, véhicules lourds	92.5	93.9	84.5	74.8	76.3	67.7	0.04	0.05	0.02	A - 66
	sqd299_rec03_01	14:26:10	Voitures, véhicules lourds	89.3	90.9	80.2	74.9	76.4	67.8	0.03	0.03	0.01	A - 67
	sqd299_rec03_02	14:34:31	Voitures, véhicules lourds	91.2	93.5	82.3	75.3	77.0	68.2	0.04	0.05	0.01	A - 67
	sqd299_rec04_01	14:43:03	Voitures, véhicules lourds	91.3	92.1	81.7	74.7	76.2	66.5	0.04	0.04	0.01	A - 68
S18	sqd299_rec04_02	14:50:20	Voitures, véhicules lourds	92.6	94.1	83.8	76.3	77.9	68.2	0.04	0.05	0.02	A - 68
	REC014_01	14:03:20	Voitures, véhicules lourds	88.1	93.8	73.3	68.4	72.1	57.4	0.03	0.05	0.00	A - 69
	REC014_02	14:09:19	Voitures, véhicules lourds	84.3	89.0	69.8	66.5	70.1	56.5	0.02	0.03	0.00	A - 69
	REC015_01	14:23:18	Voitures, véhicules lourds	85.2	90.3	70.3	67.4	71.0	56.7	0.02	0.03	0.00	A - 70
	REC015_02	14:31:38	Voitures, véhicules lourds	89.2	92.2	70.6	67.6	71.3	57.0	0.03	0.04	0.00	A - 70
	REC016_01	14:40:37	Voitures, véhicules lourds	86.4	91.0	72.2	66.5	69.9	57.0	0.02	0.04	0.00	A - 71
	REC016_02	14:47:30	Voitures, véhicules lourds	85.0	89.9	72.8	67.1	70.7	57.1	0.02	0.03	0.00	A - 71
	REC017_01	14:54:43	Voitures, véhicules lourds	86.3	92.4	74.3	68.0	71.9	57.4	0.02	0.04	0.01	A - 72
	REC017_02	15:02:23	Voitures, véhicules lourds	84.9	90.1	70.1	66.1	69.9	56.6	0.02	0.03	0.00	A - 72
S19	sq144_01	09:46:29	Voitures, véhicules lourds	95.5	95.9	81.8	74.5	73.9	64.5	0.06	0.06	0.01	A - 73
	sq144_04	10:17:57	Voitures, véhicules lourds	96.0	94.4	84.7	73.7	73.0	64.9	0.06	0.05	0.02	A - 73
	sq144_05_01	10:30:01	Voitures, véhicules lourds	95.9	94.9	83.4	72.8	72.3	63.7	0.06	0.06	0.01	A - 74

Section	record_ID	Heure	Type de véhicule	Niveau vibratoire en dB						Niveau vibratoire en KB			page annexe A
				L <sub>max</sub>			L <sub>eq</sub>			KB <sub>Fmax</sub>			
				V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	
(re. 1 e-9m/s)													
S20	sq144_05_02	10:40:01	Voitures, véhicules lourds	95.5	94.7	87.2	76.0	75.2	66.4	0.06	0.05	0.02	A - 74
	sq144_05_03	10:50:01	Voitures, véhicules lourds	95.0	94.2	83.2	73.1	73.1	63.8	0.06	0.05	0.01	A - 75
	sq144_05_04	11:00:01	Voitures, véhicules lourds	94.3	93.0	82.9	73.1	73.0	63.5	0.05	0.04	0.01	A - 75
	sq144_05_05	11:10:01	Voitures, véhicules lourds	95.2	94.0	83.5	70.6	71.1	62.2	0.06	0.05	0.02	A - 76
	sq144_05_06	11:20:01	Voitures, véhicules lourds	96.2	93.5	84.6	74.9	74.2	65.1	0.06	0.05	0.02	A - 76
	REC001_01	09:37:47	Voitures, véhicules lourds	77.2	76.1	69.9	66.1	65.3	62.2	0.01	0.01	0.00	A - 77
	REC001_02	09:42:04	Voitures, véhicules lourds	79.2	78.1	70.3	66.0	65.1	59.2	0.01	0.01	0.00	A - 77
	REC002_01	09:53:32	Voitures, véhicules lourds	82.5	80.5	76.7	67.1	66.1	62.8	0.01	0.01	0.01	A - 78
	REC002_02	10:03:32	Voitures, véhicules lourds	81.7	80.0	73.2	65.4	64.5	61.8	0.01	0.01	0.00	A - 78
	REC002_03	10:13:32	Voitures, véhicules lourds	79.7	79.1	73.9	65.1	63.9	60.2	0.01	0.01	0.00	A - 79
S21	REC002_04	10:23:32	Voitures, véhicules lourds	78.7	77.2	70.8	64.4	63.3	59.2	0.01	0.01	0.00	A - 79
	REC002_05	10:33:32	Voitures, véhicules lourds	82.3	80.4	71.8	64.7	63.5	58.1	0.01	0.01	0.00	A - 80
	sq299_02_01	11:11:03	Voitures, véhicules lourds	90.9	86.1	86.2	68.8	67.2	65.5	0.03	0.02	0.02	A - 80
	sq299_02_02	11:21:03	Voitures, véhicules lourds	91.4	88.4	88.3	69.8	68.0	66.3	0.04	0.03	0.03	A - 81
	sq299_02_03	11:31:03	Voitures, véhicules lourds	92.6	86.8	87.2	68.7	67.6	65.6	0.04	0.02	0.02	A - 81
	sq299_02_04	11:41:03	Voitures, véhicules lourds	87.3	83.3	83.1	68.0	66.8	65.0	0.02	0.01	0.01	A - 82
	sq299_02_05	11:51:03	Voitures, véhicules lourds	93.6	88.1	88.7	69.9	68.0	66.5	0.05	0.03	0.03	A - 82
sq299_02_06	12:01:03	Voitures, véhicules lourds	90.3	87.5	85.6	69.7	68.2	66.1	0.03	0.02	0.02	A - 83	
S22	Sq299_03_01	15:10:25	Voitures, véhicules lourds	93.6	90.9	90.2	70.6	68.4	68.0	0.05	0.03	0.03	A - 83
	Sq299_03_02	15:20:25	Voitures, véhicules lourds	90.8	96.7	97.1	69.6	68.9	68.6	0.03	0.07	0.07	A - 84
	Sq299_04_01	15:43:41	Voitures, véhicules lourds	92.5	94.4	93.8	70.3	69.7	68.7	0.04	0.05	0.05	A - 84



Section	record_ID	Heure	Type de véhicule	Niveau vibratoire en dB						Niveau vibratoire en KB			page annexe A
				L <sub>max</sub>			L <sub>eq</sub>			KB <sub>Fmax</sub>			
				V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	
(re. 1 e-9m/s)													
	Sq299_04_021	15:53:41	Voitures, véhicules lourds	96.0	94.4	93.8	73.6	71.9	71.3	0.06	0.05	0.05	A - 85
	Sq299_04_022	15:59:30	Voitures, véhicules lourds	93.6	96.1	97.6	70.7	70.1	70.2	0.05	0.06	0.08	A - 85
	Sq299_04_03	16:03:41	Voitures, véhicules lourds	89.2	104.5	99.1	70.3	77.7	69.9	0.03	0.17	0.09	A - 86
	Sq299_04_04	16:13:41	Voitures, véhicules lourds	93.9	91.3	91.0	70.7	68.3	68.3	0.05	0.04	0.04	A - 86
	Sq299_04_05	16:23:41	Voitures, véhicules lourds	95.4	95.5	93.4	72.2	70.7	70.2	0.06	0.06	0.05	A - 87
S23	REC004_011	15:26:27	Voitures, véhicules lourds	102.4	101.8	100.4	81.6	80.9	81.1	0.13	0.12	0.10	A - 87
	REC004_012	15:31:55	Voitures, véhicules lourds	89.3	88.4	91.0	77.8	76.6	79.1	0.03	0.03	0.04	A - 88
	REC004_02	15:36:27	Voitures, véhicules lourds	101.6	101.0	99.9	79.8	78.9	77.7	0.12	0.11	0.10	A - 88
	REC004_03	15:46:27	Voitures, véhicules lourds	99.3	98.7	97.5	78.7	77.9	75.8	0.09	0.09	0.08	A - 89
	REC004_04	15:56:27	Voitures, véhicules lourds	103.0	102.2	101.2	80.4	79.6	77.3	0.14	0.13	0.11	A - 89
	REC004_05	16:06:27	Voitures, véhicules lourds	105.0	104.3	103.3	82.1	81.3	79.8	0.18	0.16	0.15	A - 90
	REC004_06	16:16:27	Voitures, véhicules lourds	102.9	102.4	101.2	82.9	82.1	79.8	0.14	0.13	0.12	A - 90
S24	REC005	17:01:21	Voitures, véhicules lourds	95.1	94.3	88.8	76.7	75.3	70.7	0.06	0.05	0.03	A - 91
	REC006_01	17:15:16	Voitures, véhicules lourds	96.3	109.2	98.7	75.7	82.6	74.0	0.07	0.29	0.09	A - 91
	REC006_021	17:24:01	Voitures, véhicules lourds	95.6	94.6	89.1	77.6	76.5	71.7	0.06	0.05	0.03	A - 92
	REC006_022	17:29:26	Voitures, véhicules lourds	90.0	89.1	83.4	72.4	71.5	66.4	0.03	0.03	0.01	A - 92
	REC006_03	17:34:01	Voitures, véhicules lourds	94.6	93.7	87.7	74.3	73.3	68.4	0.05	0.05	0.02	A - 93
	REC006_04	17:44:01	Voitures, véhicules lourds	97.8	96.8	91.7	77.1	76.1	71.2	0.08	0.07	0.04	A - 93
	REC006_05	17:54:01	Voitures, véhicules lourds	96.5	95.6	90.5	76.4	75.5	70.7	0.07	0.06	0.03	A - 94
S25	Sq299_05	16:54:15	Voitures, véhicules lourds	88.3	88.9	90.2	71.5	71.2	72.6	0.03	0.03	0.03	A - 94
	Sq299_06_01	17:05:54	Voitures, véhicules lourds	91.3	90.4	90.4	71.9	71.3	72.7	0.04	0.03	0.03	A - 95

Section	record_ID	Heure	Type de véhicule	Niveau vibratoire en dB						Niveau vibratoire en KB			page annexe A
				L <sub>max</sub>			L <sub>eq</sub>			KB <sub>Fmax</sub>			
				V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	
(re. 1 e-9m/s)													
	Sq299_06_03	17:26:54	Voitures, véhicules lourds	88.5	88.8	90.2	72.5	72.3	73.4	0.03	0.03	0.03	A - 95
	Sq299_06_04	17:37:25	Voitures, véhicules lourds	86.9	87.1	87.6	68.8	68.3	69.9	0.02	0.02	0.02	A - 96
	Sq299_06_05	17:46:54	Voitures, véhicules lourds	88.1	88.8	88.9	72.7	72.4	73.6	0.03	0.03	0.03	A - 96
	Sq299_06_021	17:16:54	Voitures, véhicules lourds	85.5	84.9	87.1	70.3	69.6	71.6	0.02	0.02	0.02	A - 97
	Sq299_06_022	17:22:20	Voitures, véhicules lourds	89.6	90.1	90.1	70.6	70.3	71.5	0.03	0.03	0.03	A - 97
S26	SQD299_REC02_01	15:27:23	Voitures, véhicules lourds	92.1	93.4	81.3	73.1	73.6	67.8	0.04	0.05	0.01	A - 98
	SQD299_REC02_02	15:32:26	Voitures, véhicules lourds	85.4	86.4	80.1	70.7	71.3	68.2	0.02	0.02	0.01	A - 98
	SQD299_REC03_01	15:37:47	Voitures, véhicules lourds	91.2	92.2	82.5	73.0	73.7	68.7	0.04	0.04	0.01	A - 99
	SQD299_REC03_02	15:45:15	Voitures, véhicules lourds	88.5	89.6	80.6	71.9	72.1	68.3	0.03	0.03	0.01	A - 99
	SQD299_REC04_01	15:56:06	Voitures, véhicules lourds	89.5	90.6	80.2	75.2	75.8	70.1	0.03	0.03	0.01	A - 100
	SQD299_REC04_02	16:00:57	Voitures, véhicules lourds	92.0	93.1	83.1	73.5	74.0	67.8	0.04	0.05	0.01	A - 100
	SQD299_REC05_01	16:09:04	Voitures, véhicules lourds	87.1	88.6	80.3	70.7	71.1	65.8	0.02	0.03	0.01	A - 101
	SQD299_REC05_02	16:18:10	Voitures, véhicules lourds	87.2	88.3	80.1	72.3	72.8	67.9	0.02	0.03	0.01	A - 101
S27	REC025_01	15:15:33	Voitures, véhicules lourds	86.0	86.1	86.3	71.8	72.0	71.8	0.02	0.02	0.02	A - 102
	REC025_02	15:18:39	Voitures, véhicules lourds	92.4	92.4	92.3	74.1	74.2	73.9	0.04	0.04	0.04	A - 102
	REC026_01	15:34:36	Voitures, véhicules lourds	90.6	90.5	90.8	73.6	73.9	73.6	0.03	0.03	0.03	A - 103
	REC026_02	15:38:03	Voitures, véhicules lourds	88.1	88.8	88.5	72.6	72.7	72.4	0.03	0.03	0.03	A - 103
	REC027_01	15:46:05	Voitures, véhicules lourds	89.4	89.5	89.2	72.1	72.2	71.8	0.03	0.03	0.03	A - 104
	REC027_02	15:52:53	Voitures, véhicules lourds	86.2	86.7	86.2	74.3	74.5	74.3	0.02	0.02	0.02	A - 104
	REC028_01	16:00:35	Voitures, véhicules lourds	86.0	86.4	86.1	72.3	72.4	72.1	0.02	0.02	0.02	A - 105
	REC028_02	16:08:26	Voitures, véhicules lourds	87.8	88.2	87.5	71.9	71.9	71.3	0.02	0.03	0.02	A - 105

Section	record_ID	Heure	Type de véhicule	Niveau vibratoire en dB						Niveau vibratoire en KB			page annexe A
				L <sub>max</sub>			L <sub>eq</sub>			KB <sub>Fmax</sub>			
				V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	
(re. 1 e-9m/s)													
S28	SQD144_REC02	14:56:17	Voitures, véhicules lourds	85.0	83.9	77.6	69.8	68.6	65.8	0.02	0.02	0.01	A - 106
	SQD144_REC03_01	14:59:17	Voitures, véhicules lourds	97.5	96.8	90.7	80.1	78.8	74.6	0.07	0.07	0.03	A - 106
	SQD144_REC03_02	15:07:04	Voitures, véhicules lourds	95.8	93.8	89.9	79.7	78.1	73.5	0.06	0.05	0.03	A - 107
	SQD144_REC04_01	15:16:19	Voitures, véhicules lourds	98.1	98.1	92.1	80.2	79.0	74.3	0.08	0.08	0.04	A - 107
	SQD144_REC04_02	15:23:58	Voitures, véhicules lourds	96.7	94.6	92.6	79.3	78.0	73.7	0.07	0.05	0.04	A - 108
	SQD144_REC05_01	15:32:13	Voitures, véhicules lourds	97.2	95.9	92.4	79.2	78.1	73.2	0.07	0.06	0.04	A - 108
	SQD144_REC05_02	15:39:10	Voitures, véhicules lourds	97.7	97.2	92.8	80.6	79.4	75.2	0.08	0.07	0.04	A - 109
	SQD144_REC06_01	15:46:55	Voitures, véhicules lourds	99.3	97.5	91.6	80.5	79.1	74.2	0.09	0.07	0.04	A - 109
	SQD144_REC06_02	15:55:17	Voitures, véhicules lourds	98.1	94.9	90.7	78.7	77.6	72.9	0.08	0.06	0.03	A - 110
S29	REC002_02	12:20:20	Voitures, véhicules lourds	95.0	87.8	84.0	75.5	70.2	68.1	0.06	0.02	0.02	A - 110
	REC002_03	12:29:30	Voitures, véhicules lourds	94.2	86.3	83.8	74.6	69.2	66.1	0.05	0.02	0.02	A - 111
	REC002_04	12:38:40	Voitures, véhicules lourds	91.4	85.1	79.7	72.4	67.4	63.9	0.04	0.02	0.01	A - 111
	REC002_05	12:49:30	Voitures, véhicules lourds	92.6	83.0	82.8	72.8	68.4	66.6	0.04	0.01	0.01	A - 112
	REC002_06	12:58:40	Voitures, véhicules lourds	90.0	85.1	81.4	72.9	68.6	66.3	0.03	0.02	0.01	A - 112
	REC002_07	13:07:50	Voitures, véhicules lourds	88.3	81.6	77.5	72.1	67.0	63.9	0.03	0.01	0.01	A - 113
S30	sq299_02	12:02:14	Voitures, véhicules lourds	75.9	75.2	77.1	66.4	65.0	65.9	0.01	0.01	0.01	A - 113
	sq299_04	12:06:50	Voitures, véhicules lourds	80.5	79.8	81.0	65.1	64.0	64.5	0.01	0.01	0.01	A - 114
	sq299_05_01	12:15:45	Voitures, véhicules lourds	78.7	78.0	79.1	65.0	64.2	64.8	0.01	0.01	0.01	A - 114
	sq299_05_02	12:29:03	Voitures, véhicules lourds	79.2	78.3	79.5	64.6	63.9	64.3	0.01	0.01	0.01	A - 115
	sq299_06_01	12:48:22	Voitures, véhicules lourds	79.6	78.9	80.1	65.8	65.1	65.5	0.01	0.01	0.01	A - 115
	sq299_06_02	12:58:26	Voitures, véhicules lourds	80.5	79.6	80.7	66.6	65.8	66.5	0.01	0.01	0.01	A - 116



Section	record_ID	Heure	Type de véhicule	Niveau vibratoire en dB						Niveau vibratoire en KB			page annexe A
				L <sub>max</sub>			L <sub>eq</sub>			KB <sub>Fmax</sub>			
				V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	
				(re. 1 e-9m/s)									
	sq299_06_03	13:05:02	Voitures, véhicules lourds	79.8	78.9	81.1	64.9	64.2	64.8	0.01	0.01	0.01	A - 116
	sq299_06_04	13:13:10	Voitures, véhicules lourds	77.9	77.9	78.5	65.9	65.1	65.7	0.01	0.01	0.01	A - 117
S31	REC021	11:06:19	Voitures, véhicules lourds	70.3	69.7	75.0	66.5	66.0	70.1	0.00	0.00	0.01	A - 117
	REC022	11:09:58	Voitures, véhicules lourds	75.5	75.4	79.1	67.9	67.4	71.0	0.01	0.01	0.01	A - 118
	REC023_01	11:16:12	Voitures, véhicules lourds	97.1	89.8	89.7	77.0	74.4	74.1	0.07	0.03	0.03	A - 118
	REC023_02	11:26:12	Voitures, véhicules lourds	82.1	82.9	84.2	69.0	69.7	71.8	0.01	0.01	0.02	A - 119
	REC023_03	11:36:12	Voitures, véhicules lourds	84.0	81.4	83.8	68.5	69.1	71.3	0.02	0.01	0.02	A - 119
	REC023_04	11:46:12	Voitures, véhicules lourds	88.5	83.1	84.5	71.8	73.3	72.6	0.03	0.01	0.02	A - 120
	REC023_05	11:56:12	Voitures, véhicules lourds	90.6	86.3	81.2	72.2	75.5	72.1	0.03	0.02	0.01	A - 120
	REC023_06	12:06:12	Voitures, véhicules lourds	83.8	84.0	83.0	69.8	69.4	70.9	0.02	0.02	0.01	A - 121
	REC023_07	12:16:12	Voitures, véhicules lourds	82.5	81.2	84.0	68.3	68.2	70.1	0.01	0.01	0.02	A - 121
S32	SQD144_01_01	11:00:34	Voitures, véhicules lourds	92.4	90.5	95.6	79.7	77.9	79.8	0.04	0.03	0.06	A - 122
	SQD144_01_02	11:10:36	Voitures, véhicules lourds	93.9	93.0	95.2	79.2	77.5	79.3	0.05	0.04	0.06	A - 122
	SQD144_02_011	11:20:56	Voitures, véhicules lourds	88.9	90.0	87.2	72.8	73.8	76.8	0.03	0.03	0.02	A - 123
	SQD144_02_012	11:27:59	Voitures, véhicules lourds	83.5	84.7	86.0	70.9	71.4	76.5	0.01	0.02	0.02	A - 123
	SQD144_02_02	11:34:04	Voitures, véhicules lourds	91.7	90.7	87.6	70.2	70.7	75.2	0.04	0.03	0.02	A - 124
	SQD144_02_03	11:46:23	Voitures, véhicules lourds	89.4	89.9	92.9	72.9	73.8	77.4	0.03	0.03	0.04	A - 124
	SQD144_02_04	12:00:11	Voitures, véhicules lourds	88.1	89.2	85.9	73.5	74.7	77.2	0.03	0.03	0.02	A - 125
	SQD144_02_05	12:09:54	Voitures, véhicules lourds	92.1	92.6	85.6	74.0	74.7	77.1	0.04	0.04	0.02	A - 125
S33	REC005_01	15:29:51	Voitures, véhicules lourds	94.7	88.7	88.7	73.6	72.5	74.2	0.05	0.03	0.03	A - 126
	REC005_02	15:36:31	Voitures, véhicules lourds	93.0	88.1	86.7	72.9	72.2	74.1	0.04	0.03	0.02	A - 126

Section	record_ID	Heure	Type de véhicule	Niveau vibratoire en dB						Niveau vibratoire en KB			page annexe A
				L <sub>max</sub>			L <sub>eq</sub>			KB <sub>Fmax</sub>			
				V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	
(re. 1 e-9m/s)													
	REC005_03	15:43:11	Voitures, véhicules lourds	93.2	88.6	91.1	74.5	72.9	74.6	0.05	0.03	0.04	A - 127
	REC005_04	15:49:51	Voitures, véhicules lourds	92.3	87.6	87.7	73.4	72.6	74.7	0.04	0.02	0.02	A - 127
	REC005_05	15:56:31	Voitures, véhicules lourds	95.1	89.3	89.3	75.2	73.3	74.8	0.06	0.03	0.03	A - 128
	REC005_06	16:03:11	Voitures, véhicules lourds	93.8	88.5	88.6	73.9	72.7	74.8	0.05	0.03	0.03	A - 128
	REC005_07	16:09:51	Voitures, véhicules lourds	93.3	88.2	87.5	74.2	72.9	74.6	0.05	0.03	0.02	A - 129
	REC005_08	16:16:31	Voitures, véhicules lourds	94.9	88.1	88.6	73.4	72.4	74.1	0.06	0.03	0.03	A - 129
	REC005_09	16:23:11	Voitures, véhicules lourds	94.2	89.7	89.0	73.2	72.4	74.3	0.05	0.03	0.03	A - 130
S34	sq299_01	08:47:32	Voitures, véhicules lourds	90.1	89.7	88.4	74.1	73.4	70.6	0.03	0.03	0.03	A - 130
	sq299_02_01	08:53:19	Voitures, véhicules lourds	91.3	91.4	88.7	75.8	75.3	72.9	0.04	0.04	0.03	A - 131
	sq299_02_02	09:03:19	Voitures, véhicules lourds	91.6	91.4	88.3	75.8	75.5	73.0	0.04	0.04	0.03	A - 131
	sq299_02_03	09:13:19	Voitures, véhicules lourds	93.9	93.6	90.6	74.8	74.4	73.0	0.05	0.05	0.03	A - 132
	sq299_02_04	09:23:19	Voitures, véhicules lourds	93.8	93.6	89.6	74.9	74.4	72.1	0.05	0.05	0.03	A - 132
	sq299_02_05	09:33:19	Voitures, véhicules lourds	93.3	93.0	89.6	73.4	73.0	70.6	0.05	0.04	0.03	A - 133
	sq299_02_06	09:43:19	Voitures, véhicules lourds	90.7	90.5	88.9	74.1	73.7	71.7	0.03	0.03	0.03	A - 133
S35	SQD144_REC01	09:03:02	Voitures, véhicules lourds	85.3	84.1	86.8	74.7	73.8	77.5	0.02	0.02	0.02	A - 134
	SQD144_REC02	09:09:18	Voitures, véhicules lourds	83.5	82.0	84.9	73.3	72.4	76.5	0.02	0.01	0.02	A - 134
	SQD144_REC03	09:14:36	Voitures, véhicules lourds	83.6	82.5	87.1	74.0	72.6	77.4	0.02	0.01	0.02	A - 135
	SQD144_REC04	09:19:04	Voitures, véhicules lourds	83.3	86.3	88.5	73.2	73.4	74.0	0.01	0.02	0.03	A - 135
	SQD144_REC05_01	09:24:45	Voitures, véhicules lourds	86.5	88.1	90.5	73.8	74.1	74.4	0.02	0.03	0.03	A - 136
	SQD144_REC05_02	09:36:25	Voitures, véhicules lourds	84.1	85.3	86.1	73.3	73.3	73.8	0.02	0.02	0.02	A - 136
	SQD144_REC05_03	09:48:05	Voitures, véhicules lourds	86.0	89.3	88.2	73.8	74.2	74.3	0.02	0.03	0.03	A - 137

Section	record_ID	Heure	Type de véhicule	Niveau vibratoire en dB						Niveau vibratoire en KB			page annexe A
				L <sub>max</sub>			L <sub>eq</sub>			KB <sub>Fmax</sub>			
				V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	
				(re. 1 e-9m/s)									
	SQD144_REC05_04	09:59:45	Voitures, véhicules lourds	85.5	86.9	88.3	73.5	73.6	74.1	0.02	0.02	0.03	A - 137
	SQD144_REC05_05	10:11:25	Voitures, véhicules lourds	84.4	84.8	89.5	73.0	72.8	73.9	0.02	0.02	0.03	A - 138
	SQD144_REC05_06	10:23:05	Voitures, véhicules lourds	84.0	85.5	88.8	73.4	73.6	74.1	0.02	0.02	0.03	A - 138
S36	REC010	09:01:07	Voitures, véhicules lourds	78.8	80.0	77.0	71.8	72.2	70.1	0.01	0.01	0.01	A - 139
	REC011_01	09:02:31	Voitures, véhicules lourds	88.3	85.8	81.4	74.5	73.9	71.3	0.03	0.02	0.01	A - 139
	REC011_02	09:08:10	Voitures, véhicules lourds	88.9	93.5	80.0	74.2	75.9	71.0	0.03	0.05	0.01	A - 140
	REC012	09:14:14	Voitures, véhicules lourds	82.5	81.3	77.1	72.8	72.1	68.8	0.01	0.01	0.01	A - 140
	REC013	09:16:22	Voitures, véhicules lourds	86.9	83.7	79.6	73.5	73.1	70.0	0.02	0.02	0.01	A - 141
	REC014_01	09:25:31	Voitures, véhicules lourds	90.8	84.0	80.0	73.6	72.8	69.4	0.03	0.02	0.01	A - 141
	REC014_02	09:31:41	Voitures, véhicules lourds	81.9	80.8	78.6	72.5	72.2	68.7	0.01	0.01	0.01	A - 142
	REC015_01	09:35:35	Voitures, véhicules lourds	84.7	84.6	80.1	73.2	72.5	69.0	0.02	0.02	0.01	A - 142
	REC015_02	09:38:51	Voitures, véhicules lourds	84.7	79.5	77.9	70.1	69.7	66.8	0.02	0.01	0.01	A - 143
	REC015_03	09:42:19	Voitures, véhicules lourds	83.8	86.7	77.7	72.1	72.3	67.5	0.02	0.02	0.01	A - 143

Tableau 3.2 Résultats des mesures de l'état actuel vibratoire – valeurs exprimées en dB et en KB



## 4 METHODOLOGIE DU CALCUL

Lors du passage d'un tramway sur la voie, l'effort dynamique au contact roue-rail entraîne la mise en vibration du sol sous-jacent. Les vibrations du sol sont transmises, via le sol environnant, aux fondations des bâtiments riverains.

Les vibrations de ces fondations sont amplifiées dans le bâtiment à certaines fréquences correspondant aux fréquences de résonance des éléments structuraux. Enfin, la vibration des parois d'une salle entraîne même la vibration de l'air contenu dans cette salle, ce qui se traduit par un bruit sourd typique, appelé le « bruit solidien ».

La figure 4.1 montre schématiquement la transmission des vibrations de la voie aux bâtiments.

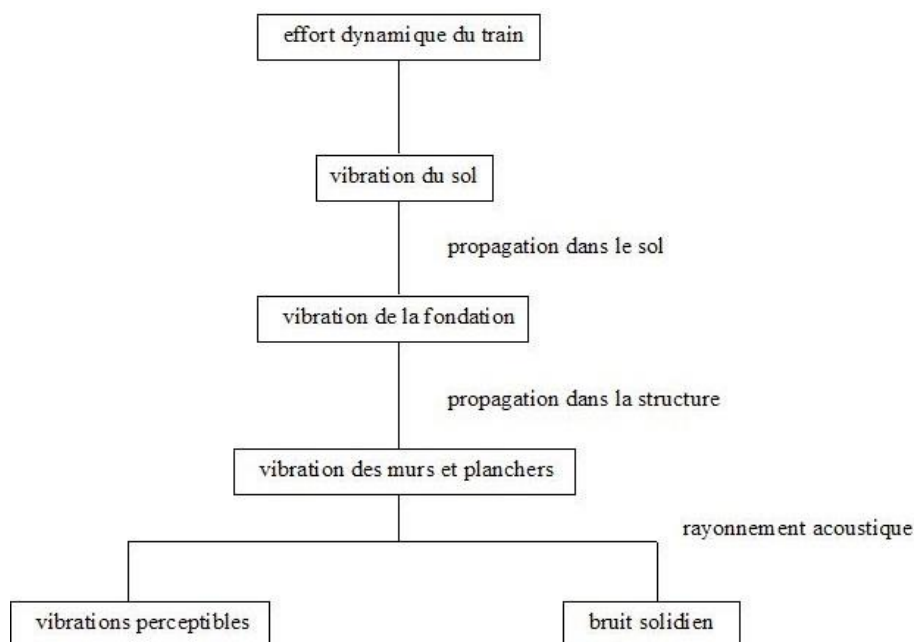


Figure 4.1 Transmission des vibrations

Afin d'estimer les niveaux vibratoires sur le sol, devant les fondations des bâtiments riverains et à l'intérieur, il faut quantifier :

- la source ; l'effort dynamique généré par le tram au contact roue-rail ; la connaissance des spectres de densité de force du matériel roulant sur la voie ;
- la transmission ; la propagation des vibrations dans le sol ; la mesure de transmissibilité du sol en différents endroits le long du tracé ;
- le récepteur ; le couplage sol-fondations et l'amplification structurelle.

Les niveaux vibratoires ainsi estimés doivent ensuite être comparés aux niveaux admissibles. En cas de dépassement, des mesures de mitigation vibratoire seront proposées. L'atténuation vibratoire apportée par le système de voie peut être mesurée ou calculée.

Les différents aspects de la prédiction vibratoire sont élaborés dans les paragraphes suivants.

## 4.1 LA SOURCE VIBRATOIRE ; LE SPECTRE DE DENSITE DE FORCE

La source vibratoire des trams dépend du type de tram et du type de pose de voie. Idéalement, cette source, exprimée en forme de spectre de densité d'effort, est déterminée sur la base d'une mesure in situ, du même type de tram sur le même type de voie.

D2S International a effectué une mesure à Luxembourg afin de déterminer le spectre de densité d'effort du tram. La figure 4.2 montre quelques photos de cette mesure.

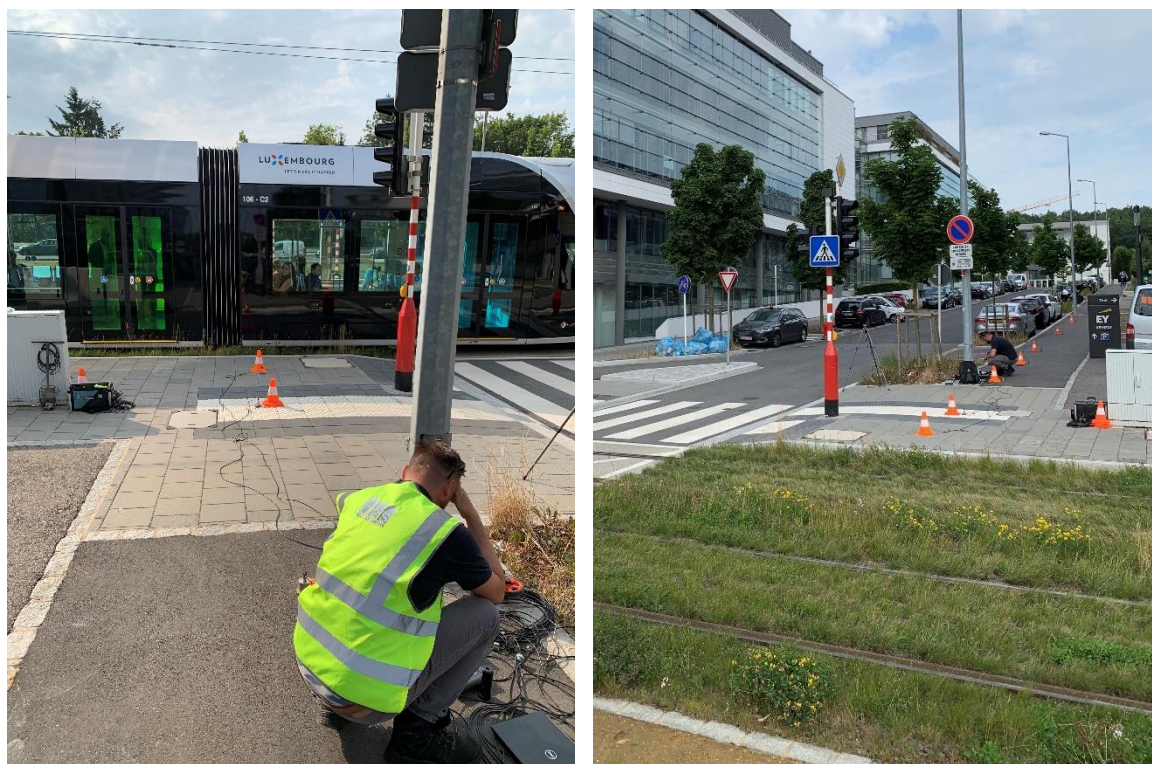


Figure 4.2 Mesure du spectre de densité d'effort du tram à Luxembourg

La figure 4.3 montre le spectre de densité d'effort obtenu, pour une vitesse de 50 km/h. Si le calcul doit être effectué pour une autre vitesse, le spectre est corrigé selon la formule suivante :

$$\Delta = 20 \log_{10} \left( \frac{v}{v_{ref}} \right)$$

Avec  $v$  la vitesse de calcul et  $v_{ref}$  la vitesse à laquelle le spectre de densité d'effort a été déterminé (dans ce cas 50 km/h).

Ce spectre a été déterminé pour le tram lequel roule sur les lignes existantes. Il s'agit d'un tram de 8 modules avec une longueur de 45 m, bien que la nouvelle ligne soit exploitée

avec des trams avec 10 modules et une longueur de 56 m. Toutefois, la longueur n'a aucune influence sur le spectre de densité d'effort.

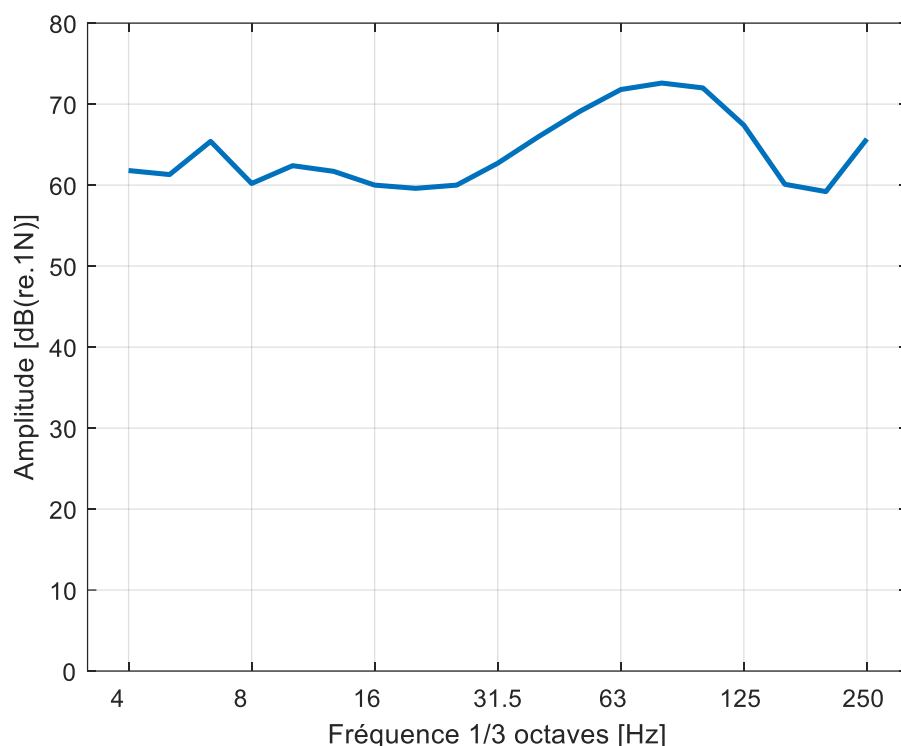


Figure 4.3 Spectre de densité d'effort à 50 km/h

## 4.2 LA TRANSMISSION VIBRATOIRE

### 4.2.1 Approche 1

Les mesures de caractérisation du sol consistent à exciter le sol à l'endroit du futur rail extérieur par l'intermédiaire d'une masse équipée d'un capteur d'effort, et à mesurer la réponse vibratoire en différentes positions, en même temps que l'effort appliqué.

Les sections de mesure S1 à S36 sont montrées dans la figure 3.1. Des photos sont données dans les figures 3.2 à 3.37, ainsi que le dispositif de mesure.

Les fonctions de transfert vibratoire sont mesurées entre la voie de tramway et des points situés sur le trottoir et sur la fondation des bâtiments le long de la ligne en 36 sections (cf. § 3). Trois capteurs vibratoires ont été placés en direction verticale :

- devant la façade (points V1 et V2 sur le sol) ;
- sur le seuil (point V3 sur la fondation) de l'immeuble (si présent).

La figure 4.4 montre un exemple de la « mesure de la transmission vibratoire ». Lors de ces mesures, les paramètres suivants ont été mesurés ;

- la caractérisation de la transmission du sol ;



- le couplage sol-fondation ; la transmission des vibrations du sol aux bâtiments dépend des caractéristiques du sol et des fondations du bâtiment. Deux accéléromètres ont été placés, respectivement sur le sol devant le bâtiment, et sur la fondation de celui-ci. En comparant les spectres vibratoires mesurés par ces deux accéléromètres, on obtient les couplages sol-fondation. Les courbes de couplage sol-fondation ont été mesurées pour quelques bâtiments riverains des futures voies.

L'amplification structurelle est définie comme des vibrations qui se propagent des fondations aux murs et aux planchers des bâtiments. Certaines gammes de fréquences sont amplifiées par les résonances structurelles.

L'amplification structurelle n'a pas été mesurée directement dans les 36 sections. Pour les calculs des futurs niveaux vibratoires à l'intérieur, des amplifications typiques, provenant d'une vaste base de données, ont été utilisées.



Figure 4.4 Exemple « Mesure de la transmission vibratoire »

#### 4.2.2 Approche 2

Additionnellement, pour caractériser le sol et la transmission vibratoire à plusieurs distances, des mesures de transmission ont été effectuées sur une distance plus longue. L'impact est donné avec une masse tombante, et la réponse est mesurée en plusieurs points (jusqu'à 9 points). Cette mesure peut être exploitée pour calculer les niveaux vibratoires à plusieurs distances de la future voie et finalement déterminer une « distance de sécurité » à partir de la future voie. L'avantage d'une telle mesure est qu'elle donne une vue plus détaillée sur l'atténuation vibratoire en fonction de la distance et elle peut supporter les mesures près des bâtiments.

Des mesures de transmissibilité de type « approche 2 » ont été effectuées en 3 sections le long du futur tracé, dont les localisations sont données dans la figure 4.5.

La localisation des différentes mesures de transmissibilité est telle qu'un échantillon représentatif est obtenu du comportement du sol sur tout le tracé. Sur la base des données géotechniques (figure 1.2) préliminaires reçues, la variation du type de sol est faible sur le périmètre du projet.

Les mesures de transmissibilité consistent à exciter le sol par l'intermédiaire d'une masse équipée d'un capteur d'effort, et à mesurer la réponse vibratoire en différentes positions, en même temps que l'effort appliqué. Pour chaque section, une seule transmission a été mesurée, mais pour plusieurs distances entre le point d'impact et le capteur. Cela permet de calculer le niveau vibratoire à plusieurs distances de la voie et ainsi la distance minimale nécessaire afin de rester en dessous des critères.

Les réponses ont été mesurées pour les distances de 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 24 et 32 mètres. Les fonctions de transfert vibratoire sont calculées pour chaque point de réponse. Les courbes de transmissibilité, ensemble avec une photo de la mesure, sont visualisées aux figures 4.6 à 4.8. Les figures ne montrent pas les courbes mesurées, mais celles après interpolation, de sorte que l'atténuation vibratoire est monotone avec la distance.

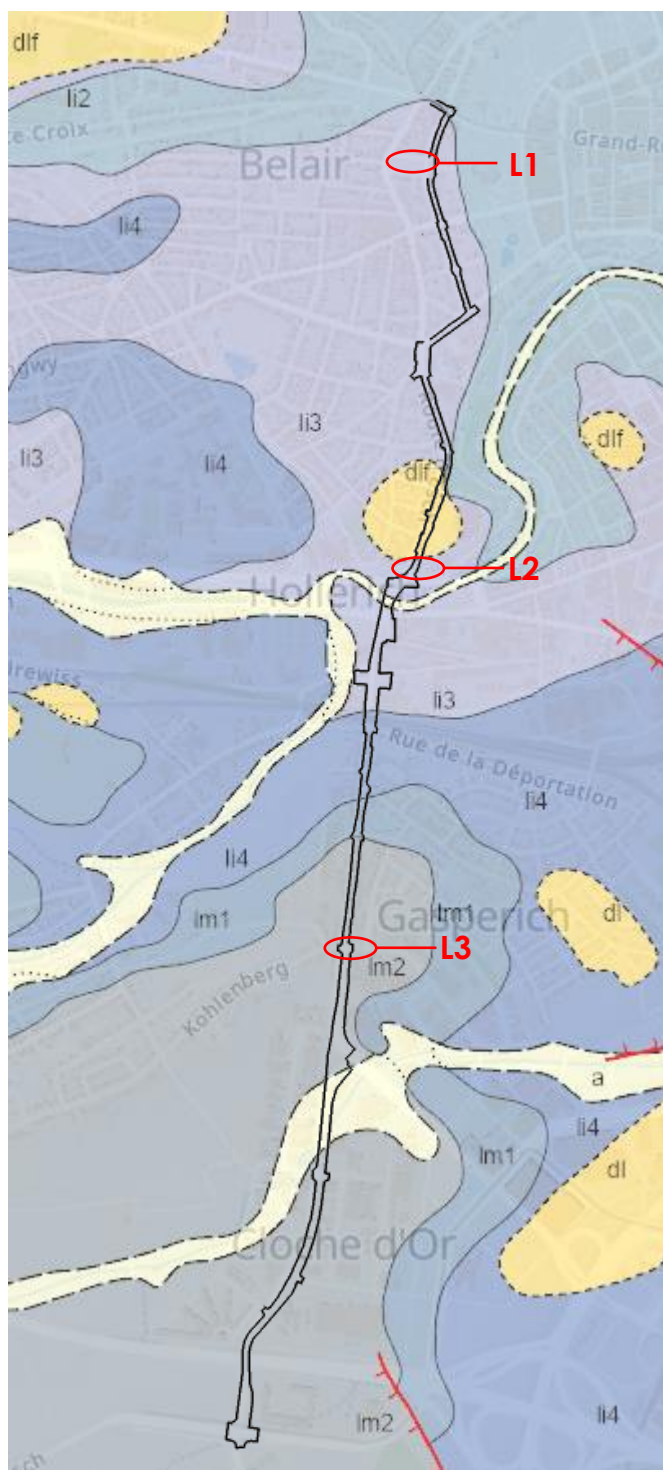


Figure 4.5 Mesures de transmission – localisation des points de mesures le long du tracé



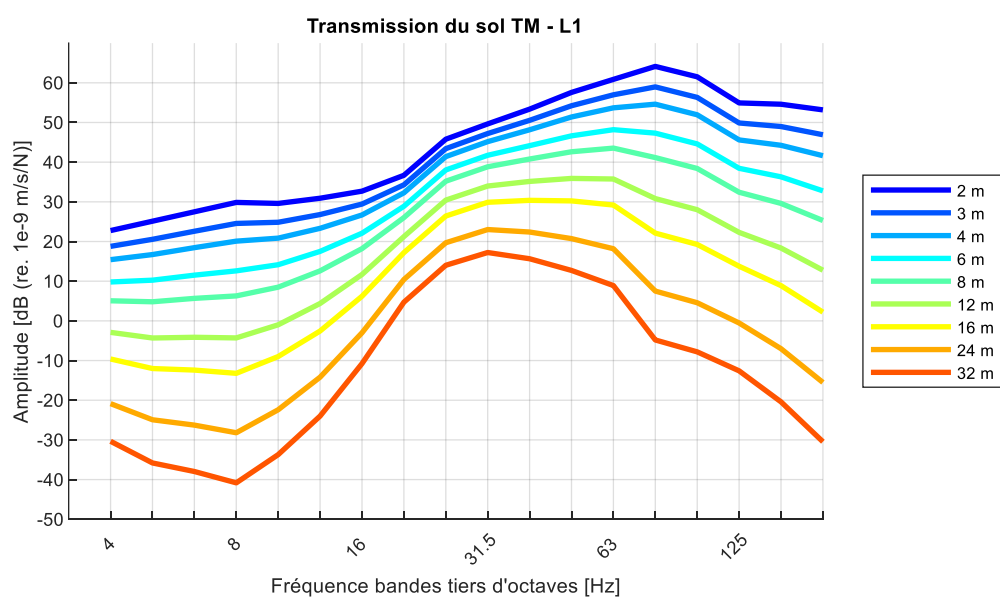


Figure 4.6 Section L1 : courbes de transmissibilité

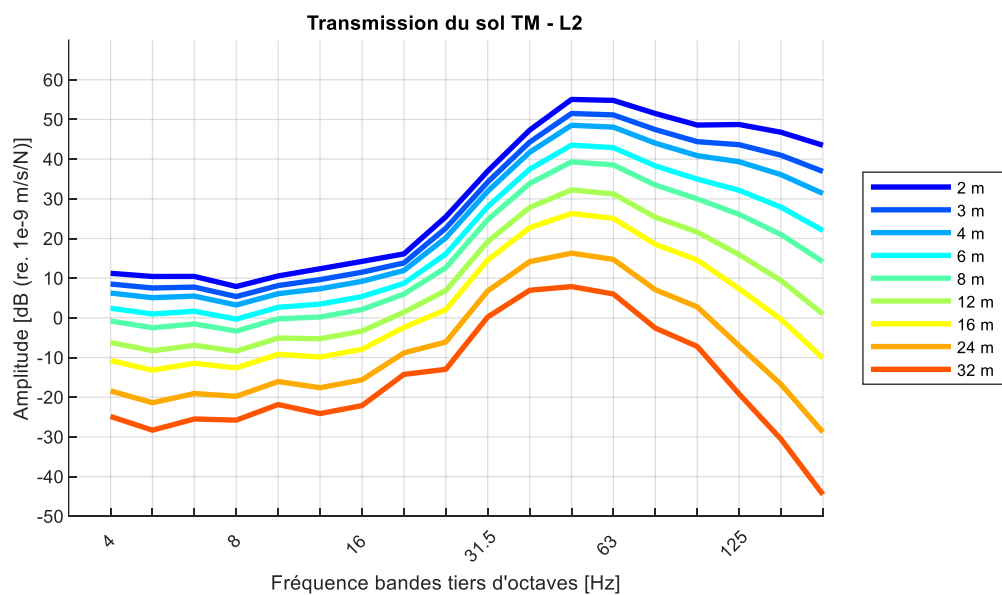


Figure 4.7 Section L2 : courbes de transmissibilité



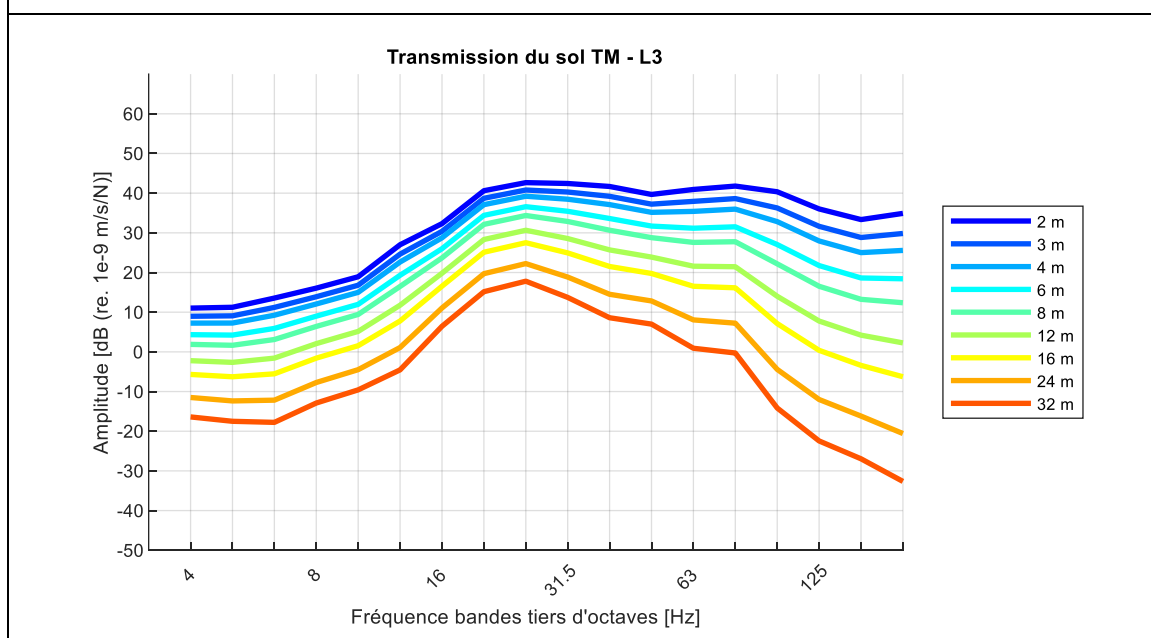


Figure 4.8 Section L3 : courbes de transmissibilité

Ces 3 courbes de transmissibilité ont été utilisées pour compléter les calculs des niveaux vibratoires sur la base de « l'approche 1 ».



### 4.3 LE RECEPTEUR

Le récepteur, le bâtiment, influence les niveaux vibratoires de deux manières.

- Couplage sol-fondations ; quand les vibrations « entrent » le bâtiment, elles sont atténuées à cause de l'interaction entre le sol et le bâtiment. Cette atténuation dépend entre autres du type de sol et de la masse du bâtiment. La hauteur du bâtiment a une influence indirecte sur ce couplage sol-fondations ; un bâtiment plus haut est généralement plus lourd. Un bâtiment plus lourd apporte une atténuation plus importante ; la fréquence de découplage (la fréquence à partir de laquelle une atténuation est observée) est généralement plus faible et l'atténuation vibratoire dans les hautes fréquences est plus importante.
- L'amplification structurelle ; dans le bâtiment, les vibrations sont amplifiées à cause des résonances structurelles du bâtiment, surtout des planchers. Cette amplification dépend de la structure du bâtiment et de la taille des pièces.

Dans le cadre d'une étude prédictive, il n'est pas possible de mesurer le comportement de tous les récepteurs le long du tracé. Pour cette raison, une hypothèse conservatrice est considérée pour le calcul des niveaux vibratoires à l'intérieur des bâtiments.

La figure 4.9 montre l'amplification et le couplage sol-structure, au cas où il n'aurait pas été mesuré, appliqué dans les calculs.

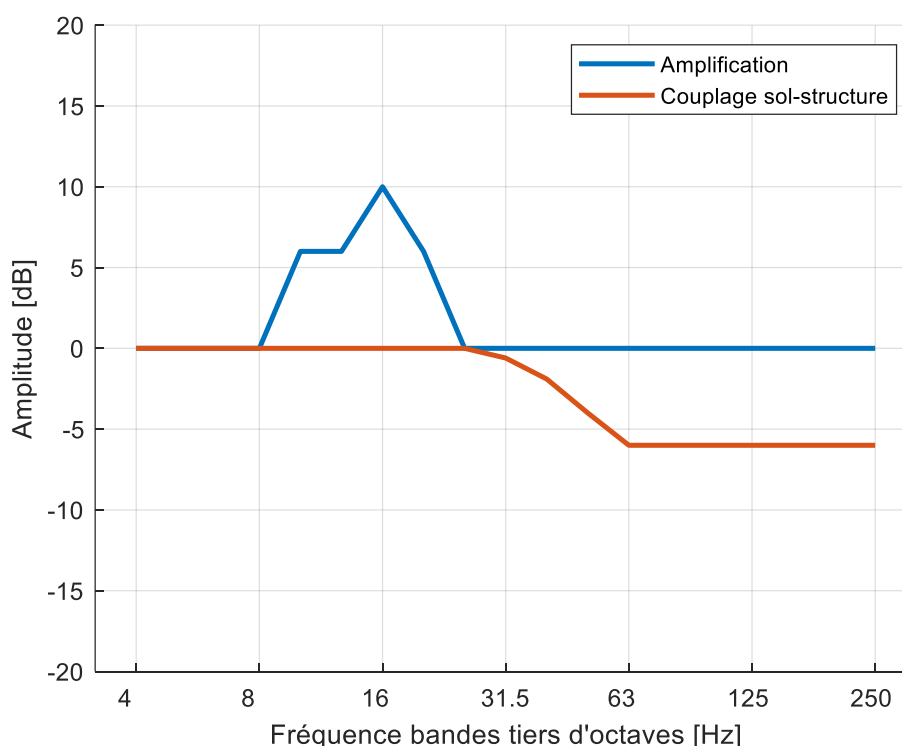


Figure 4.9 Amplification et couplage sol-structure

Finalement, les vibrations des planchers et des murs sont rayonnées comme du bruit solide ; un bruit plutôt basse fréquence, causé par les vibrations. Le niveau du bruit solide est calculé à partir du niveau vibratoire, avec la formule suivante :

$$L_p = L_v + C_A - 22$$

avec  $L_p$  le niveau de bruit,  $L_v$  le niveau vibratoire (calculé),  $C_A$  le filtre « A » et finalement un facteur « -22 » qui détermine le rapport entre le niveau vibratoire et le niveau de bruit. Ce facteur dépend des caractéristiques acoustiques de la pièce. Une valeur de -22 dB constitue une hypothèse conservatrice.

Ce rapport est basé sur les formules suivantes :

- Le bruit rayonné par une structure vibrante

$$W = \sigma \rho c S v^2$$

- $W$  : la puissance rayonnée
- $\sigma$  : l'efficacité de rayonnement
- $\rho c$  : environ 400 pour l'air (densité multipliée par la vitesse de propagation)
- $S$  : la surface qui rayonne le bruit
- $v^2$  : vitesse vibratoire

- Le rapport entre la pression acoustique et la puissance dans un grand volume (champ diffus)

$$p^2 = 4 \rho c \frac{W}{A}$$

- $A$  : l'absorption dans le volume, exprimée en  $m^2$  d'absorption parfaite

- Formule de Sabine

$$T = 0.161 \frac{V}{A}$$

- $V$  : le volume
- $T$  : le temps de réverbération

Avec les hypothèses suivantes :

- $W_0 = 1 \cdot 10^{-12} \text{ W}$
- $P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$
- $V_0 = 1 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3/\text{s}$
- $T = 2 \text{ s}$
- $H$  = la hauteur du volume = 3 m
- $\sigma = 1$
- Seulement le sol ou le plafond rayonne

et en considérant la pondération « A », ceci mène à la relation citée ci-dessus. Avec un temps de réverbération de 2 s, une valeur élevée, il est clair qu'il s'agit d'une hypothèse conservatrice.

## 4.4 HYPOTHESES ET DONNEES D'ENTREE, MESURES ANTIVIBRATOIRES

La vitesse vibratoire calculée est obtenue par multiplication du spectre de densité de force du tram avec la transmissibilité du sol et les courbes du récepteur, en tenant compte de la vitesse du tram et de la présence d'un appareil de voie.

Les hypothèses de vitesses maximales retenues pour l'exploitation de la ligne de tramway de Luxembourg sont dérivées de l'extrait suivant des exigences de LUXTRAM :

- 30 km/h franchissement des carrefours ;
- 40 km/h accès privés ;
- 50 km/h en site protégé (site réservé, séparé physiquement des voiries de circulation générale par un dispositif franchissable) ;
- 50 km/h en site propre (site réservé, séparé physiquement des voiries de circulation générale par un dispositif infranchissable) ;
- 30 km/h en entrée de station.

Sur la base de ces données, trois vitesses ont été retenues pour les calculs vibratoires :

- 30 km/h pour les sites banalisés, les entrées de station et les franchissements des carrefours,
- 40 km/h pour les sites réservés, les franchissements des entrées riveraines, et
- 50 km/h en site protégé et en site propre.

Il est supposé que la vitesse de 50 km/h peut difficilement être atteinte dans la partie nord du tronçon en raison de la présence de nombreux carrefours et entrées riveraines. Entre la place de l'Étoile et la station 7, une vitesse de 30 km/h a été considérée sur le Boulevard Joseph II et l'avenue Marie-Thérèse, comme le Boulevard Joseph II servira comme site banalisé lequel sera accessible uniquement aux véhicules des riverains. Pour le tronçon au sud de la station 7, une vitesse maximale de 50 km/h a été modelée pour les sites propres.

L'effet de la vitesse des trams est pris en considération avec un facteur de correction :

$$C = 20 \log_{10} \frac{v}{v_{ref}}$$

avec  $v_{ref}$  la vitesse avec laquelle le spectre de densité d'effort a été déterminée et «  $v$  » la vitesse de calcul.

Le tableau 4.1 donne les vitesses et les distances considérées pour les calculs des futurs niveaux vibratoires et du bruit solidien. Les sections avec étoile (\*) sont des sections où la présence d'un appareil de voie a été prise en compte dans les calculs.

Section	Adresse/ endroit	Vitesse [km/h]	Distance axe voie [m]
S1*	2, Boulevard de la Foire, 1528 Lux.	30	3.9
S2*	58, Bd. Grande-Duchesse Charlotte, 1330 Lux.	N/A	N/A



Section	Adresse/ endroit	Vitesse [km/h]	Distance axe voie [m]
S3	46, Bd. Grande-Duchesse Charlotte, 1330 Lux.	N/A	N/A
S4	81, Bd. Grande-Duchesse Charlotte, 1331 Lux.	N/A	N/A
S5	67, Bd. Grande-Duchesse Charlotte, 1331 Lux.	N/A	N/A
S6	30, Bd. Grande-Duchesse Charlotte, 1330 Lux.	N/A	N/A
S7	4A, Bd. Grande-Duchesse Charlotte, 1330 Lux.	N/A	N/A
S8	7, Rue du Fort Rheinsheim, 2419 Lux.	N/A	N/A
S9	36, Avenue Marie-Thérèse, 2132 Lux.	30	9.0
S10	35, Boulevard Joseph II, 1840 Lux.	30	5.2 – 6.6
S11	2, Place Winston Churchill, 1340 Lux.	30	11.5 – 12.8
S12	15, Boulevard Joseph II, 1840 Lux.	30	4.9
S13*	9, Boulevard Joseph II, 1840 Lux.	30	11.5
S14	1, Boulevard Joseph II, 1840 Lux.	30	5.3
S15	8, Route d'Esch, 1470 Lux.	50	6.7
S16*	24, Route d'Esch, 1470 Lux.	50	7
S17	41, Route d'Esch, 1470 Lux.	50	6.7
S18	56, Route d'Esch, 1470 Lux.	30	11.4
S19	83, Route d'Esch, 1470 Lux.	50	6.1
S20	150, Rue de Hollerich, 1740 Lux.	50	29
S21	53, Rue Baudouin, 1218 Lux.	50	17
S22*	115, Route d'Esch, 1471 Lux.	30	4.7 – 10.2
S23	180, Route d'Esch, 1471 Lux.	50	4.6
S24	200, Route d'Esch, 1471 Lux.	50	4.5
S25	169, Route d'Esch, 1471 Lux.	30	8.2
S26	240, Route d'Esch, 1471 Lux.	30	9.6
S27	266, Route d'Esch, 1471 Lux.	30	8
S28	235, Route d'Esch, 1471 Lux.	50	5.7
S29*	259, Route d'Esch, 1471 Lux.	50	7
S30	310, Route d'Esch, 1471 Lux.	50	14.4
S31	16, Rue Eugène Ruppert, 2453 Lux.	50	25.7
S32	4, Rue Eugène Ruppert, 2453 Lux.	50	23.1
S33*	404, Route d'Esch, 1471 Lux.	50	22.8
S34	1, Rue Emile Bian, 1235 Lux.	30/50	20.5
S35	12A, Rue Guillaume J. Kroll, 1882 Lux.	50	38.1
S36*	420, Route d'Esch, 1471 Lux.	50	19.9

Tableau 4.1 Vitesses et distances considérées pour les calculs (\* : sections avec appareils de voie)

Plusieurs appareils de voie ont été considérés. L'effet d'un appareil de voie est pris en considération en appliquant un facteur de correction de +10 dB sur toute la gamme de fréquences. Les emplacements des différents appareils de voie sont donnés aux figures 4.10 à 4.15. Outre ces appareils de voie, il existe également les raccords à la ligne existante située avenue Émile Reuter.

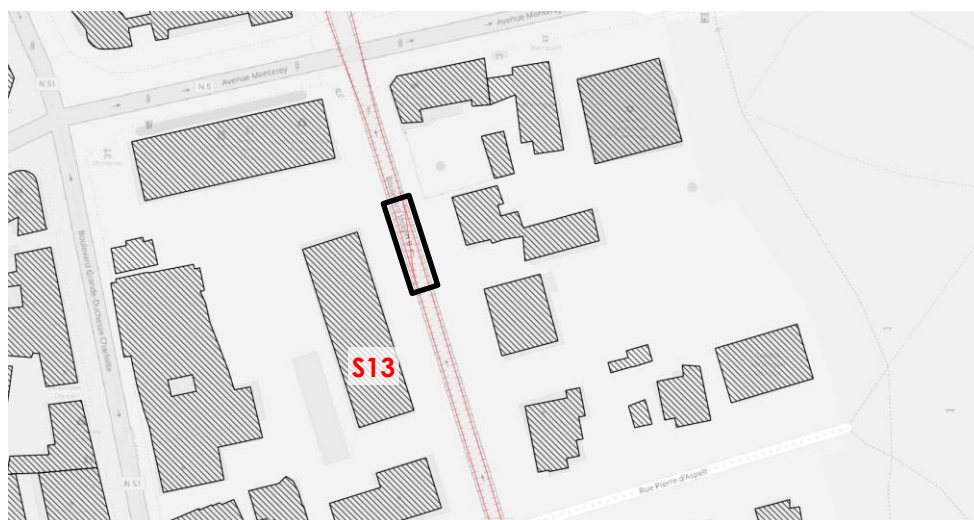


Figure 4.10 Secteur nord : appareil de voie, 11 Boulevard Joseph II

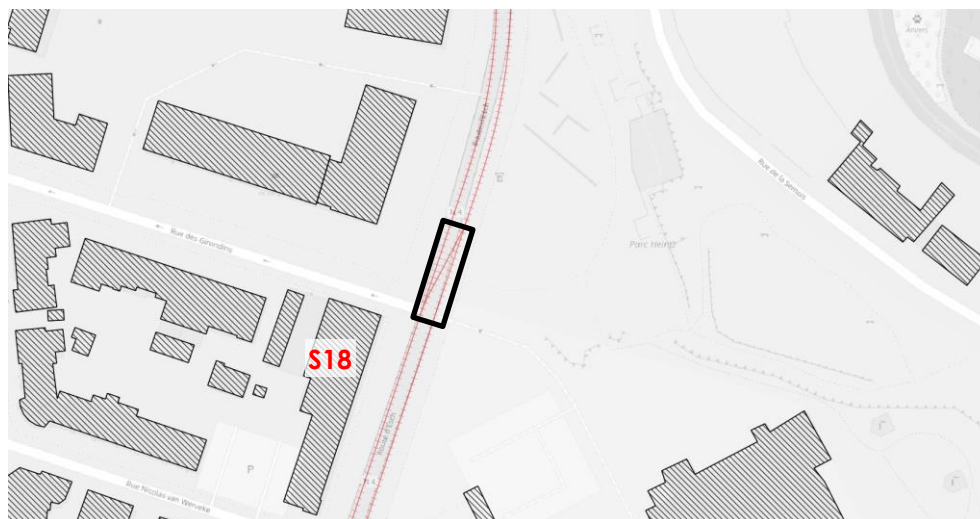


Figure 4.11 Secteur central : appareil de voie, 52-54 Route d'Esch

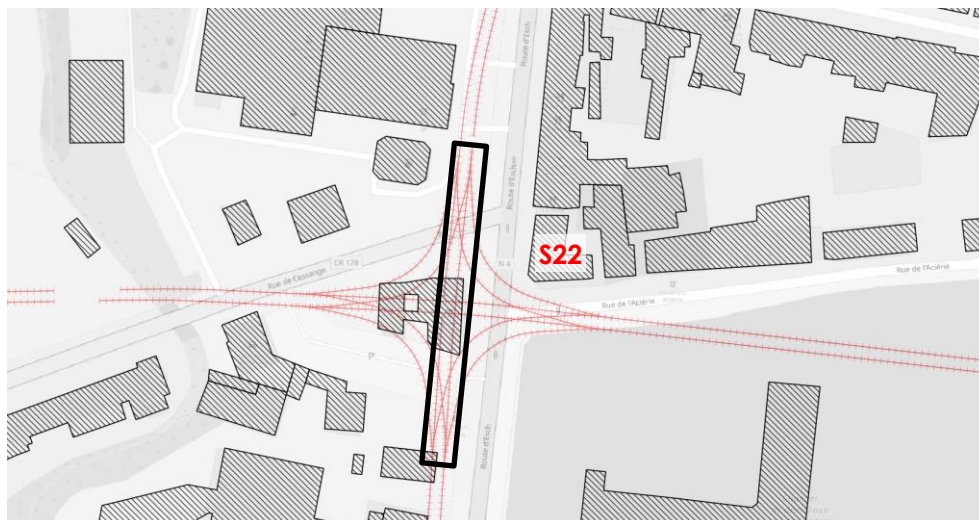


Figure 4.12 Secteur central : ensemble des appareils de voie, carrefour « Tronçon Hollerich »

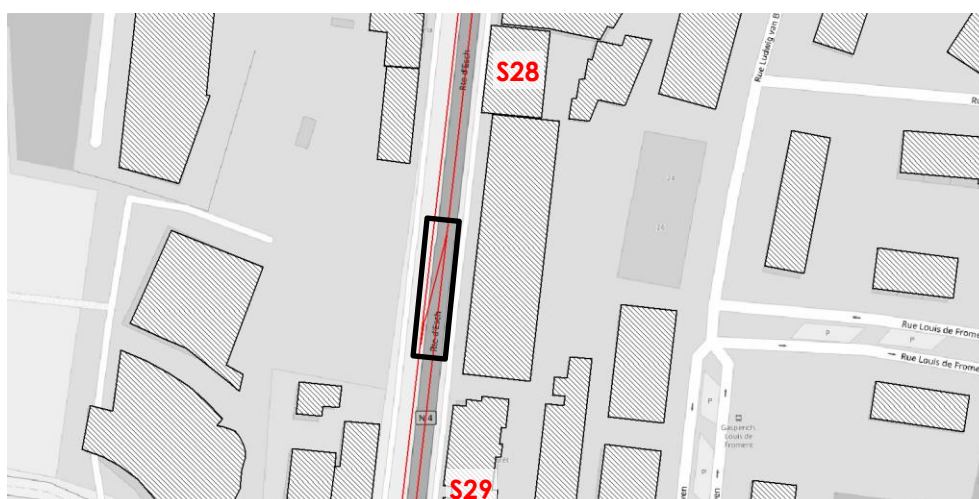


Figure 4.13 Secteur sud (REB) : appareil de voie au niveau de la station 4

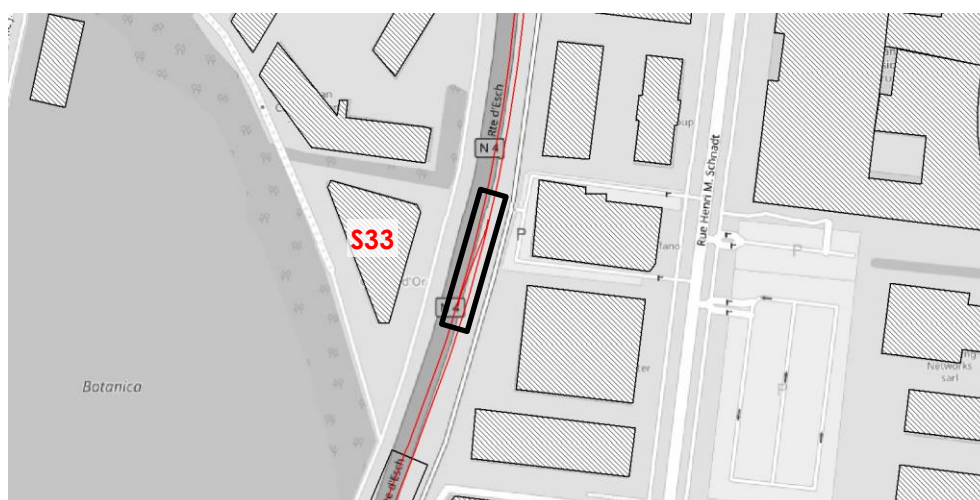


Figure 4.14 Secteur sud (REB) : appareil de voie au niveau de la station 2



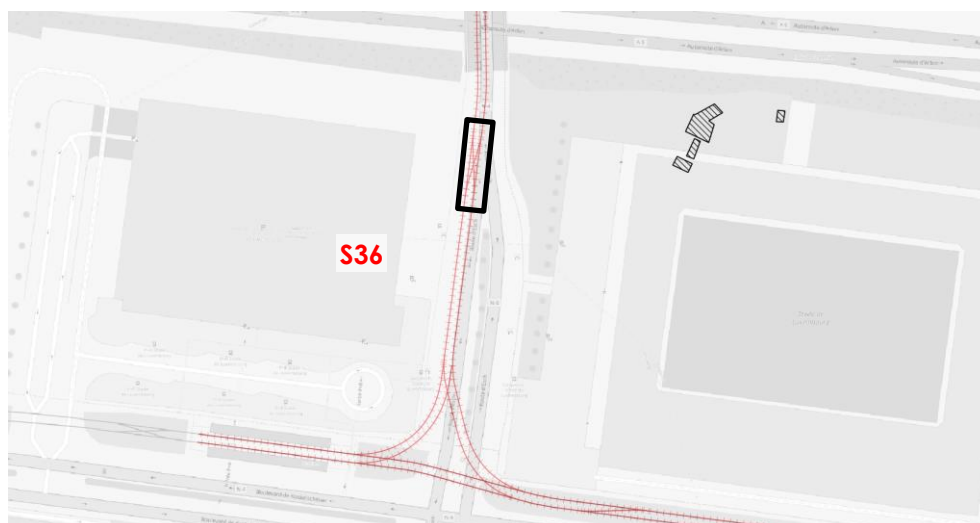


Figure 4.15 Secteur sud (REB) : Communication croisée, pôle d'échange Cloche d'Or

Le nombre de passages par jour et par nuit dépend de l'horaire des fréquences de passage des trams, comme illustré au tableau 4.2. Sur la base de cette horaire, le nombre de trams par jour (06h00-22h00) pendant la semaine (la période avec la fréquence la plus importante) est de 444, et le nombre de trams par nuit (22h00-06h00) est de 57 pour les 2 voies ensemble.

Jour	Période		Fréquence [minutes]
	Début	Fin	
Lundi / Samedi	04h30	05h30	10
	05h30	20h00	4
	20h00	00h30	10

Tableau 4.2 Tableau horaire des fréquences de passage des trams sur la ligne « Route d'Esch »

Avec la méthode décrite ci-dessus, le comportement du terrain environnant est pris en considération. Ce résultat est ensuite comparé aux exigences du projet. En cas de dépassement, des mesures antivibratoires seront proposées. Il s'agit de 3 systèmes de pose de voie antivibratoire, un système dit « -8 dB », un système « -16 dB » et finalement un système « -20 dB ».

La performance des systèmes antivibratoires est définie comme une perte par insertion, par rapport au système de référence. La figure 4.16 montre la perte par insertion exigée des systèmes antivibratoires. Il ne s'agit pas des courbes correspondant à un système spécifique, mais des courbes appliquées dans les calculs. Du fait, il s'agit de la performance minimale demandée. Évidemment, les courbes correspondent à des solutions réalisables en pratique. Toutefois, l'amplification au pic de résonance de plus de 10 dB pour le système « -16 dB » et de plus de 15 dB pour le système « -20 dB » est un pic théorique et n'est généralement pas observé dans des mesures.

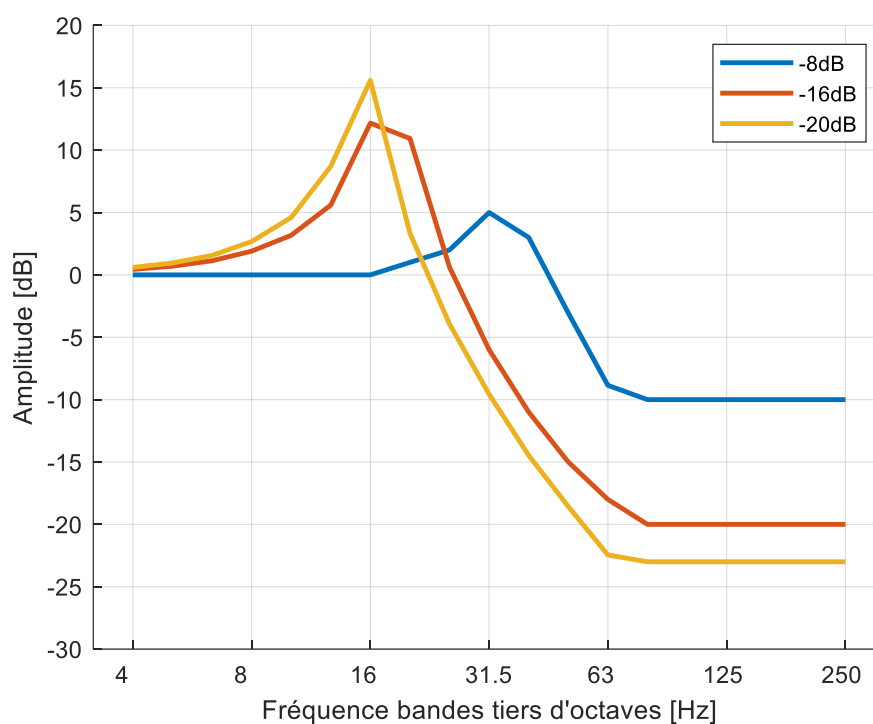


Figure 4.16 Performance exigée (perte par insertion) des systèmes antivibratoires

## 5 RESULTATS DES CALCULS

### 5.1 APPROCHE 1

La figure 5.1 montre un exemple d'un résultat de calcul. Les calculs ont été faits pour la voie de référence, une voie « -8 dB », une voie « -16 dB » et pour une voie « -20 dB », type dalle flottante, sans et avec appareil de voie pour les sections avec étoile (\*) du tableau 4.1.

- En haut, les infos du calcul ; la section, le type de tram, le type de pose antivibratoire (le cas échéant), la présence d'un appareil de voie ou pas et finalement la vitesse du tram.
- Figures en haut
  - À gauche : la caractérisation de la transmission du sol. Deux résultats de mesures de la transmission sont donnés pour la distance entre le bâtiment et l'endroit des future rails :
    - la transmission vibratoire vers le sol devant le bâtiment ;
    - la transmission vibratoire vers la fondation du bâtiment, si mesurée.
  - À droite
    - En comparant les spectres vibratoires mesurés dans ces deux points (figure gauche), on obtient le couplage sol-structure, représenté par la courbe en bleu.
    - La courbe en orange représente l'amplification structurelle, définie comme des vibrations qui se propagent des fondations aux murs et aux planchers des bâtiments. Certaines gammes de fréquences sont amplifiées par les résonances structurelles. L'amplification structurelle n'a pas été mesurée directement. Pour les calculs des futurs niveaux vibratoires à l'intérieur, des amplifications typiques, provenant d'une vaste base de données, ont été utilisées.
    - La courbe en vert est montrée en cas d'un calcul avec une pose antivibratoire et/ou l'application d'un appareil de voie (+10 dB). La courbe représente la performance des systèmes antivibratoires, définie comme une perte par insertion par rapport au système de référence. Si le calcul a été effectué avec appareil de voie, la courbe représente la sommation des deux hypothèses.
- Figure au milieu : le résultat du calcul vibratoire à l'intérieur du bâtiment est montré en fonction de la distance entre le bâtiment et l'endroit des futurs rails. Le niveau global en dB calculé figure dans la légende. Ce niveau sera comparé aux exigences.
- Figure en bas : les résultats de calcul acoustiques (bruit structurel) en dB(A) à l'intérieur du bâtiment, correspondant à la distance entre la future voie et le bâtiment. Le niveau global calculé figure dans la légende. Ce niveau sera comparé aux exigences.

Ces résultats permettent de calculer, pour chaque section étudiée, le niveau vibratoire attendu et le niveau de bruit solidien attendu, à l'intérieur de l'immeuble.



S14 | CAF Urbos 100 | -8dB | 30 km/u

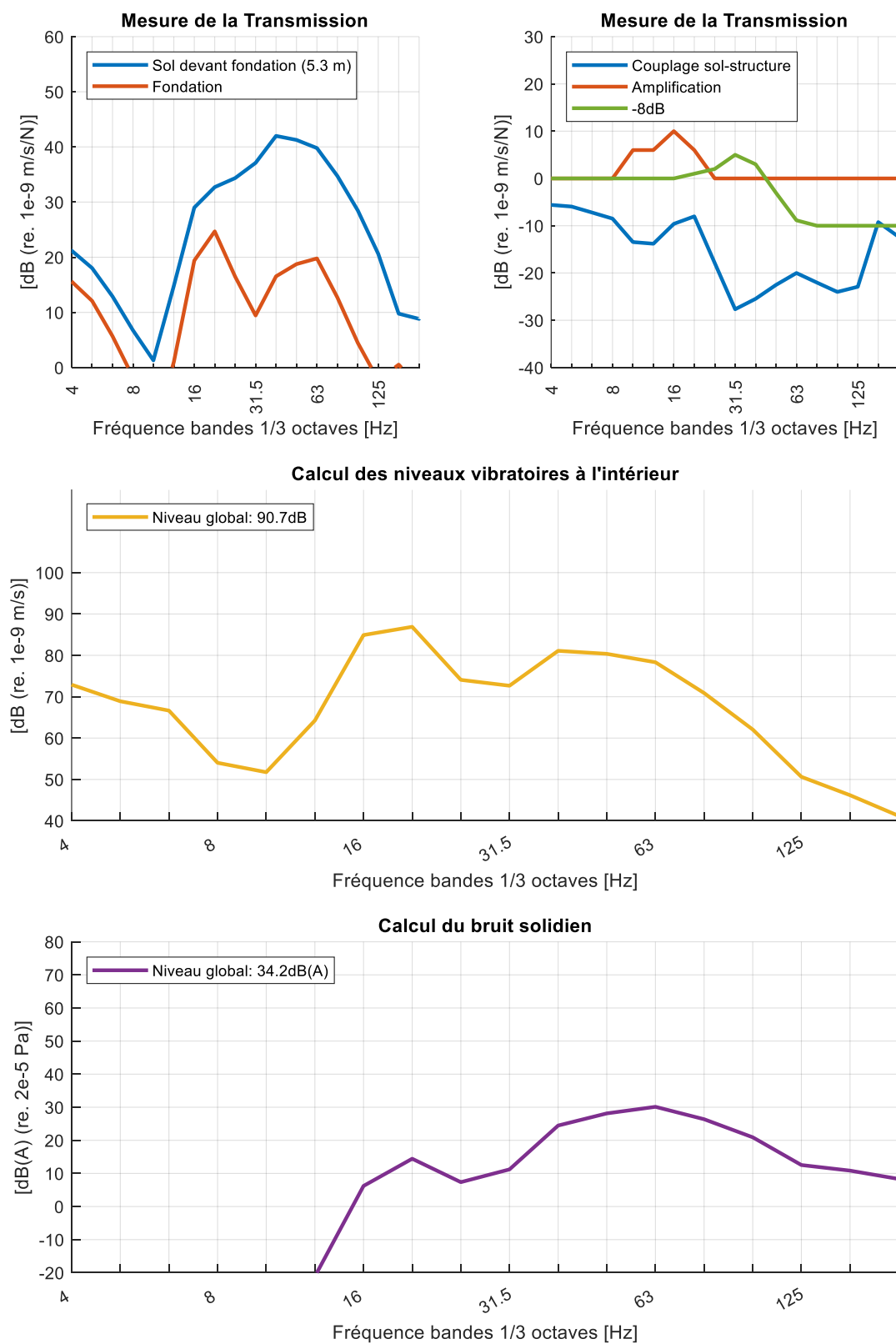


Figure 5.1 Exemple d'un résultat de calcul

La détermination de la nature des bâtiments est basée sur les données du « Plan d'aménagement général » (figure 1.1) de la zone concernée.

Pour la zone HAB-1, les limites pour des bâtiments résidentiels sont considérées ;

- la zone 4 de la norme DIN 4150-2, limité à 100 dB (re.1e-9 m/s) à l'intérieur ;
- le bruit solidien est limité à 40 dB(A) (pour un bâtiment avec une chambre à coucher).

Pour les autres zones, les limites applicables dépendent de la nature du bâtiment. Si des logements y sont prévus, les limites pour des bâtiments résidentiels sont considérées. Sinon, les limites suivantes sont considérées ;

- la zone 3 de la norme DIN 4150-2, limité à 103.5 dB (re.1e-9 m/s) à l'intérieur ;
- le bruit solidien est limité à 45 dB(A).

Les résultats de calcul sont donnés dans l'annexe B :

- pose classique : pages 1 à 18 ;
- pose « -8 dB » : pages 19 à 36 ;
- pose « -16 dB » : pages 37 à 54 ;
- pose « -20 dB » : pages 55 à 72.

## 5.2 APPROCHE 2

La figure 5.2 montre un exemple d'un résultat de calcul. Les calculs ont été faits pour la voie de référence, une voie « -8 dB », une voie « -16 dB » et pour une voie « -20 dB », type dalle flottante, sans et avec appareil de voie. Dans cet exemple, on considère les limites pour une zone 4 : 100 dB pour le niveau vibratoire maximal et 40 dB(A) pour le niveau de bruit solidien maximal.

- En haut, les infos du calcul ; le type de tram, la vitesse du tram, les hypothèses considérées, la section de calcul, et le cas échéant, le type de pose antivibratoire.
- Au milieu : les résultats de calcul vibratoires à l'intérieur du bâtiment, pour différentes distances entre la future voie et les bâtiments. La courbe rouge montre la courbe correspondant à la distance minimale entre la voie et le bâtiment afin de respecter le critère vibratoire. La distance correspondante figure dans la légende, ainsi que la limite appliquée pour le respect du critère dans la zone concernée.
- En bas : les résultats de calcul acoustiques (bruit solidien) à l'intérieur du bâtiment, pour différentes distances entre la future voie et les bâtiments. La courbe rouge montre la courbe correspondant à la distance minimale entre la voie et le bâtiment afin de respecter le critère du bruit solidien. La distance correspondante figure dans la légende, ainsi que la limite appliquée pour le respect du critère dans la zone concernée.

Ces résultats permettent de calculer, pour chaque bâtiment, le niveau vibratoire attendu et le niveau de bruit solidien attendu, à l'intérieur de l'immeuble.

## N5970 Route d'Esch

CAF Urbos 100 | -16dB + App. de voie | 30 km/u | SSC typique

L2

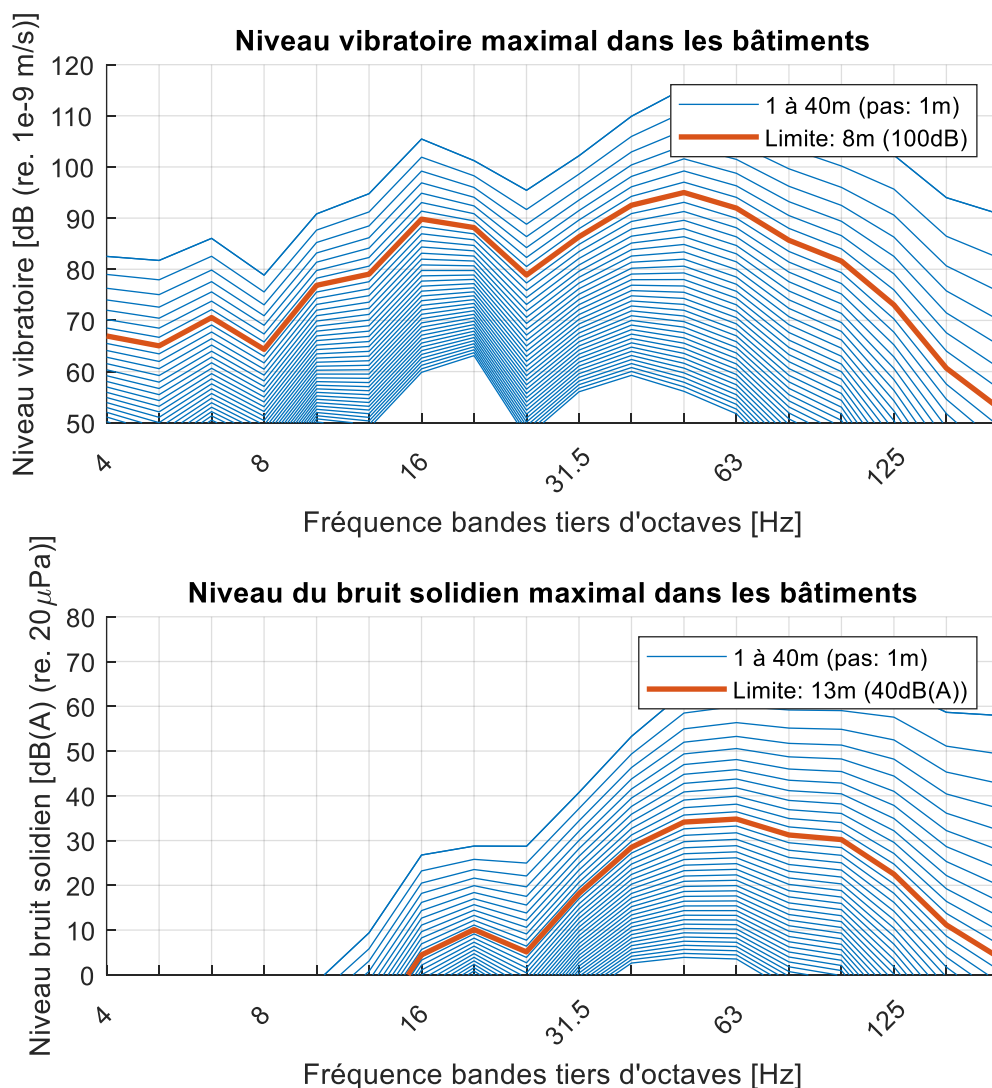


Figure 5.2 Exemple d'un résultat de calcul (approche 2)

### 5.3 RÉSULTATS

Les figures suivantes présentent d'une manière visuelle les types de poses recommandés selon les calculs, et les évaluations vis-à-vis les exigences. Quatre types de poses ont été considérés :

- en vert : la pose classique,
- en jaune : la pose de voie antivibratoire dit « pose -8 dB »,
- en bleu : la pose de voie antivibratoire dit « pose -16 dB », et finalement



- en orange : la pose de voie antivibratoire dit « pose -20 dB », type dalle flottante.

Le type de pose indiqué est la pose minimale requise, ce qui signifie que, par exemple, une « pose -16 dB » pourrait être remplacée par une « pose -20 dB ».

On remarque que, dans certaines figures, des bâtiments démolis sont encore visibles, ou des nouveaux bâtiments ne figurent pas. Ceci est notamment le cas :

- pour plusieurs bâtiments au Quartier Nei Hollerich et Porte de Hollerich,
- au niveau de la section S24 (200, Route d'Esch) et en face (139-155, Route d'Esch),
- au niveau de la section S25 (169-171, Route d'Esch),
- au niveau de la section S26 (236-240, Route d'Esch et 2, Rue Léopold Hoffmann),
- au niveau de la section S27 (262-270, Route d'Esch),
- à côté de la section S28 (237-243, Route d'Esch),
- à 312, Route d'Esch,
- à la section S31 (16, Rue Eugène Ruppert),
- à la section S33 (404, Route d'Esch).

Les calculs sont basés sur la situation actuelle et ne tiennent pas compte des bâtiments démolis.



Figure 5.3 Résultats de calcul – Partie 1





Figure 5.4 Résultats de calcul – Partie 2





Figure 5.5 Résultats de calcul – Partie 3



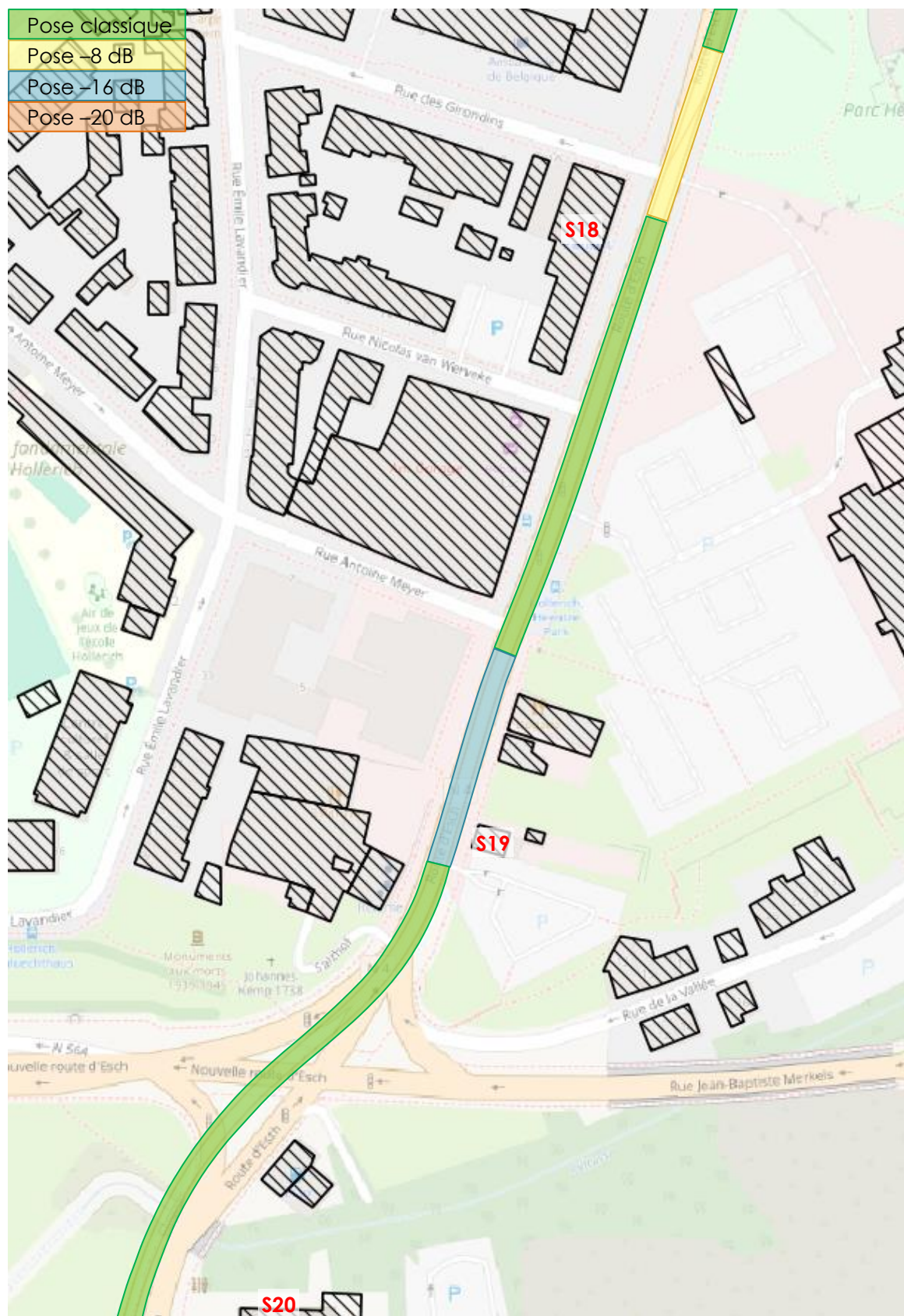


Figure 5.6 Résultats de calcul – Partie 4

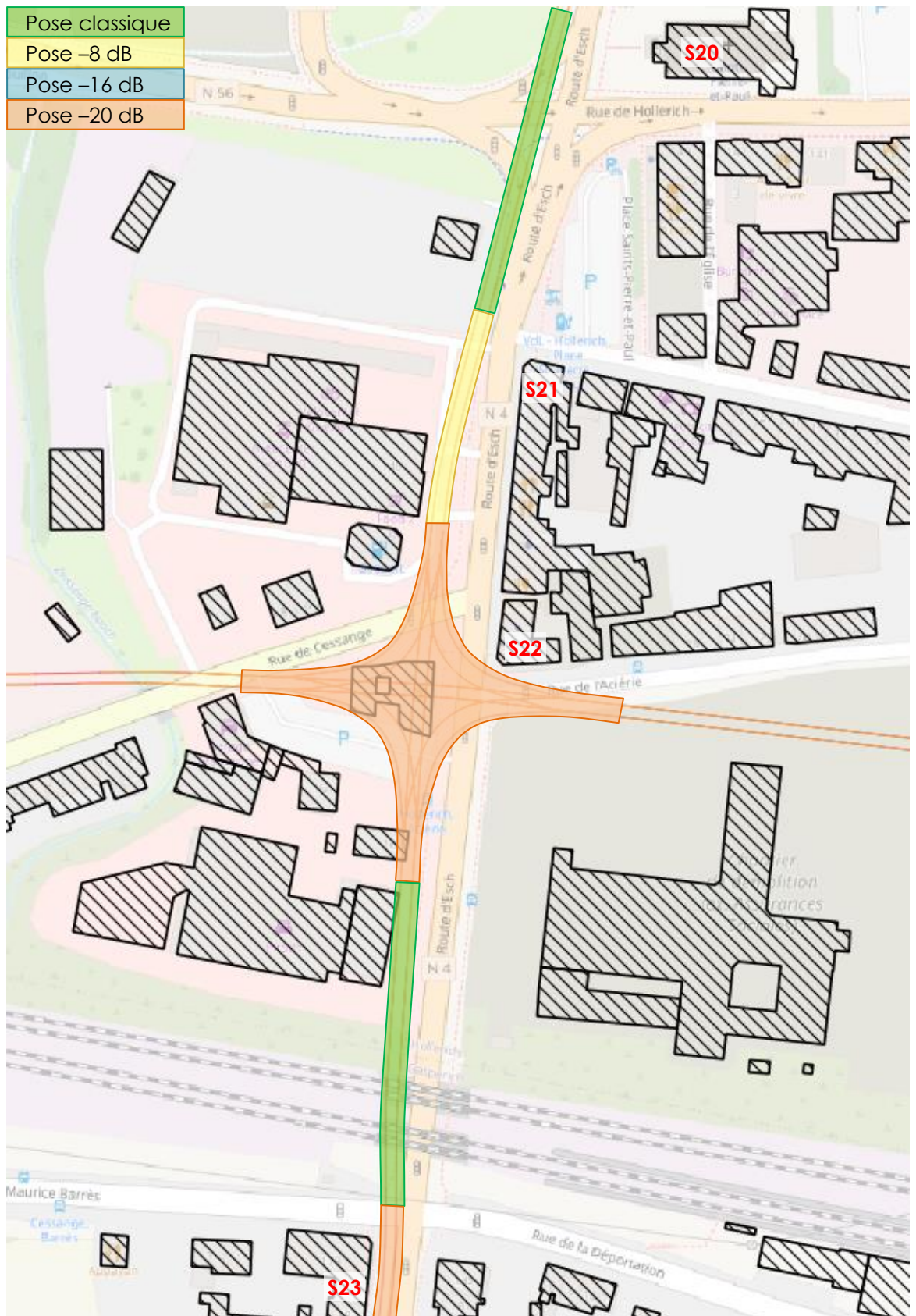






Figure 5.8 Résultats de calcul – Partie 6



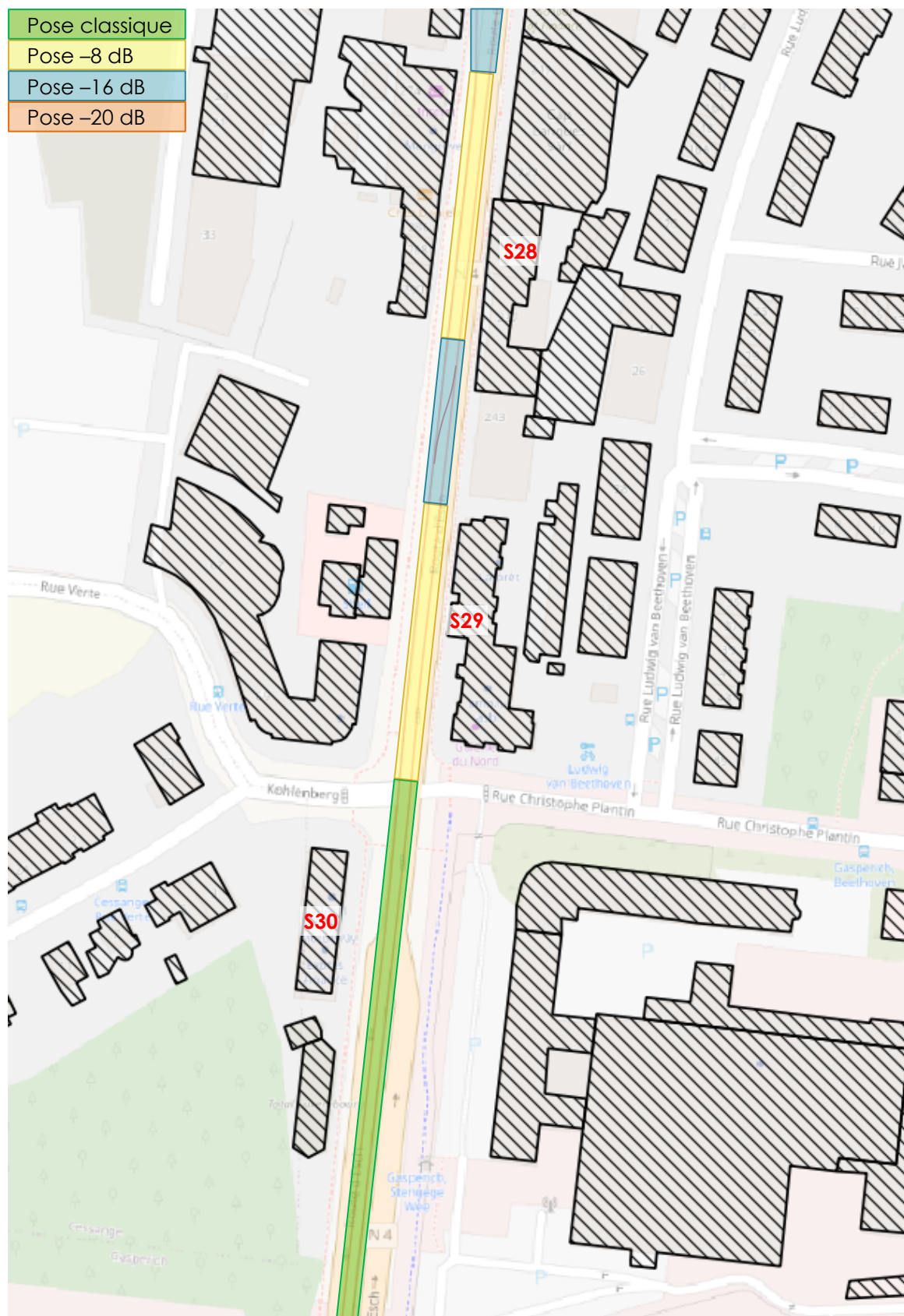


Figure 5.9 Résultats de calcul – Partie 7

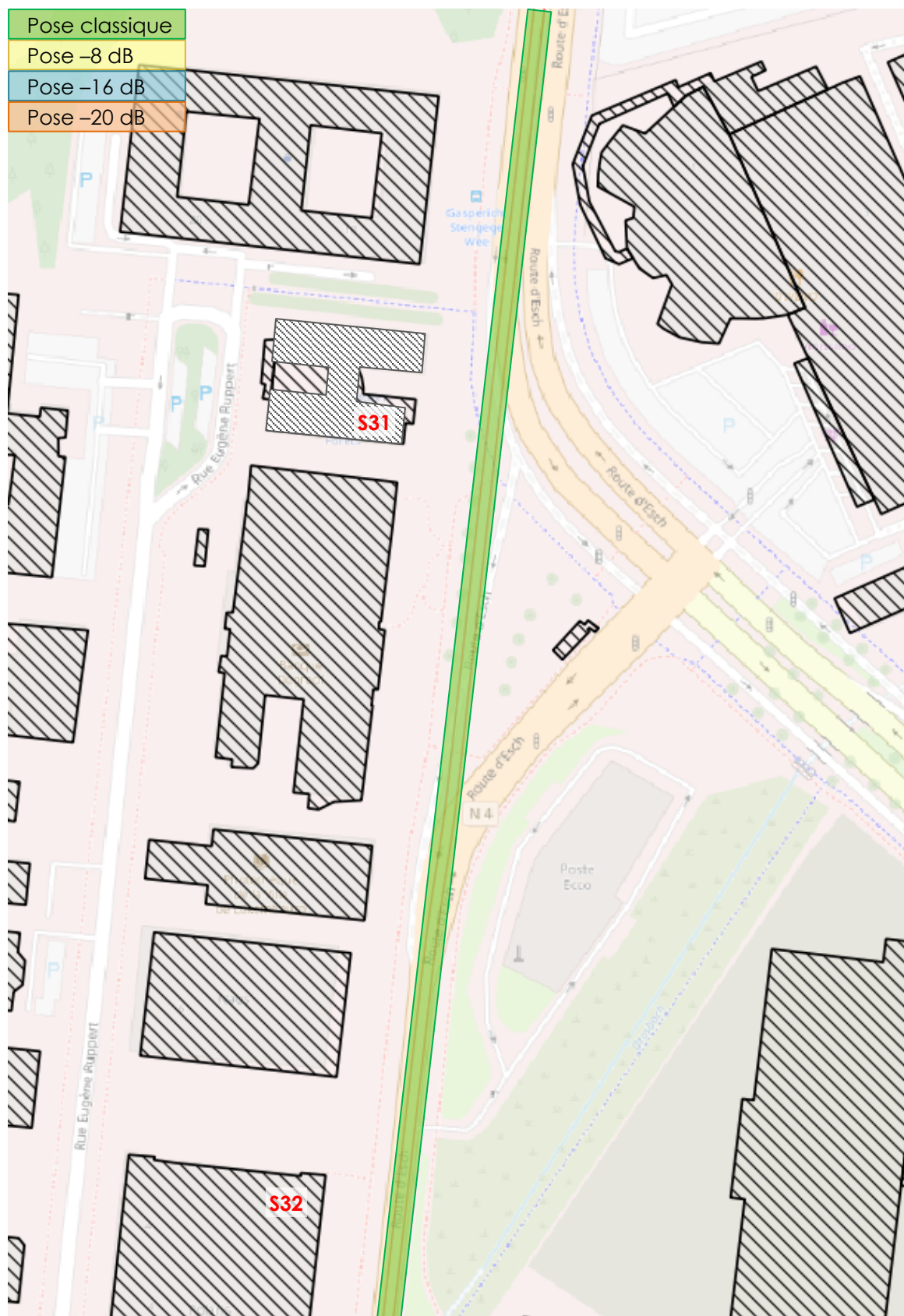


Figure 5.10 Résultats de calcul – Partie 8



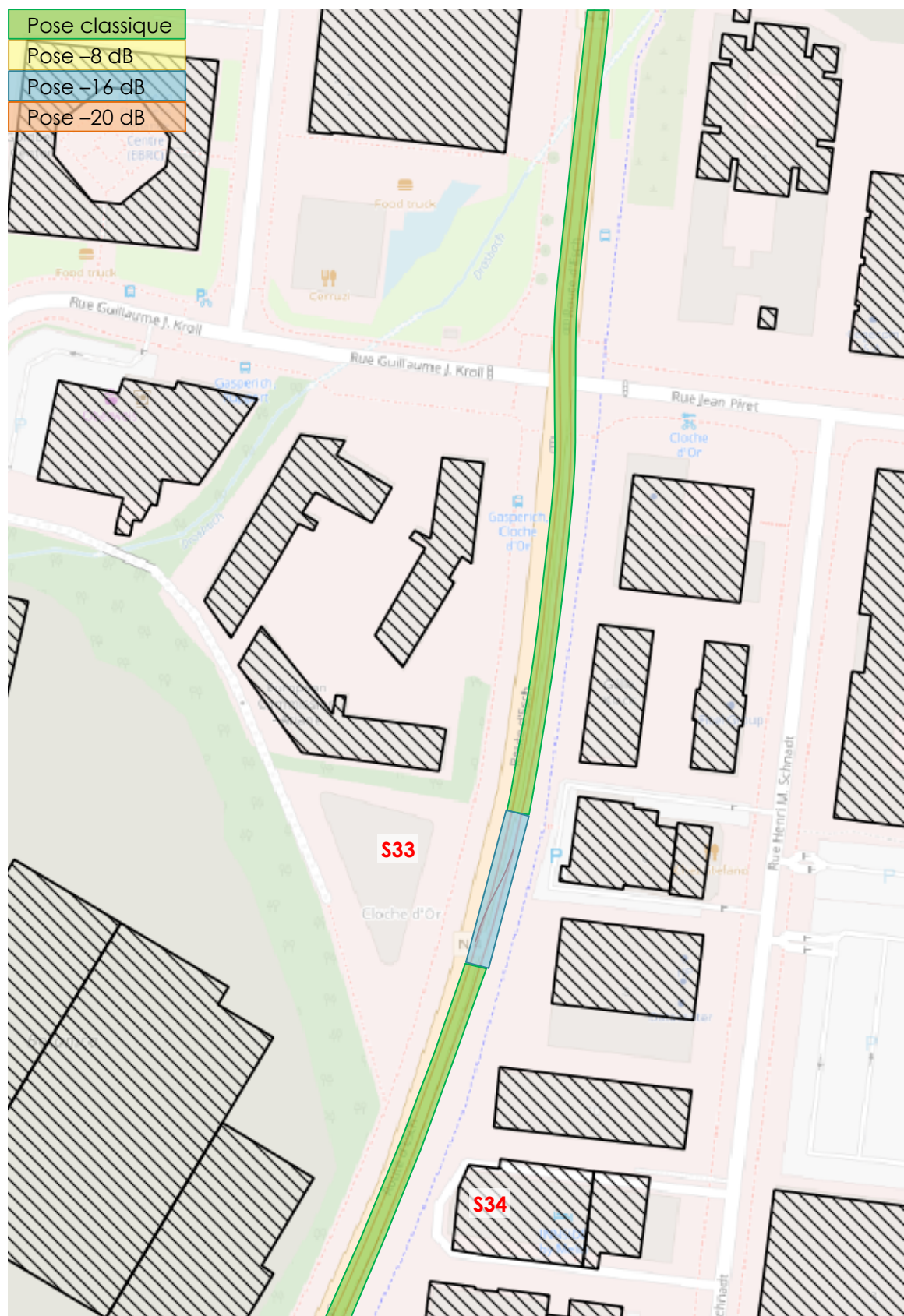


Figure 5.11 Résultats de calcul – Partie 9



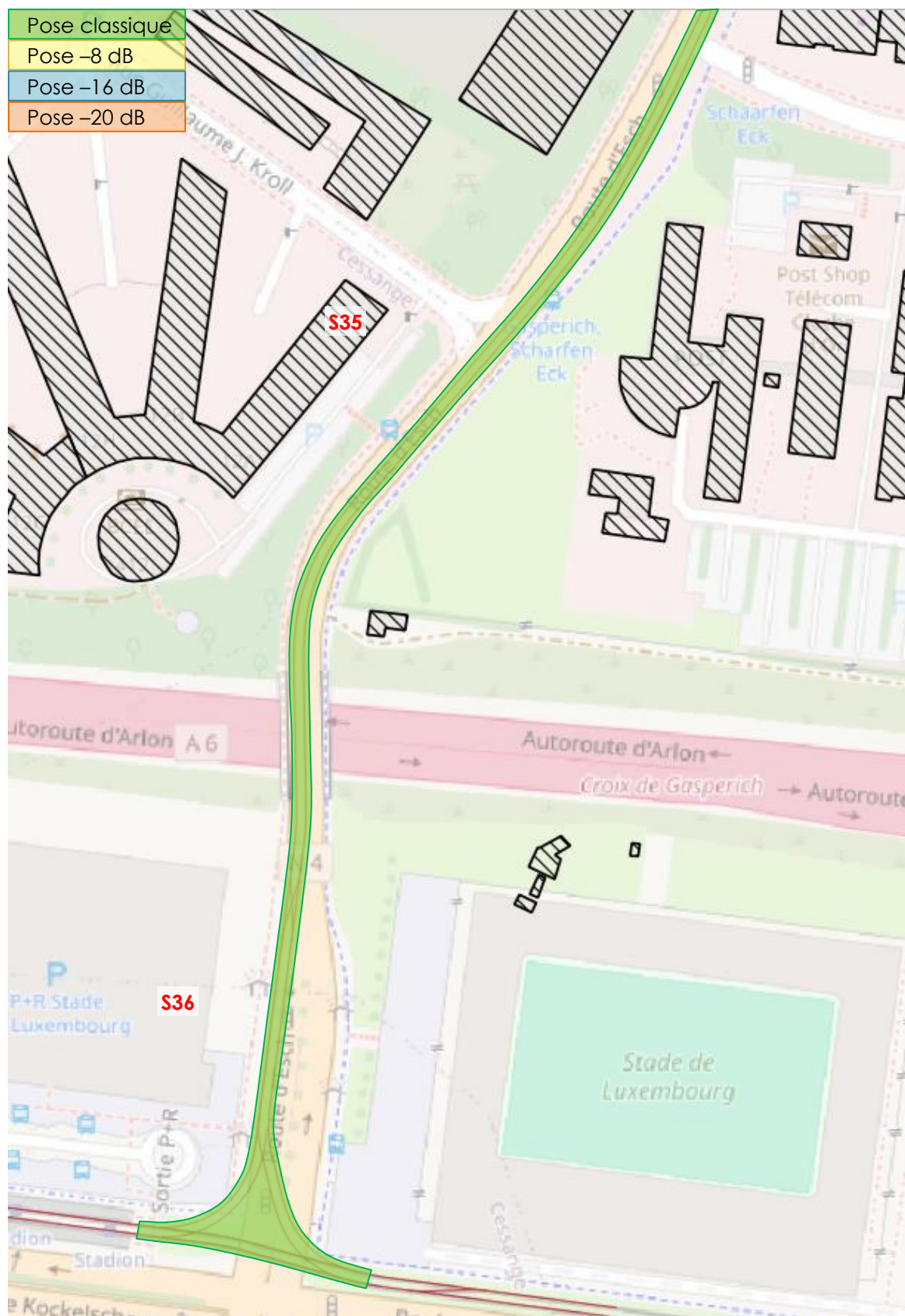


Figure 5.12 Résultats de calcul – Partie 10

Le tableau 5.1 donne les résultats de calcul avec les types de pose recommandés, ou minimal requis, conformément aux figures 5.3 à 5.12. Les niveaux calculés à l'intérieur des bâtiments sont donnés dans les deux dernières colonnes. Les valeurs en rouge indiquent des dépassements des exigences. Quelques remarques s'imposent ici :

- Le bruit solidien est généralement le plus contraignant. La pose de voie proposée a été choisie pour minimiser le bruit solidien, conformément aux exigences.
- Le choix d'une pose plus performante en fonction du bruit solidien se traduit généralement par une diminution du niveau vibratoire. Toutefois, l'amplification théorique au pic de résonance des systèmes antivibratoires (figure 4.16) résulte parfois en une augmentation du niveau vibratoire calculé, surtout pour les systèmes « -16 dB » et « -20 dB ». Ce pic n'est généralement pas observé dans les mesures. Il s'ensuit que les niveaux vibratoires calculés pour les systèmes « - 16 dB » et « - 20 dB » sont souvent une surestimation.
- Au niveau de la section S1\*, des dépassements ne sont pas exclus, même avec la pose la plus performante « - 20 dB ». Ceci est une conséquence de la courte distance et de la présence des appareils de voie. Si on prend en considération le pic de résonance théorique de plus de 15 dB, il est estimé que le dépassement sera limité.
- Le carrefour avec la future ligne de tram « Tronçon Hollerich » est un cas particulier, étant donné que des connexions (courbes) sont prévues entre les deux lignes, lesquelles ne seront probablement pas utilisées pendant l'exploitation normale. La courbe la plus proche au bâtiment de la section S22a est à 4.7 mètres (axe voie). Une pose « -20 dB » constitue la solution la plus adéquate, même si des dépassements ne sont pas exclus. Toutefois, on suppose que les deux futures lignes ne sont desservies qu'en ligne droite pendant l'exploitation normale. La distance entre le bâtiment et la future voie du tronçon « Route d'Esch » est de 21.4 mètres (axe voie), et est supérieure à la distance limite (minimale) de la méthode de calcul « Approche 2 » (§ 4.2.2). Pour le « Tronçon Hollerich », la distance entre la future (axe) voie et le bâtiment est de 8.5 mètres. Si on prend en considération le pic de résonance théorique de plus de 12 dB, il est estimé que des dépassements seront évités.
- En ce qui concerne les sections S23 et S24, on remarque la courte distance entre les bâtiments et les futures voies. Le calcul a été effectué pour une vitesse de tram de 50 km/h (vitesse pour un site propre). À cette vitesse, des dépassements du bruit solidien sont très probables, même avec une pose performante de « - 20 dB ». Une réduction de la vitesse de 50 à 30 km/h est recommandée. Cette réduction entraîne une diminution d'environ 4.4 dB.
- Au niveau de la section S29, une pose « - 8 dB » est recommandée. Un peu plus au nord (entre les sections S28 et S29), une communication (appareil de voie) est prévue. La distance entre la voie et le bâtiment est de même ordre de grandeur (9 m, axe voie) que dans la section S29. L'appareil de voie nécessite une pose plus performante à « - 16 dB » ou alternativement une pose « - 20 dB ».
- À l'endroit des sections S31, S32 et S33\*, la mesure de transmission a été effectuée à une distance inférieure à la distance entre la future voie et les bâtiments dans les derniers plans avec l'aménagement retenu en phase APS sur l'ensemble de la Route

d'Esch. La distance ayant augmenté de 5 à 8 m, le calcul est une surestimation du niveau. La distance entre la future voie et les bâtiments a été vérifiée à l'aide de la méthode de calcul « Approche 2 » (§ 4.2.2), et cette approche confirme le respect des exigences pour le bruit solidien également. Pour l'appareil de voie devant la section S33\*, une pose « - 16 dB » est recommandée.

Section	Distance axe voie [m]	Vitesse [km/h]	Type de pose, minimale requise [m]	Niveau vibratoire à l'intérieur [dB]	Niveau de bruit solidien [dB(A)]
S1*	3.9	30	Pose -20 dB	108.7	46.3
S9b	9.0	30	Pose classique	82.3	38.0
S10	5.2 - 6.6	30	Pose -8 dB	87.2	33.3
S11	11.5 – 12.8	30	Pose classique	79.9	23.6
S12	4.9	30	Pose -8 dB	93.0	38.3
S13	11.5	30	Pose classique	81.7	30.9
S13*	11.5	30	Pose -8 dB	92.6	36.5
S14	5.3	30	Pose -8 dB	90.7	34.2
S15	6.7	50	Pose -16 dB	90.3	29.8
S16	7.0	50	Pose -8 dB	95.2	38.8
S16*	7.0	50	Pose -20 dB	99.4	33.9
S17	6.7	50	Pose -8 dB	91.6	39.7
S18	11.4	30	Pose classique	78.5	31.6
S18*	11.4	30	Pose -8 dB	85.6	33.6
S19	6.1	50	Pose -16 dB	86.0	33.3
S20	29.0	50	Pose classique	67.0	21.8
S21	17.0	50	Pose -8 dB	92.1	39.3
S22a*	4.7	30	Pose -20 dB	106.6	41.8
S22b*	10.2	30	Pose -20 dB	109.0	35.6
S23	4.6	50	Pose -20 dB	108.8	33.4
S24	4.5	50	Pose -20 dB	103.4	44.6
S25	8.2	30	Pose -8 dB	94.4	36.8
S26	9.6	30	Pose -8 dB	89.8	36.7
S27	8.0	30	Pose -16 dB	91.0	34.1
S28	5.7	50	Pose -8 dB	96.5	37.5
S29	7.0	50	Pose -8 dB	90.3	36.2
S29*	9.0	50	Pose -16 dB	106.0	37.5
S30	14.4	50	Pose classique	85.5	38.4
S31	25.7	50	Pose classique	96.0	46.5



Section	Distance axe voie [m]	Vitesse [km/h]	Type de pose, minimale requise [m]	Niveau vibratoire à l'intérieur [dB]	Niveau de bruit solidien [dB(A)]
S32	23.1	50	Pose classique	98.2	49.7
S33	22.8	50	Pose classique	92.4	42.3
S33*	22.8	50	Pose -16 dB	101.7	36.1
S34	20.5	50	Pose classique	90.5	35.5
S35	38.1	50	Pose classique	90.5	37.7
S36*	19.9	50	Pose classique	89.3	34.3

Tableau 5.1 Résultats de calcul avec type de pose recommandé  
(\* : sections avec appareils de voie)

## 6 PHASE CHANTIER

Ce chapitre concerne la phase chantier de ce projet ; les incidences vibratoires des procédés de travail seront qualifiées.

### 6.1 MÉTHODOLOGIE

La méthodologie appliquée est une méthodologie simplifiée par rapport à celle pour la phase d'exploitation. La raison en est que le degré de détail des données d'entrée pour les calculs de la phase chantier est inférieur à celui pour la phase d'exploitation. La source vibratoire des différents engins est connue, mais pas le contenu fréquentiel. L'utilisation d'une transmission vibratoire, qui tient compte du contenu fréquentiel, n'est par conséquent pas possible.

La méthodologie de calcul suit la norme DIN 4150-1 (1999) : « *Vibrations dans les bâtiments : 1. Prévion des paramètres vibratoires* ». Cette méthodologie est régulièrement appliquée dans le cadre des calculs pour une phase chantier.

#### **Propagation des ondes**

$$V = V_1 \left( \frac{R_1}{R} \right)^n \exp[-\alpha(R - R_1)]$$

avec  $\alpha = \frac{2\pi D}{A}$  (amortissement du sol) et

$n$  coefficient fonction du type de source, d'excitation et d'ondes

Pour tous les travaux de démolition et d'excavation, on peut considérer des sources de type impulsionnel. Même les forages et les perforatrices sont à considérer comme des sources impulsionnelles et ponctuelles.

Pour les transmissions dans le sol, il faut distinguer :

- les travaux dans les premières couches de terrain (fort irrégulier) : ondes surfaciques ;
- les travaux à plus grande profondeur dans des couches de roche très homogènes (à partir de 10 m) : ondes volumiques (demi-sphère).

Ceci conduit aux valeurs suivantes pour le paramètre  $n$  :

- $n = 1.0$  (source impulsionnelle, source ponctuelle, ondes surfaciques) ;
- $n = 1.5$  (source impulsionnelle, source ponctuelle, ondes volumiques).

Dans une approche conservatrice, un coefficient de ( $n = 1.00$ ) est utilisé pour la transmission vibratoire dans les terrains rocheux.

Aussi, concernant l'amortissement du sol rocheux, on prend une valeur plutôt conservatrice :

- $\alpha = 0.025$  ( $f : 60 \text{ Hz}$  ;  $v_s = 1\,500 \text{ m/s}$ )

### **Couplage sol / structure**

L'effet du récepteur, le couplage sol / structure et l'amplification structurelle, est décrit dans § 4.3. Comme le contenu fréquentiel de la source n'est pas connu, les courbes citées ne peuvent pas être utilisées directement.

Dans une approche conservatrice, on peut supposer une réduction du couplage sol / structure égale à l'amplification des vibrations des dalles.

## **6.2 CRITÈRES**

La norme DIN 4150 (« *Vibrations dans les bâtiments* ») donne des niveaux vibratoires limites pour :

- partie 2 : effets sur des personnes dans les bâtiments ;
- partie 3 : effets sur les constructions.

La norme DIN 4150 préconise :

- DIN 4150-3 : niveau limite pour constructions moyennes classe 2 :
  - 1-10 Hz : 5 mm/s en vitesse vibratoire ;
  - 10-50 Hz ; 5-15 mm/s en vitesse vibratoire ;
  - 50-100 Hz ; 15-20 mm/s en vitesse vibratoire ;
- DIN 4150-3 : niveau limite pour constructions plus sensibles classe 3 :
  - 1-10 Hz : 3 mm/s en vitesse vibratoire ;
  - 10-50 Hz ; 3-8 mm/s en vitesse vibratoire ;
  - 50-100 Hz ; 8-10 mm/s en vitesse vibratoire ;
- DIN 4150-2 : niveau pour le confort des personnes :

$$KB_{Fmax} \leq A_u$$

sinon

$$KB_{Fmax} \leq A_o \text{ et } KB_{Ftr} \leq A_r$$

Pour des zones d'habitations, les valeurs limites sont :

- $A_u \leq 0.15$
- $A_o \leq 3$
- $A_r \leq 0.07$



En plus, pour des travaux de construction, pour lesquels les jours de vraie gêne (valeurs au-dessus de la valeur  $A_U$ ) sont inférieurs à 78 jours, des niveaux plus élevés sont acceptables (§ 6.5.4 de cette norme et tableau 2).

Remarque :  $A_U \leq 0.60 = \approx 1 \text{ mm/s}$ .

Ensemble avec une action d'information des habitants (\*) « Stufe II », ces limites deviennent :

	$6j < D \leq 26j$	$26j < D \leq 78j$
$A_U$	0.80	0.60
$A_O$	5	5
$A_R$	0.60	0.40

Tableau 6.1

(\*) L'information à fournir aux habitants consiste en :

- Information aux habitants, concernant le type de travaux, la durée et la possibilité de vibration
- Information sur la nécessité des travaux et l'inévitabilité des vibrations
- Prendre en considération des souhaits des habitants sur la durée, des périodes de repos et autres mesures pour réduire les nuisances
- Designner une personne de contact auprès de l'entrepreneur
- Explication d'absence de danger structurel pour leur logement

### Critère

Dans un souhait de confort vibratoire pour les riverains ainsi qu'une sécurité vers la construction adjacente, **un critère de 1 mm/s** ( $A_U \approx 0.6$ ) maximum sera recherché. Si ce niveau serait dépassé, un calcul plus détaillé du niveau  $A_R$  suivant la norme DIN 4150-2, § 6.5.4, sera réalisé.

## 6.3 SOURCES

Les puissances vibratoires des différents engins qui seront utilisées dans les calculs sont reprises des documents suivants :

- littérature LIT ;
- mesure sur sites MES ;
- documentation fournisseur DOC.

situation	origine	distance [m]	niveau de vitesse vibratoire [mm/s]
camion sur sol	MES	7.5	0.25
pelle mécanique (chargement camions)	LIT	7.5	0.50
pelle hydraulique 300 kW	LIT	7.5	0.8
bulldozer	MES	7.5	0.8
ripper/godet	LIT	7.5	1.0
foreuses rotatives f (diamètre)	LIT	7.5	0.5 - 1.5
éclateur de roches hydraulique (DARDA)	DOC	7.5	1.5
fraiseuse f (type)	MES	7.5	1.0 - 5.0
marteau hydraulique / montalbert	MES	7.5	2.5
brise-roche	LIT	7.5	5.0
explosifs 0.5 kg TNT	LIT	7.5	25.0

Tableau 6.2

## 6.4 PHASAGE

Les travaux de construction consistent des aspects suivants ;

- la réalisation des voies ;
- la construction des sous-stations de traction.

Les étapes de construction sont les suivantes ;

- La réalisation des voies
  - Étape 1.1 ; Terrassement pour les coffres de chaussées et des voies
  - Étape 1.2 ; Travaux de pose des voies
  - Étape 1.3 ; Travaux de forage de micropieux
  - Étape 1.4 ; Travaux de montage des mâts pour la ligne aérienne de contact
  - Étape 1.5 ; Travaux de pose des multitubulaires tram
- La construction des sous-stations de traction
  - Étape 2.1 ; Terrassement en masse pour les sous-stations de traction
  - Étape 2.2 ; Travaux de bétonnage du local SST

Certaines de ces étapes sont très similaires du point de vue vibratoire, selon les engins qui sont susceptibles d'être mis en œuvre. Pour cette raison, ils sont groupés en plusieurs scénarios, décrits dans § 6.6.

## 6.5 RÉCEPTEURS

Les récepteurs sont les mêmes que pour l'étude de la phase d'exploitation. Comme pour la phase d'exploitation, l'analyse est basée sur le calcul d'une « distance de sécurité » ; tant que les travaux sont effectués à une distance supérieure à cette distance de sécurité, il n'y a pas de risque de dépassements des critères.

## 6.6 BILAN DES DIFFÉRENTS IMPACTS

Des actions d'isolation de base sont imposées dans le projet. Afin de minimiser les impacts acoustiques, le Maître d'Ouvrage est demandé d'intégrer les actions suivantes dans son projet :

- Travaux de jour : 07h00 – 19h00.
- Imposition d'utiliser des engins de démolition et d'excavation présentant des émissions conformes aux normes CEE et aux valeurs annoncées dans la présente étude ; des fiches techniques des engins seront à fournir préalablement à leur utilisation sur le chantier (niveaux vibratoires).

### 6.6.1 Réalisation des voies

Les étapes suivantes sont considérées ;

- Étape 1.1 ; Terrassement pour les coffres de chaussées et des voies
- Étape 1.2 ; Travaux de pose des voies
- Étape 1.3 ; Travaux de forage de micropieux
- Étape 1.4 ; Travaux de montage des mâts pour la ligne aérienne de contact
- Étape 1.5 ; Travaux de pose des multitubulaires tram

Sur la base de ces étapes, les scénarios suivants sont définis ;

- Scénario 1.1.1 ; terrassement superficiel (terres meubles), en utilisant une pelle
- Scénario 1.1.2 ; terrassement dans la roche, en utilisant un brise-roche
- Scénario 1.2 ; travaux de forage de micropieux
- Scénario 1.3 ; travaux de bétonnage et d'aménagement général : ce scénario comprend les étapes sans engins spécifiques avec un impact vibratoire important. On assume l'utilisation d'une grue et des camions.

#### 6.6.1.1 Scénario 1.1.1 – terrassement superficiel

Ce scénario comprend des travaux de terrassement superficiel ; les premières couches de sol, qui ne nécessitent pas des engins spécifiques comme un ripper ou un brise-roche.

##### ***Étapes correspondantes***

- Étape 1.1 ; Terrassement pour les coffres de chaussées et des voies



### Travaux

- Excavation et terrassement des couches de sol superficielles, à l'aide d'une pelle hydraulique
- Cette étape ne convient pas pour des sols de type 6 ou 7.
- Enlèvement du sol à l'aide de camions

### Sources

- Pelle hydraulique
- Camions

### Niveaux vibratoires

- Source dominante : pelle hydraulique
- Propagation
  - Source ponctuelle
  - Propagation surfacique

Source	Travaux	L <sub>v</sub> à 7.5 m [mm/s]	Distance de sécurité [m]
Pelle hydraulique	Terrassement	0.8	6

Tableau 6.3

### Discussion

Les figures 6.1 à 6.8 montrent la zone dans laquelle il y a un risque de dépassements des limites.

Des dépassements sont possibles dans plusieurs bâtiments.

Les bâtiments se trouvent juste au bord de la zone et les dépassements seront faibles et seulement provoqués quand les travaux sont effectués dans la zone du chantier la plus proche des bâtiments.

Il n'y a pas de risque de dommages structurels.

90



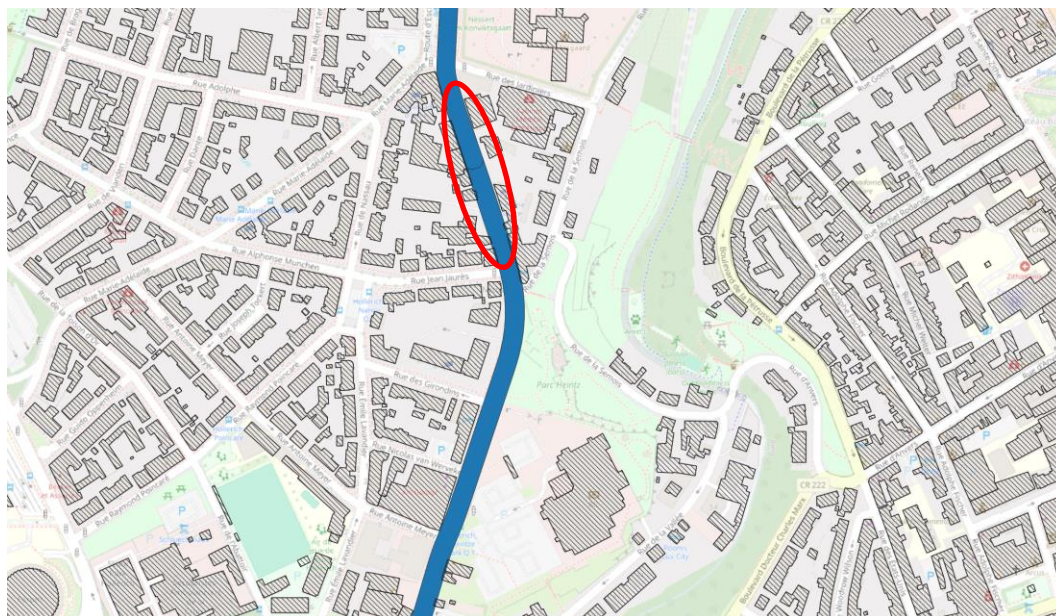


Figure 6.3 Scénario 1.1.1 – distance de sécurité – pelle – secteur central – partie 3

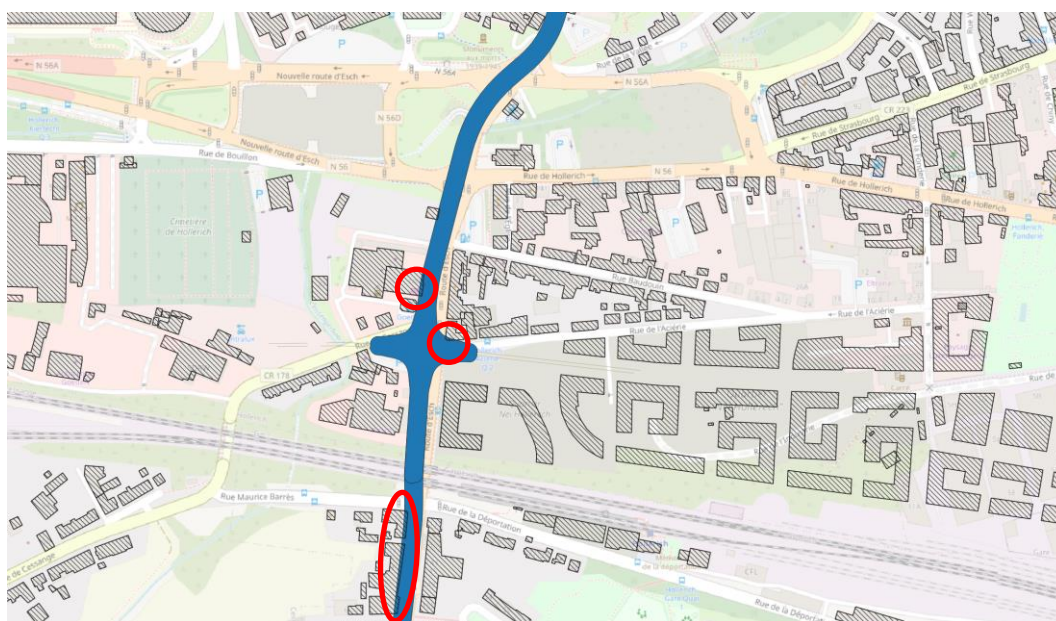


Figure 6.4 Scénario 1.1.1 – distance de sécurité – pelle – secteur central – partie 4



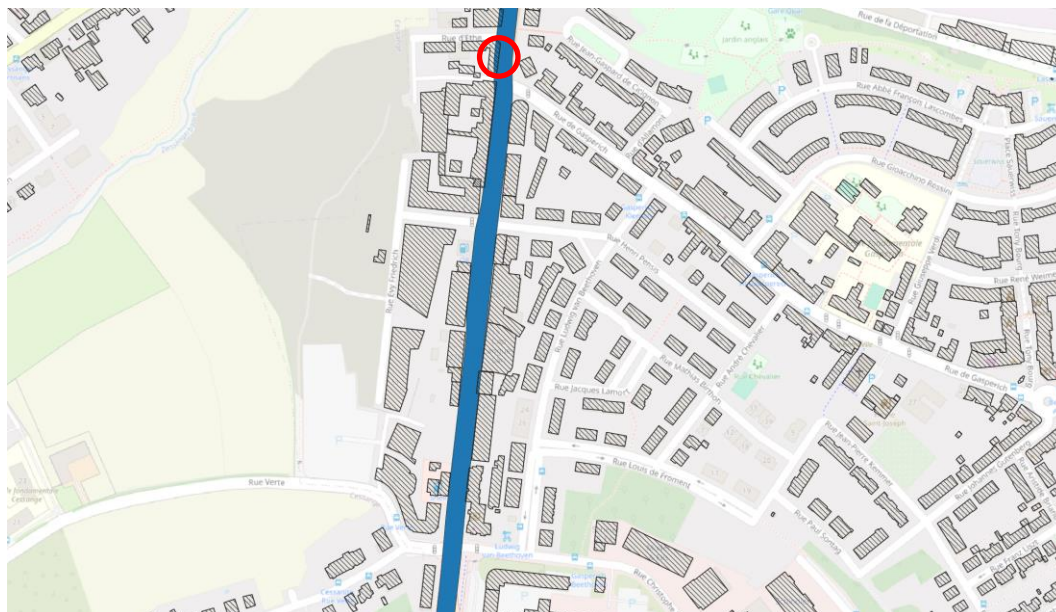


Figure 6.5 Scénario 1.1.1 – distance de sécurité – pelle – secteur sud (REB) – partie 5



Figure 6.6 Scénario 1.1.1 – distance de sécurité – pelle – secteur sud (REB) – partie 6



Figure 6.7 Scénario 1.1.1 – distance de sécurité – pelle – secteur sud (REB) – partie 7

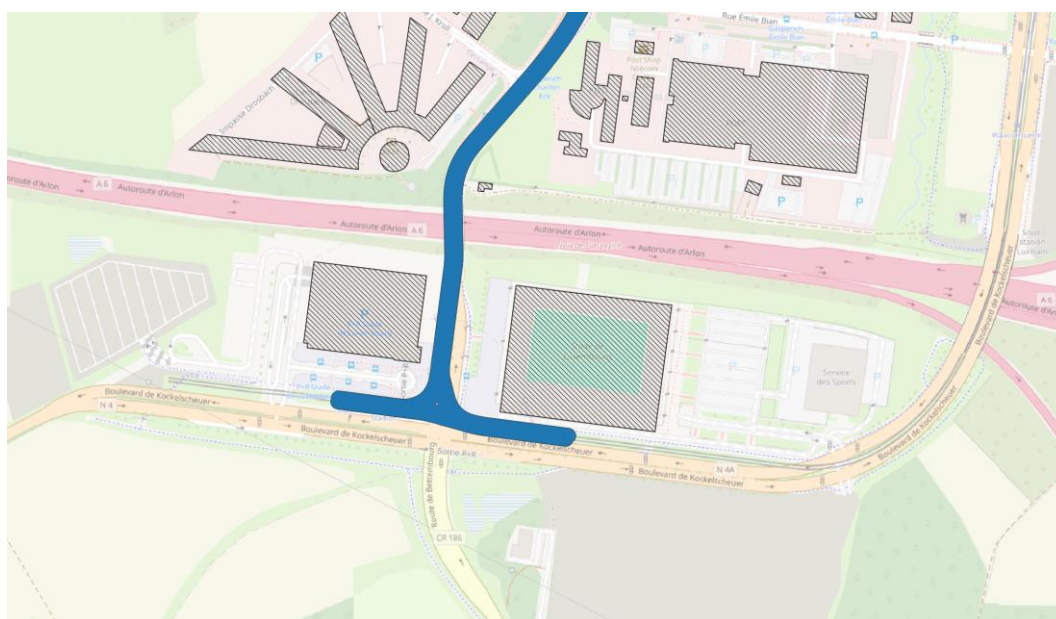


Figure 6.8 Scénario 1.1.1 – distance de sécurité – pelle – secteur sud (REB) – partie 8

#### 6.6.1.2 Scénario 1.1.2 – terrassement dans la roche

Ce scénario comprend des travaux de terrassement dans les couches de type 7, ce qui nécessite des engins spécifiques comme un brise-roche.

##### Étapes correspondantes

- Étape 1.1 ; Terrassement pour les coffres de chaussées et des voies

### Travaux

- Excavation et terrassement des couches de sol type 7, à l'aide d'une pelle hydraulique munie d'un brise-roche, ou comme alternative une fraise de petite taille
- Enlèvement du sol à l'aide de camions

### Sources

- Pelle hydraulique munie d'un brise-roche
- Camions

### Niveaux vibratoires

- Source dominante : brise-roche, alternative ; fraise de petite taille
- Propagation
  - Source ponctuelle
  - Propagation moyenne

Source	Travaux	L <sub>v</sub> à 7.5 m [mm/s]	Distance de sécurité [m]
Brise-roche	Excavation	5	25
Fraise de petite taille	Excavation	1.5	10

Tableau 6.4

### Discussion

Les figures 6.9 à 6.16 montrent les « zones à risque » ;

- En rouge ; la zone dans laquelle il y a un risque de nuisances en utilisant un brise-roche.
- En orange ;
  - la zone dans laquelle il y a un risque de nuisances en utilisant une fraise ;
  - la zone dans laquelle il y a un risque de dommages structurels en utilisant un brise-roche.

En utilisant un brise-roche à courte distance (environ 10 m), il y a un risque de dommages structurels. La distance de sécurité est environ la même que la distance de sécurité pour les nuisances provoquées par l'utilisation d'une fraise.

En utilisant un brise-roche, des dépassements sont attendus dans des nombreux bâtiments le long du chantier. Seulement dans quelques zones dans le sud du projet, l'utilisation d'un brise-roche est acceptable sans mesures additionnelles.

Dans plusieurs zones, il y a un risque de dommages structurels en utilisant un brise-roche. Si l'emploi d'un brise-roche est nécessaire dans ces zones, un monitoring vibratoire dans les bâtiments avoisinants est fortement recommandé.



En utilisant une fraise de petite taille, la largeur de la zone de risque est fortement réduite. Il n'y aura plus de risque de dommages structuraux. Toutefois, des (légers) dépassements sont encore attendus dans plusieurs bâtiments.

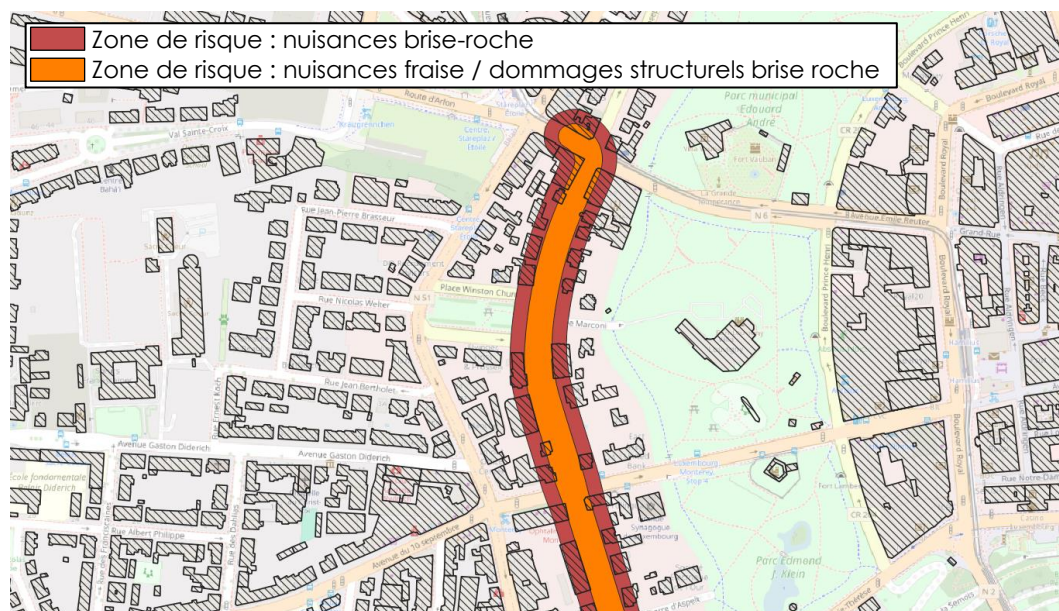


Figure 6.9 Scénario 1.1.2 – distance de sécurité – secteur nord – partie 1

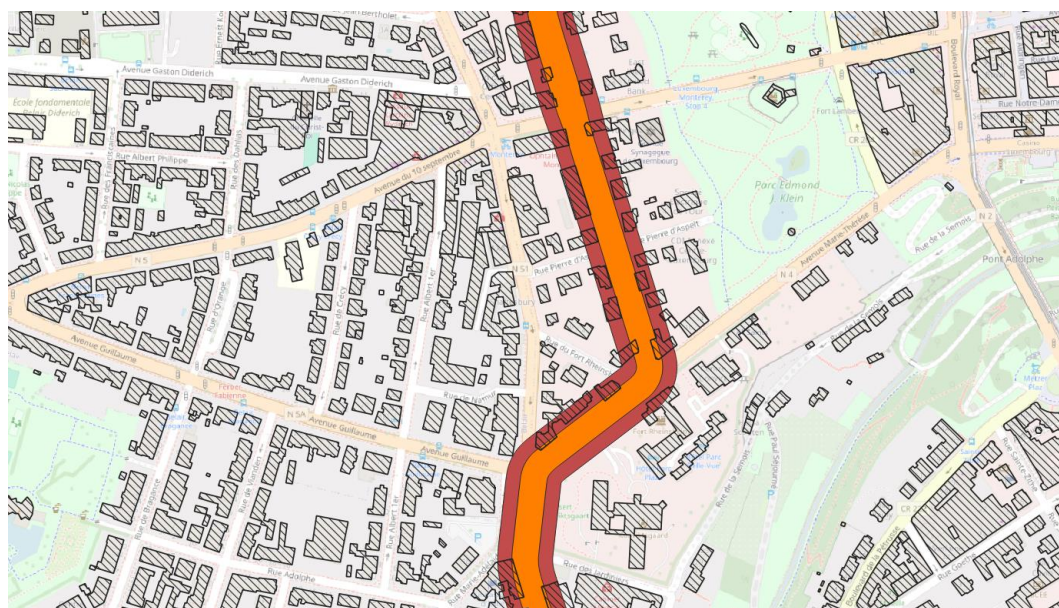


Figure 6.10 Scénario 1.1.2 – distance de sécurité – secteur nord – partie 2





Figure 6.11 Scénario 1.1.2 – distance de sécurité – secteur central – partie 3

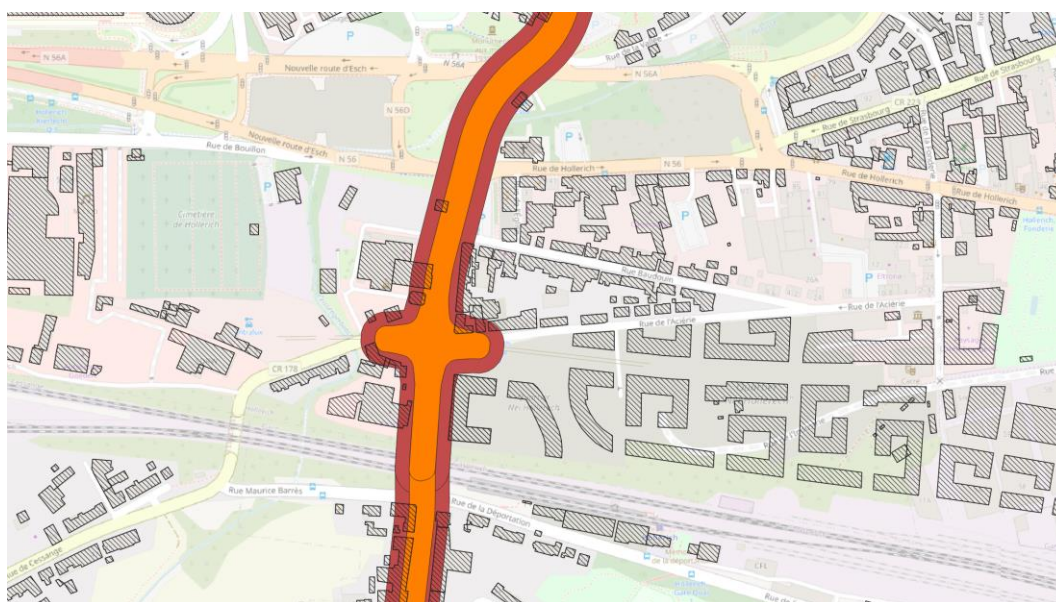


Figure 6.12 Scénario 1.1.2 – distance de sécurité – secteur central – partie 4







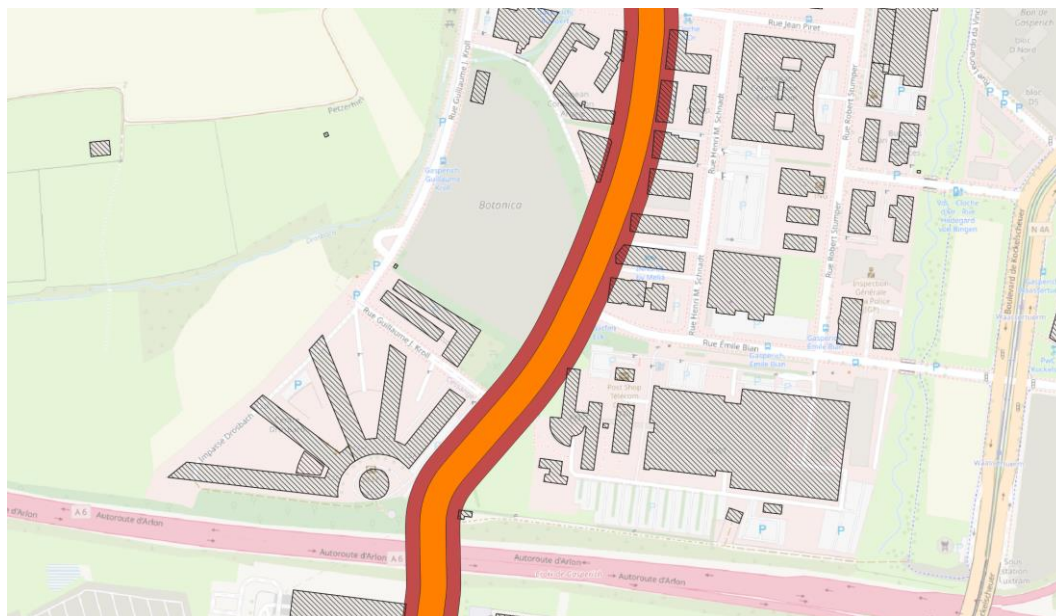


Figure 6.15 Scénario 1.1.2 – distance de sécurité – secteur sud (REB) – partie 7

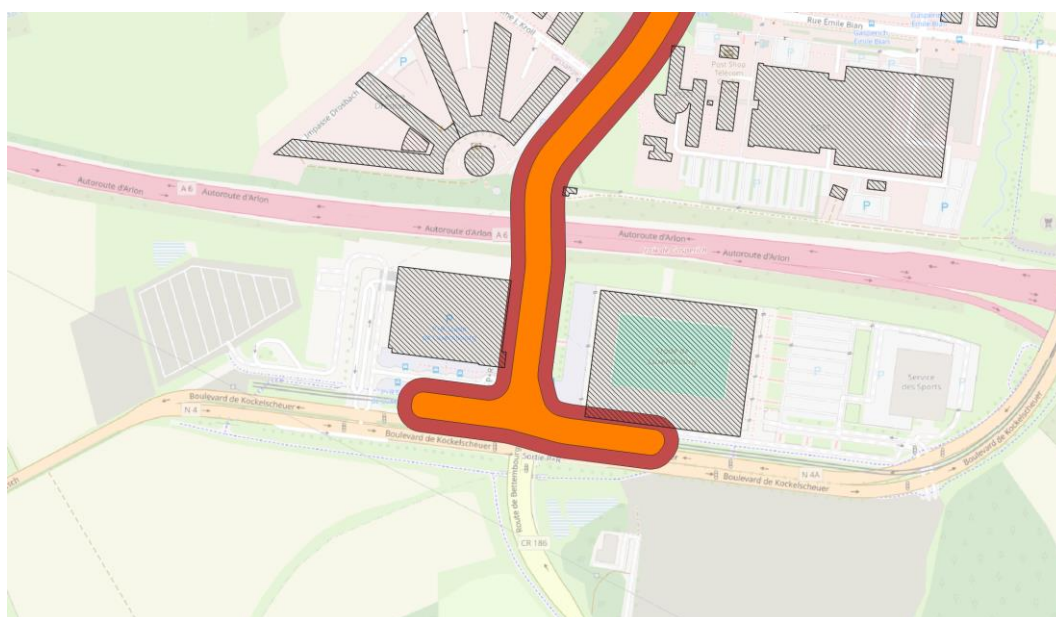


Figure 6.16 Scénario 1.1.2 – distance de sécurité – secteur sud (REB) – partie 8

### 6.6.1.3 Scénario 1.2 – forage des micropieux

Forage des micropieux pour le montage des mâts de la ligne aérienne de contact

#### Étapes correspondantes

- Étape 1.3 ; Travaux de forage de micropieux

#### Travaux

- Forage des micropieux

### Sources

- Foreuse ; 1

### Niveaux vibratoires

- Source dominante : foreuse
- Propagation
  - Source ponctuelle
  - Propagation volumique

Source	Travaux	L <sub>v</sub> à 7.5 m [mm/s]	Distance de sécurité [m]
Foreuse	Forage des micropieux	1	7.5

Tableau 6.5

### Discussion

La distance entre les bâtiments et les mâts pour la LAC est parfois inférieur à 7.5 m. Toutefois, la durée d'exposition par point récepteur est très faible.

#### 6.6.1.4 Scénario 1.3 – travaux de bétonnage et d'aménagement général

Ce scénario comprend les étapes sans engins spécifiques avec un impact vibratoire important. On assume l'utilisation d'une grue et des camions.

#### Étapes correspondantes

- Étape 1.2 ; Travaux de pose des voies
- Étape 1.4 ; Travaux de montage des mâts pour la ligne aérienne de contact
- Étape 1.5 ; Travaux de pose des multitubulaires tram

#### Travaux

- Pose des voies, des réseaux, ... finitions des routes et des trottoirs, ... toutes sortes de travaux d'aménagement généraux nécessitant des engins comme une grue et des camions

### Sources

- Grue
- Camions

### Niveaux vibratoires

Généralement, ces activités ne provoquent pas des niveaux vibratoires importants.

## Discussion

Pas de dépassements.

### 6.6.2 La construction des sous-stations de traction

Les étapes suivantes sont considérées ;

- Étape 2.1 ; Terrassement en masse pour les sous-stations de traction
- Étape 2.2 ; Travaux de bétonnage du local SST

Sur la base de ces étapes, les scénarios suivants sont définis ;

- Scénario 2.1.1 ; terrassement superficiel (terres meubles), en utilisant une pelle
- Scénario 2.1.2 ; terrassement dans la roche, en utilisant un brise-roche
- Scénario 2.2 ; travaux de bétonnage et d'aménagement général : ce scénario comprend les étapes sans engins spécifiques avec un impact vibratoire important. On assume l'utilisation d'une grue et des camions.

La figure 6.17 montrent la localisation de la sous-station de traction.



Figure 6.17 Localisation de la sous-station de traction – secteur nord

#### 6.6.2.1 Scénario 2.1.1 – terrassement superficiel

Ce scénario comprend des travaux de terrassement superficiel ; les premières couches de sol, qui ne nécessitent pas des engins spécifiques comme un ripper ou un brise-roche.



### **Étapes correspondantes**

- Étape 2.1 ; Terrassement en masse pour les sous-stations de traction

### **Travaux**

- Excavation et terrassement des couches de sol superficielles, à l'aide d'une pelle hydraulique
- Cette étape ne convient pas pour des sols de type 6 ou 7.
- Enlèvement du sol à l'aide de camions

### **Sources**

- Pelle hydraulique
- Camions

### **Niveaux vibratoires**

- Source dominante : pelle hydraulique
- Propagation
  - Source ponctuelle
  - Propagation surfacique

Source	Travaux	L <sub>v</sub> à 7.5 m [mm/s]	Distance de sécurité [m]
Pelle hydraulique	Terrassement	0.8	6

Tableau 6.6

### **Discussion**

La distance entre le chantier de la sous-station et les bâtiments est toujours supérieure à 6 m. Des dépassements des limites ne sont pas attendus.

#### **6.6.2.2 Scénario 2.1.2 – terrassement dans la roche**

Ce scénario comprend des travaux de terrassement dans les couches de type 7, ce qui nécessite des engins spécifiques comme un brise-roche.

### **Étapes correspondantes**

- Étape 2.1 ; Terrassement en masse pour les sous-stations de traction

### **Travaux**

- Excavation et terrassement des couches de sol type 7, à l'aide d'une pelle hydraulique munie d'un brise-roche, ou comme alternative une fraise de petite taille.
- Enlèvement du sol à l'aide de camions

### Sources

- Pelle hydraulique munie d'un brise-roche
- Camions

### Niveaux vibratoires

- Source dominante : brise-roche, alternative ; fraise de petite taille
- Propagation
  - Source ponctuelle
  - Propagation moyenne

Source	Travaux	L <sub>v</sub> à 7.5 m [mm/s]	Distance de sécurité [m]
Brise-roche	Excavation	5	25
Fraise de petite taille	Excavation	1.5	10

Tableau 6.7

### Discussion

La distance entre le chantier de la sous-station et les bâtiments est toujours supérieure à 25 m. Des dépassements ne sont pas attendus.

#### 6.6.2.3 Scénario 2.2 – travaux de bétonnage et d'aménagement général

Ce scénario comprend les étapes sans engins spécifiques avec un impact vibratoire important. On assume l'utilisation d'une grue et des camions.

#### Étapes correspondantes

- Étape 2.2 ; Travaux de bétonnage du local SST

#### Travaux

- Toutes sortes de travaux d'aménagement généraux nécessitant des engins comme une grue et des camions.

### Sources

- Grue
- Camions

### Niveaux vibratoires

Généralement, ces activités ne provoquent pas des niveaux vibratoires importants.

### ***Discussion***

Pas de dépassements.



## 7 CONCLUSION

### **Phase exploitation**

L'étude a comme objectif le calcul prédictif vibratoire pour permettre, sur la base du tracé des voies, des fréquences de passage des trams et des types de trams utilisés, d'établir les zones du tracé requérant une technique de pose de voie antivibratoire afin de répondre à l'exigence de la norme de confort vibratoire chez les riverains.

Les calculs prédictifs présentés sont basés sur des mesures in situ et des données reçues du client. La source vibratoire du tram a été mesurée à Luxembourg, sur un endroit où le tram circule déjà. La propagation des vibrations dans le sol a été mesurée en plusieurs points représentatifs le long du futur tracé. Sur la base de ces données, le calcul prédictif a été effectué, le cas échéant, avec un type de pose de voie antivibratoire (« -8 dB », « -16 dB » ou « -20 dB »). Les résultats de ces calculs sont ensuite extrapolés et vérifiés sur la base d'une deuxième approche de mesures et calculs pour en déduire une proposition d'un type de pose de voie à prévoir sur tout le tracé.

Les conclusions prennent en considération les distances entre les futures voies et les bâtiments, les vitesses cibles du tram et le plan d'aménagement général.

Pour pouvoir permettre la future exploitation du tronçon « Route d'Esch » selon les hypothèses et les données d'entrée, des poses antivibratoires sont exigées (exigence minimale) :

- Pose « -8 dB »
  - Au niveau de la section S10 : bâtiment Elisabeth Senior (Services pour personnes âgées) et en face de 35, Boulevard Joseph II (Bourse de Luxembourg)
  - Entre les sections S16 (20, Route d'Esch) et S17 (41, Route d'Esch)
  - Appareil de voie au niveau de 52, Route d'Esch et de Rue de Girondins
  - Au niveau de la section S21, entre Rue Baudouin et le début des appareils de voie du futur carrefour « Tronçon Hollerich »
  - Au niveau des sections S25 et S26, entre 169, Route d'Esch et Rue Henri Pensis (Rue Léopold Hoffmann), début station 4
- Pose « -16 dB »
  - Appareil de voie, au niveau de 11, Boulevard Joseph II
  - Au niveau de la section S14 (1, Boulevard Joseph II) et 20, Avenue Marie-Thérèse
  - Au niveau de la section S15 (entre Rue des Jardiniers et 12, Route d'Esch)
  - Au niveau de 75-77-83 Route d'Esch (section S19)
  - Entre Rue Henri Pensis (Rue Léopold Hoffmann) et 274, Route d'Esch
- Pose « -20 dB »
  - Courbe et raccordement à ligne existante au niveau de l'Avenue Émile Reuter
  - Ensemble des appareils de voie du futur carrefour « Tronçon Hollerich », section S22

- Entre Rue de la Déportation (proche à la section S23) et 169, Route d'Esch (section S25)

Le type de pose indiqué est la pose minimale requise, ce qui signifie que, par exemple, une « pose -16 dB » pourrait être remplacée par une « pose -20 dB ».

Les endroits des poses antivibratoires minimales requises sont présentés d'une manière visuelle dans les figures 5.3 à 5.12.

En plus de ces mesures de mitigation vibratoires, une réduction de la vitesse de 50 à 30 km/h est recommandée entre Rue de la Déportation (proche à la section S23) et 169, Route d'Esch (section S25). Cette réduction entraîne une diminution d'environ 4.4 dB.

### **Phase chantier**

La phase chantier du projet a également été étudiée ; les incidences vibratoires des procédés de travail susceptibles d'être mis en œuvre seront qualifiés.

Les travaux de construction consistent des trois aspects suivants ;

- la réalisation des voies ;
- la construction des sous-stations de traction.

Pendant la phase de la réalisation des voies, le terrassement dans la roche est le plus impactant du point de vue vibratoire.

En utilisant un brise-roche, des dépassements sont attendus dans des nombreux bâtiments le long du chantier. Seulement dans quelques zones dans le sud du projet, l'utilisation d'un brise roche est acceptable sans mesures additionnelles.

Dans plusieurs zones, il y a un risque de dommages structurels en utilisant un bris-roche. Si l'emploi d'un brise-roche est nécessaire dans ces zones, un monitoring vibratoire dans les bâtiments avoisinants est fortement recommandé.

En utilisant une fraise de petite taille, la largeur de la zone de risque est fortement réduite. Il n'y aura plus de risque de dommages structurels. Toutefois, des (légers) dépassements sont encore attendus dans plusieurs bâtiments.

Pendant la construction de la sous-station de traction, des dépassements ne sont pas attendus.



## **ANNEXE A – ÉTAT INITIAL, DETAILS DES MESURES**



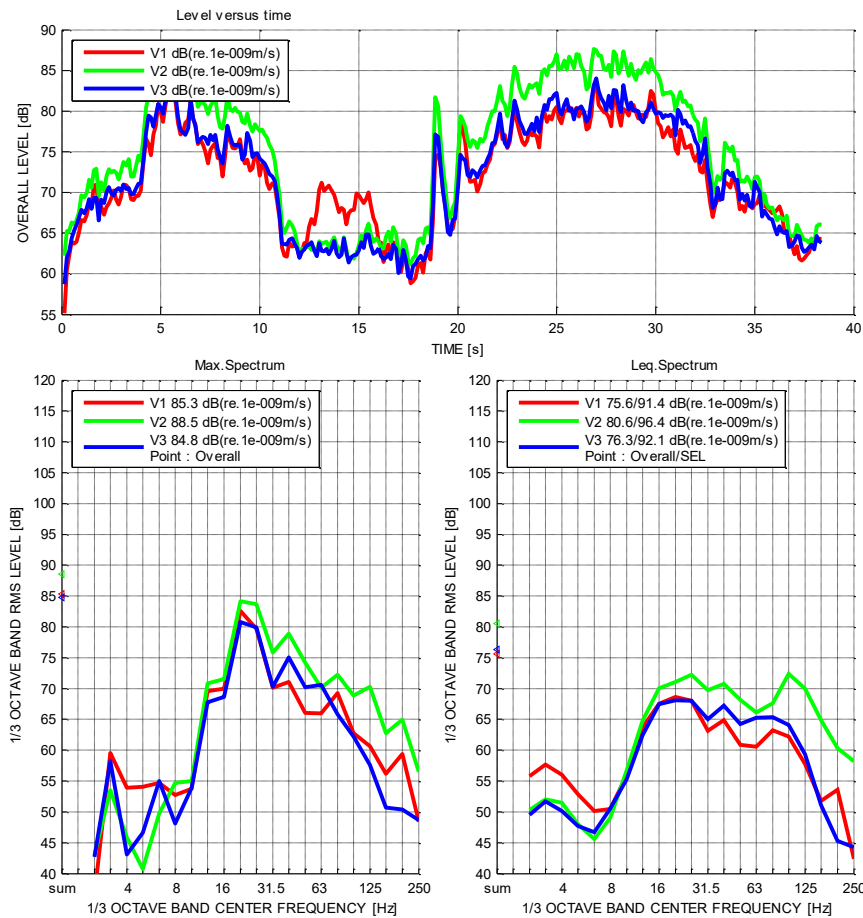
PROJECT: N5970

REC: SQD299\_REC01.dat

TIME: 21/01/2025 09:17:12

SECTION: S1

REMARQUE: 2 trams



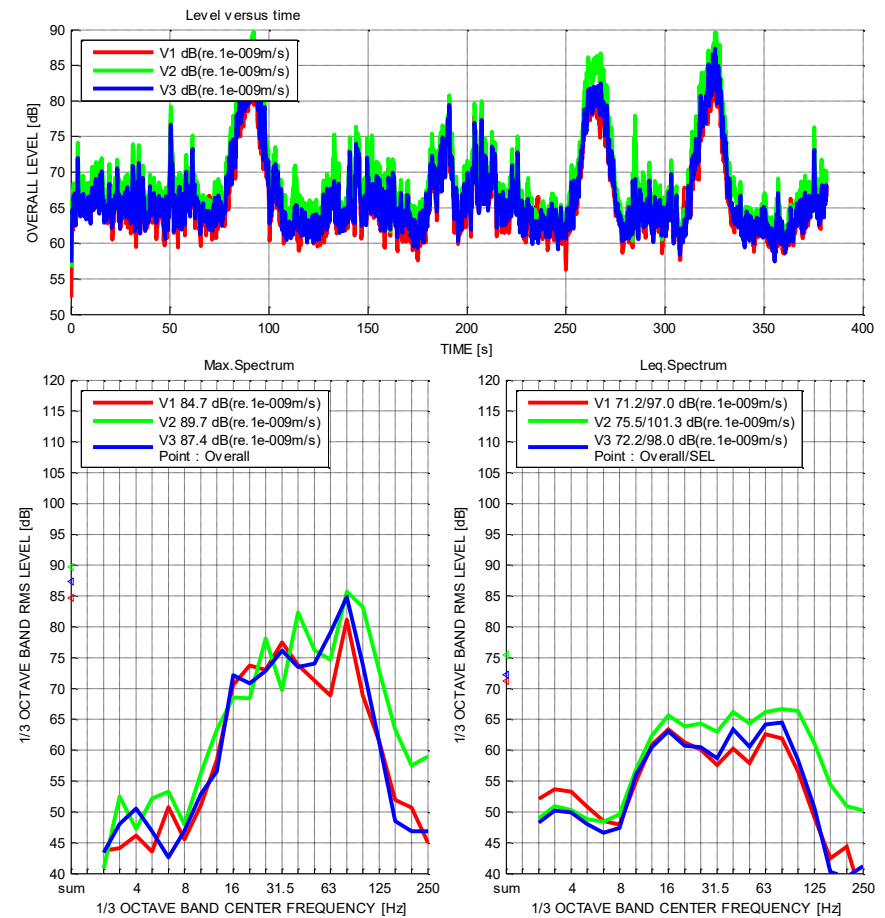
PROJECT: N5970

REC: SQD299\_REC02.dat

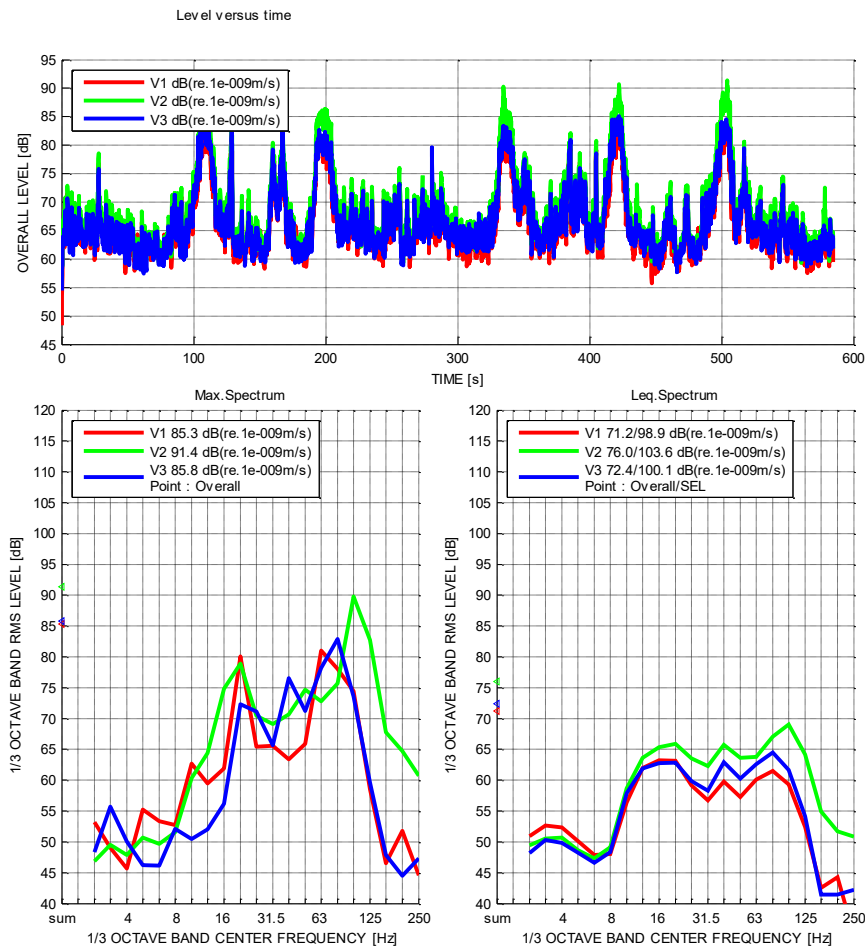
TIME: 21/01/2025 09:17:53

SECTION: S1

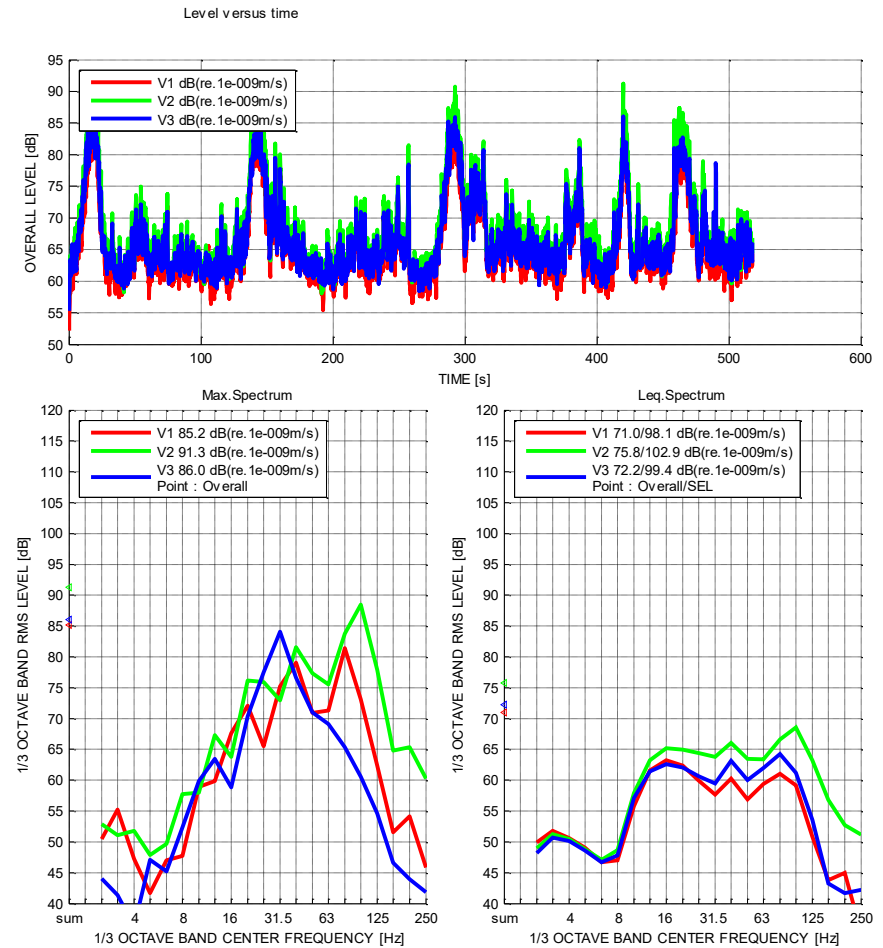
REMARQUE: 3 trams



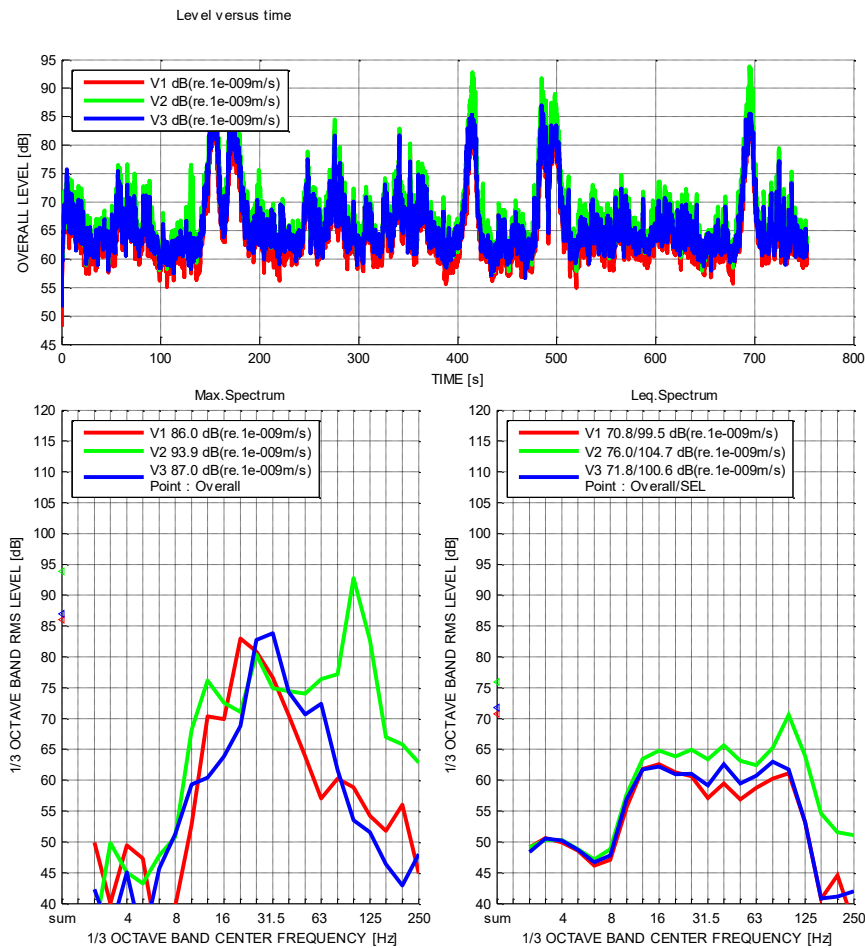
PROJECT: N5970 SECTION: S1  
 REC: SQD299\_REC03\_01.mat REMARQUE: 5 trams  
 TIME: 21/01/2025 09:24:16



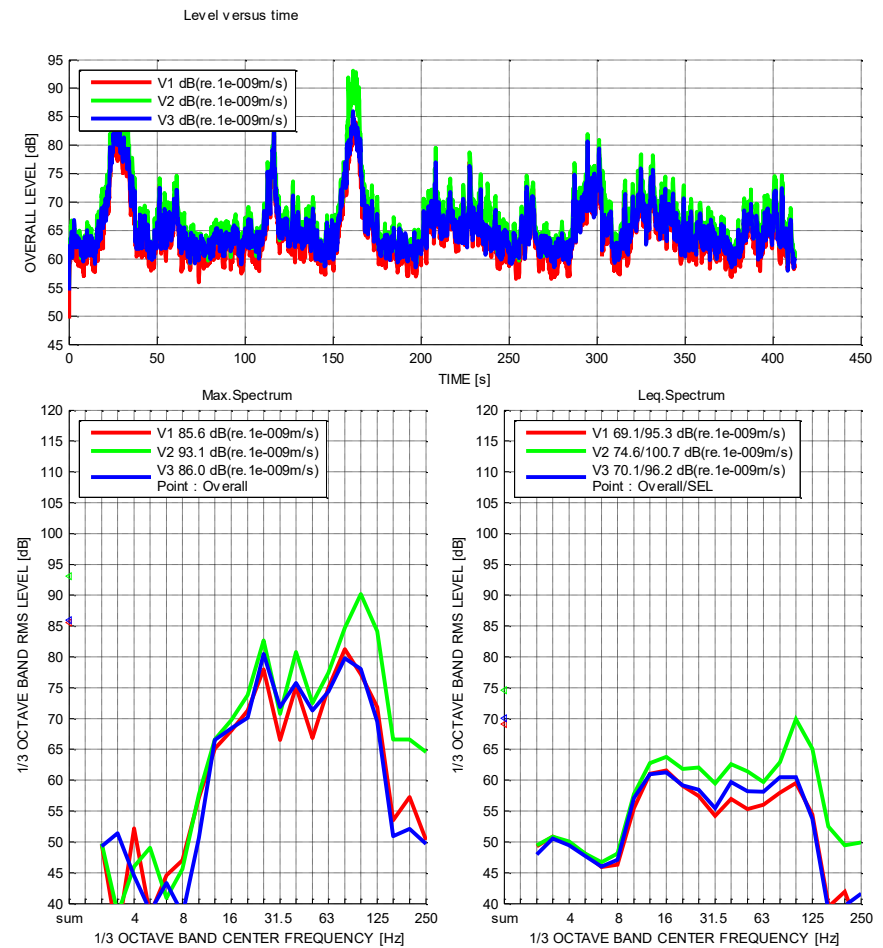
PROJECT: N5970 SECTION: S1  
 REC: SQD299\_REC03\_02.mat REMARQUE: 4 trams  
 TIME: 21/01/2025 09:34:02



PROJECT: N5970 SECTION: S1  
 REC: SQD299\_REC04.dat REMARQUE: >12 trams  
 TIME: 21/01/2025 09:46:58

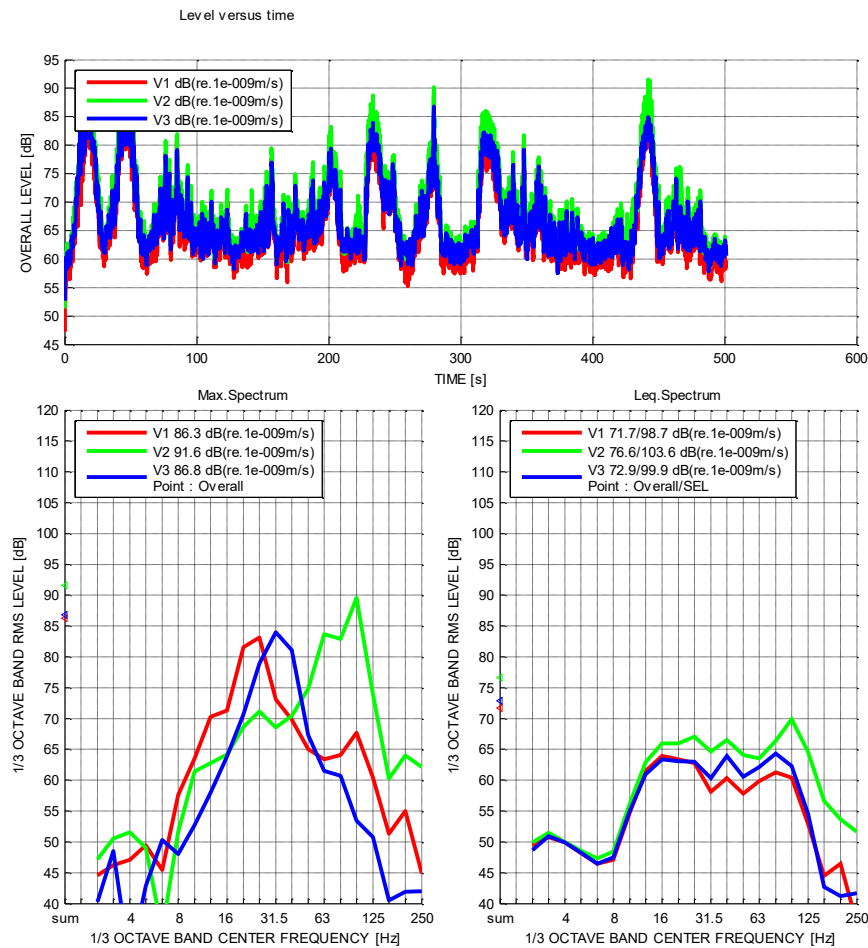


PROJECT: N5970 SECTION: S1  
 REC: SQD299\_REC05\_01.mat REMARQUE: 2 trams  
 TIME: 21/01/2025 09:59:33

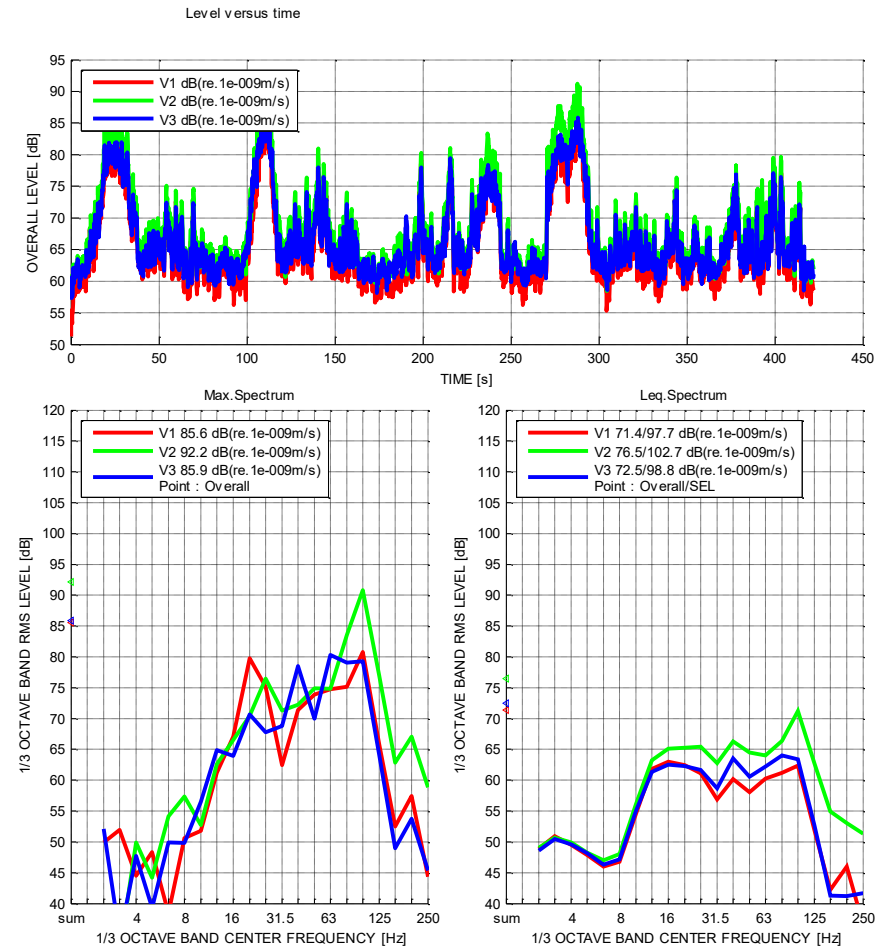




PROJECT: N5970 SECTION: S1  
 REC: SQD299\_REC05\_02.mat REMARQUE: 5 trams  
 TIME: 21/01/2025 10:06:27



PROJECT: N5970 SECTION: S1  
 REC: SQD299\_REC05\_03.mat REMARQUE: 4 trams  
 TIME: 21/01/2025 10:14:44



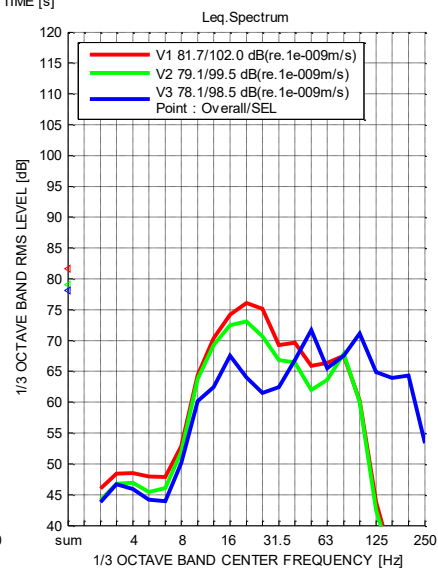
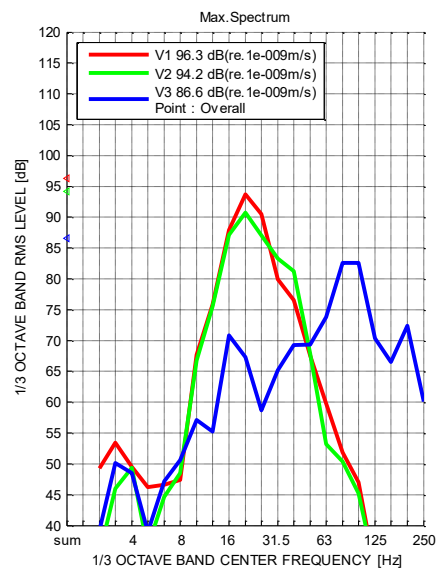
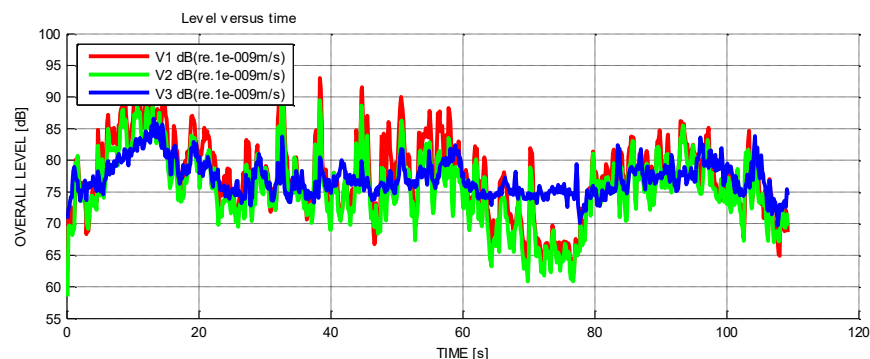
PROJECT: N5970

REC: REC001.mat

TIME: 21/01/2025 09:33:28

SECTION: S2

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



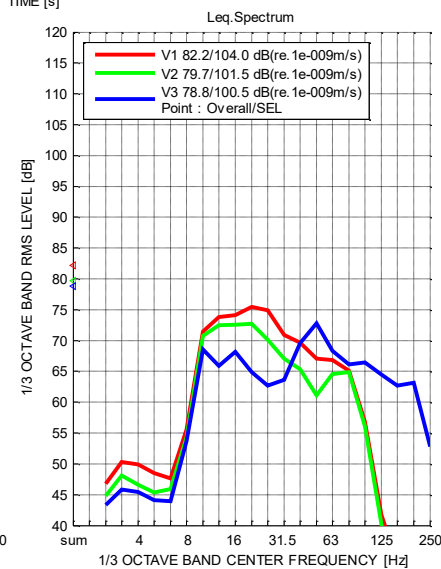
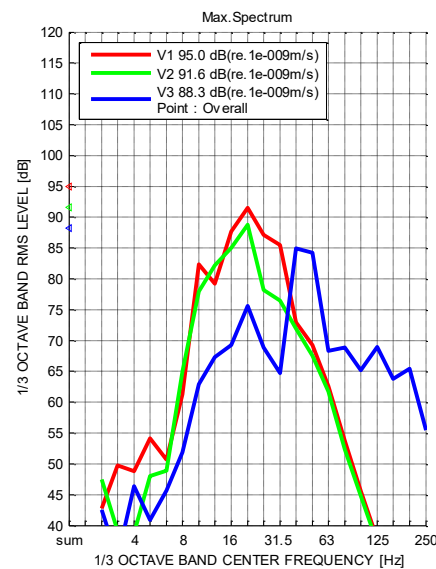
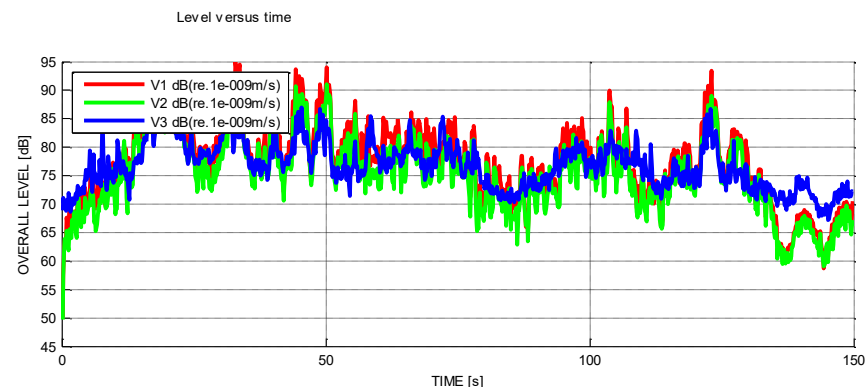
PROJECT: N5970

REC: REC002\_01.mat

TIME: 21/01/2025 09:37:54

SECTION: S2

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



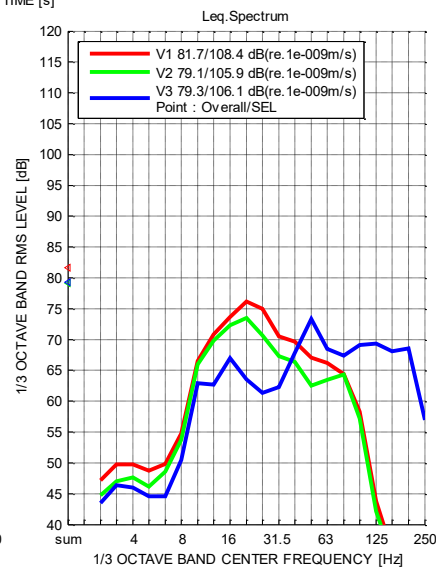
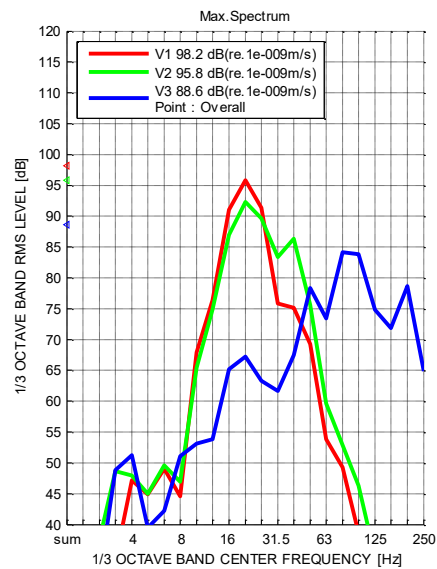
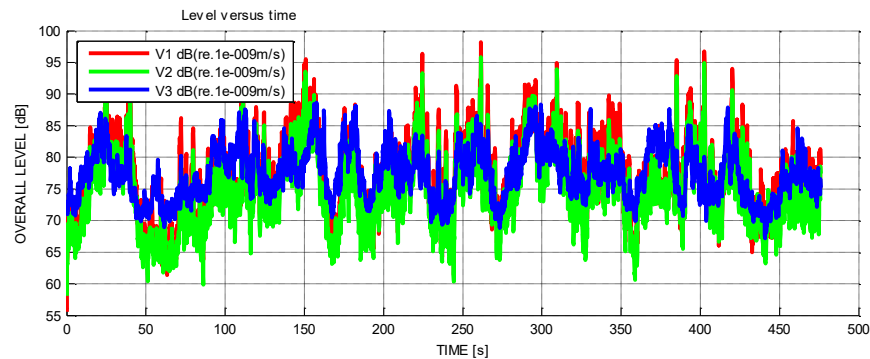
PROJECT: N5970

REC: REC002\_02.mat

TIME: 21/01/2025 09:40:50

SECTION: S2

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



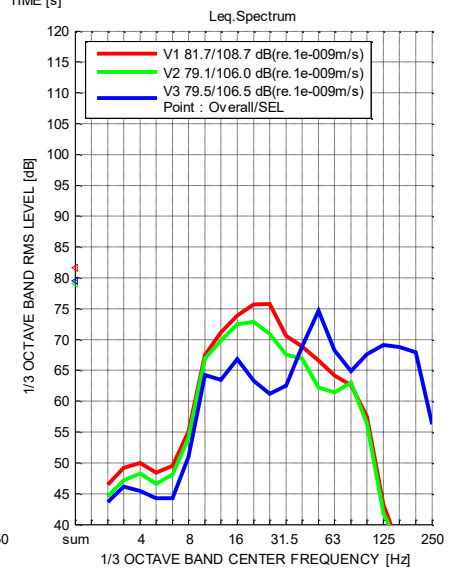
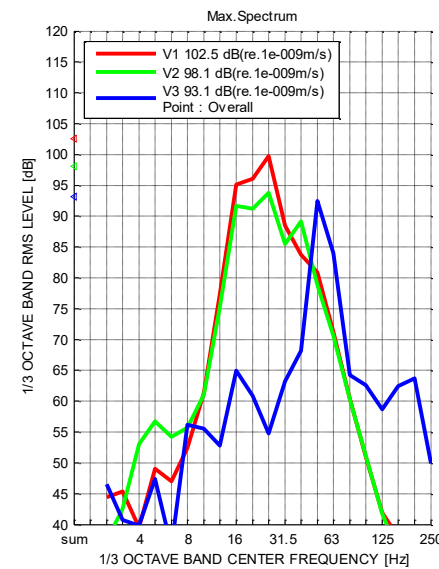
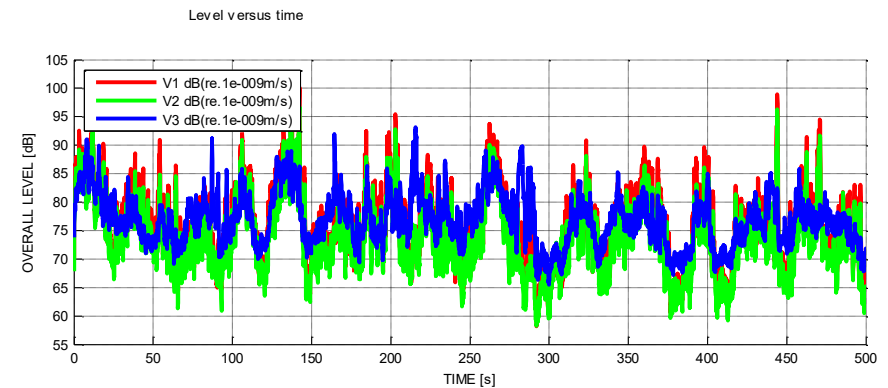
PROJECT: N5970

REC: REC003\_01.mat

TIME: 21/01/2025 09:48:48

SECTION: S2

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





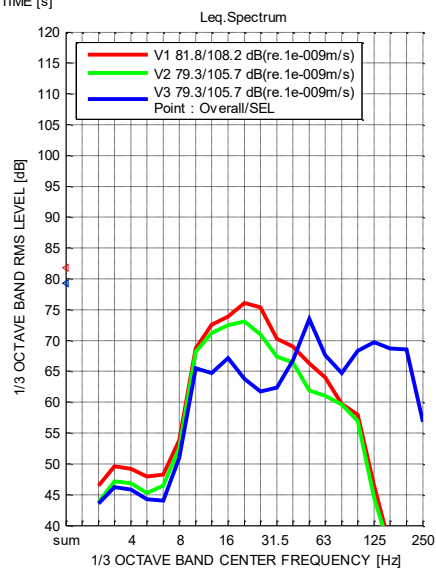
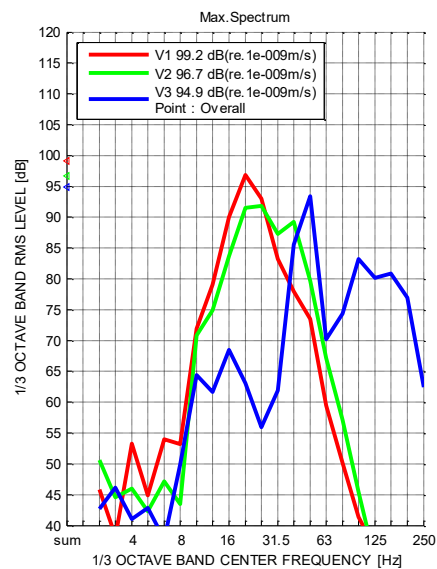
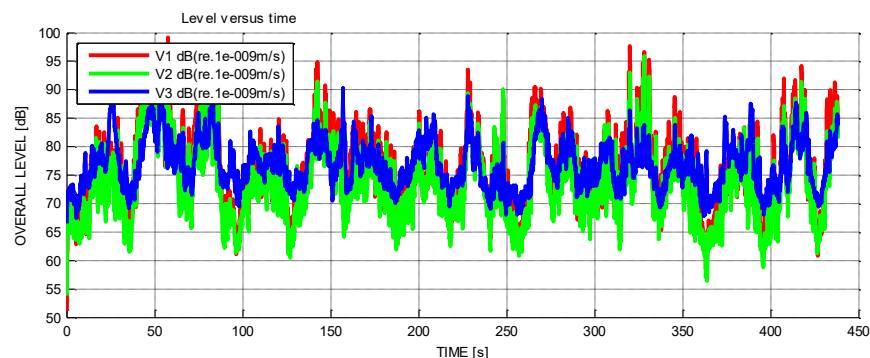
PROJECT: N5970

REC: REC003\_02.mat

TIME: 21/01/2025 09:57:08

SECTION: S2

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



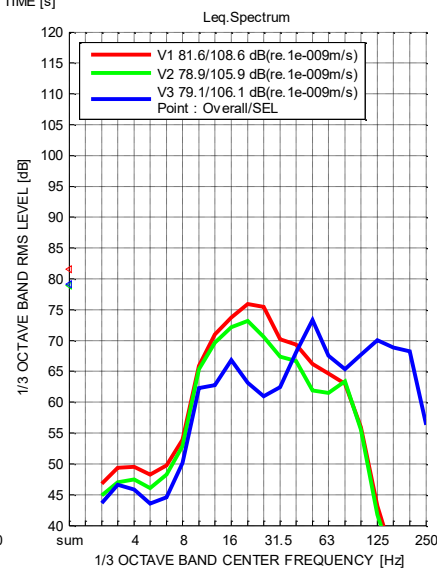
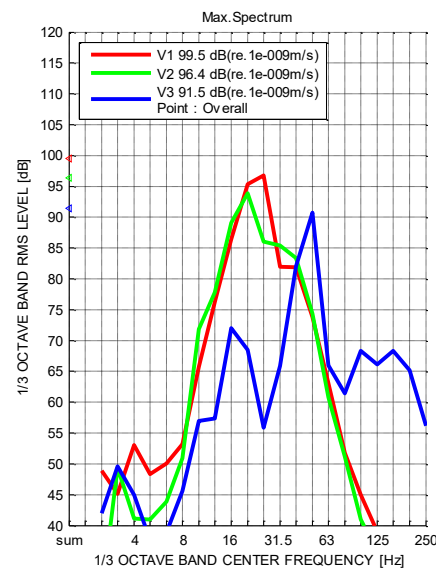
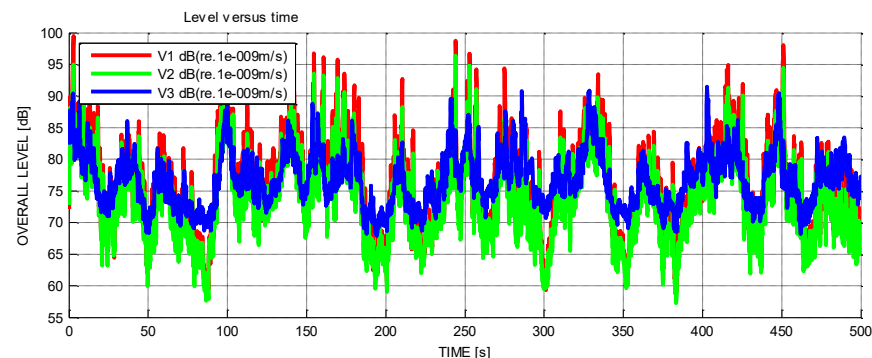
PROJECT: N5970

REC: REC004\_01.mat

TIME: 21/01/2025 10:04:27

SECTION: S2

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



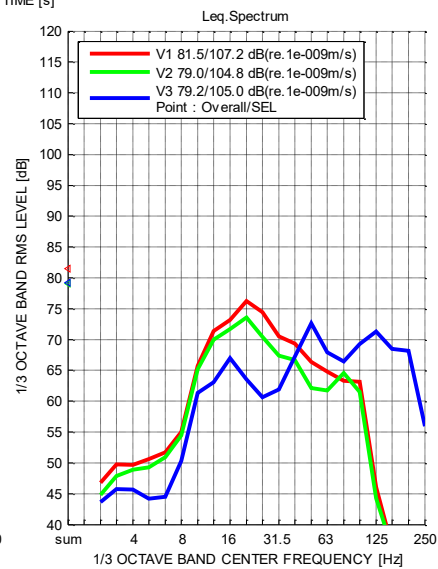
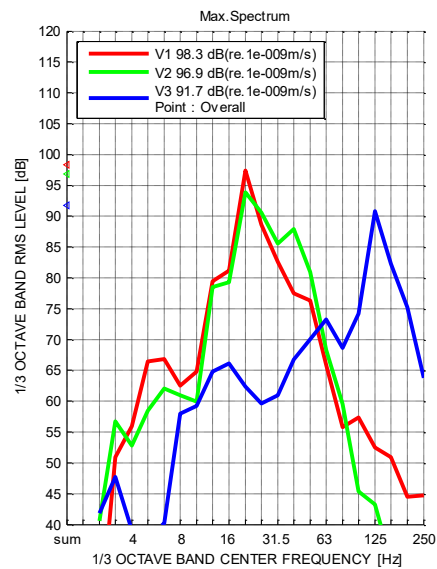
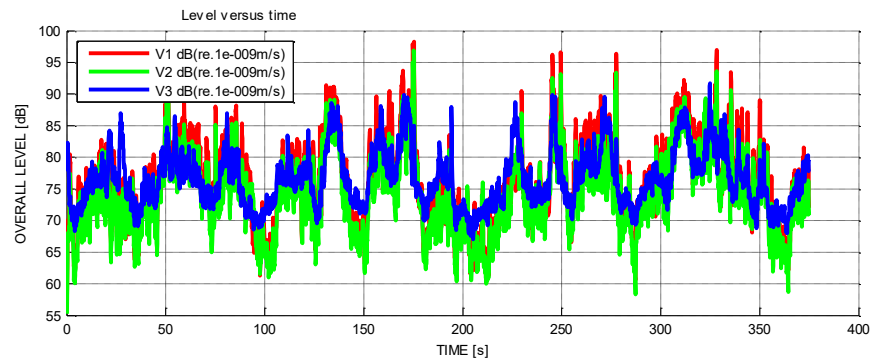
PROJECT: N5970

REC: REC004\_02.mat

TIME: 21/01/2025 10:13:41

SECTION: S2

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



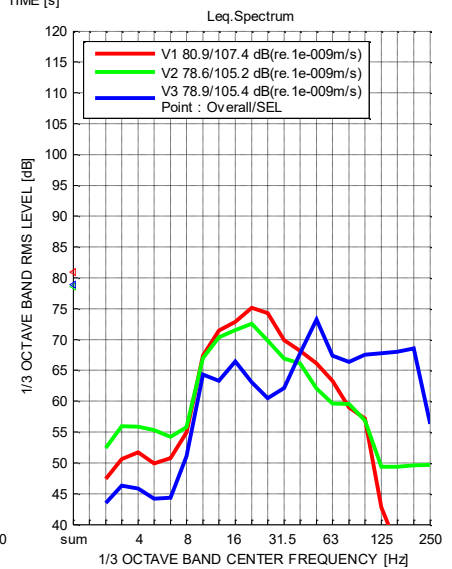
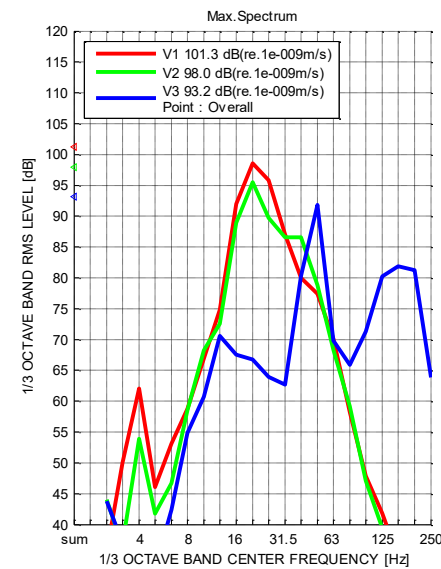
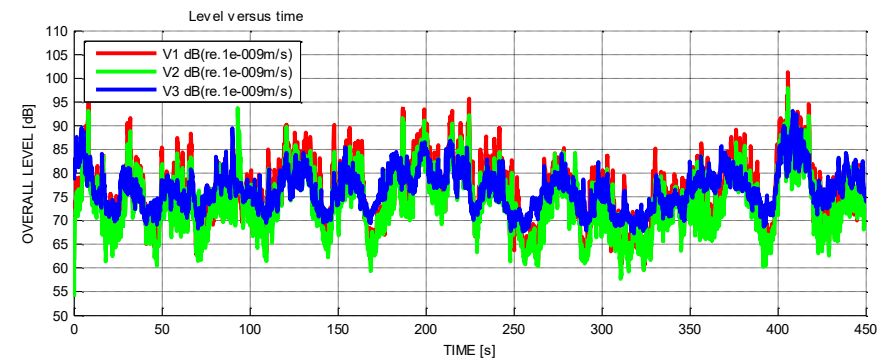
PROJECT: N5970

REC: REC005\_01.mat

TIME: 21/01/2025 10:19:58

SECTION: S2

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



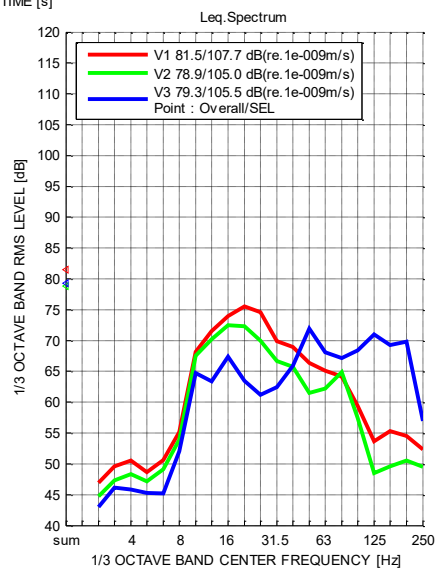
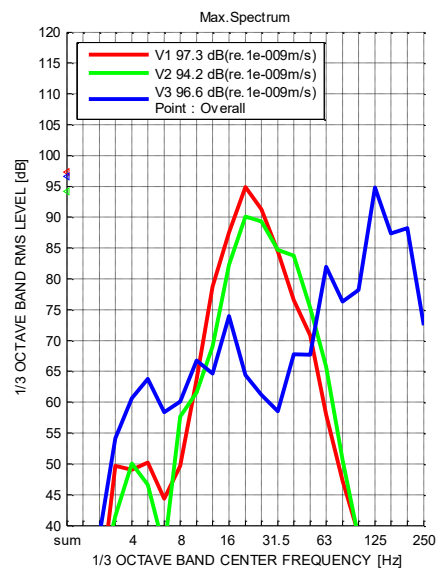
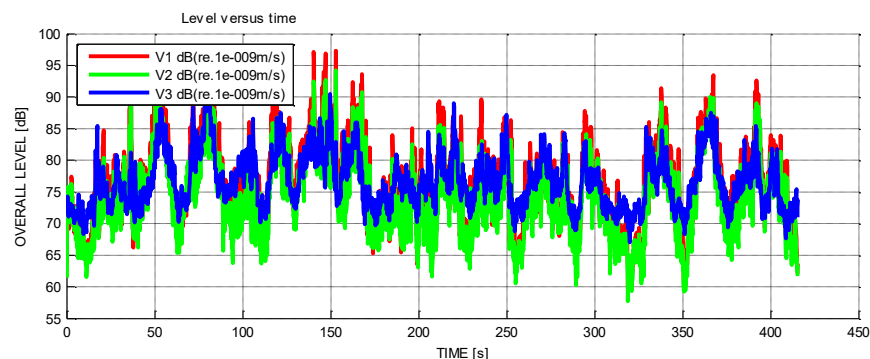
PROJECT: N5970

REC: REC005\_02.mat

TIME: 21/01/2025 10:27:28

SECTION: S2

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



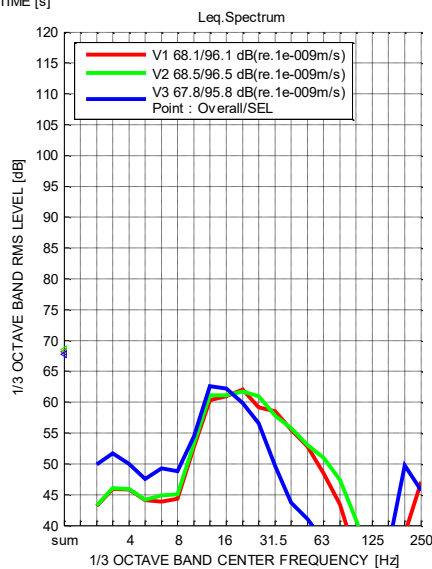
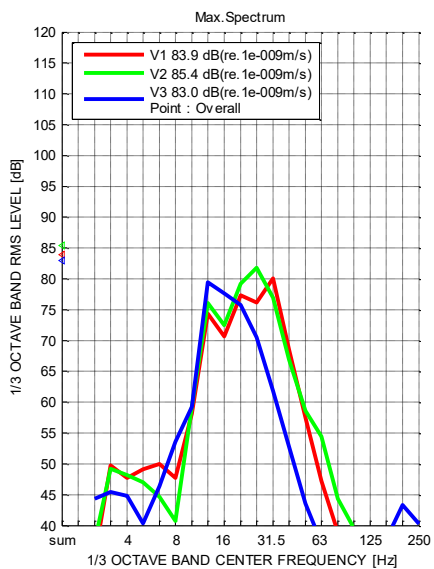
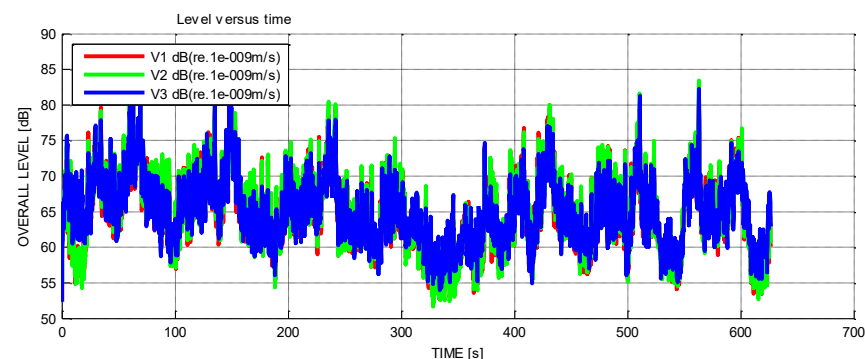
PROJECT: N5970

REC: REC001\_01.mat

TIME: 21/01/2025 09:17:31

SECTION: S3

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





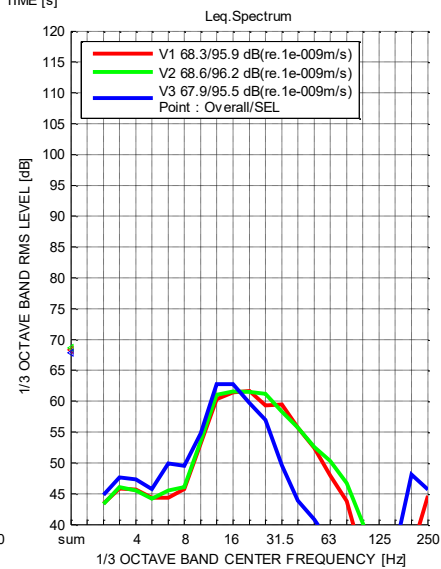
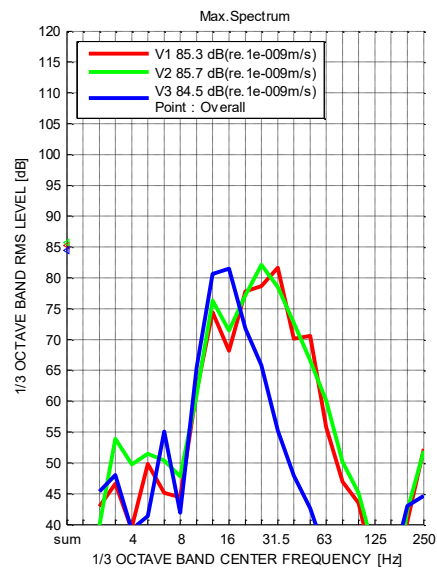
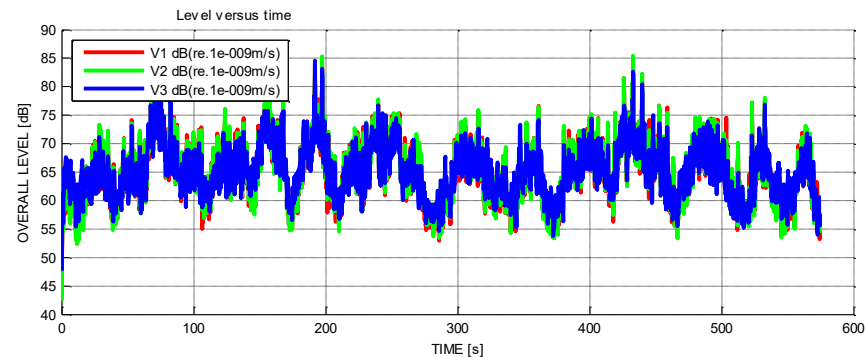
PROJECT: N5970

REC: REC001\_02.mat

TIME: 21/01/2025 09:27:53

SECTION: S3

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



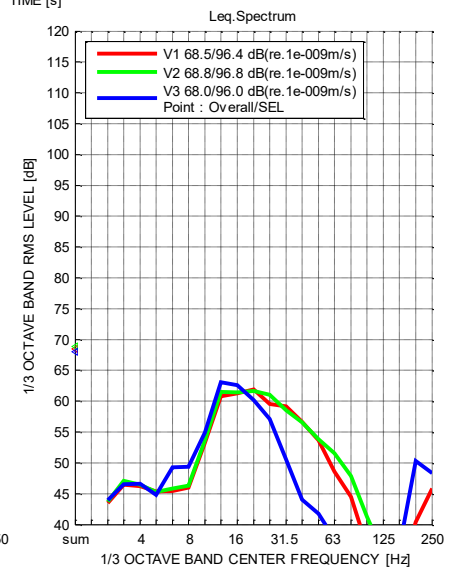
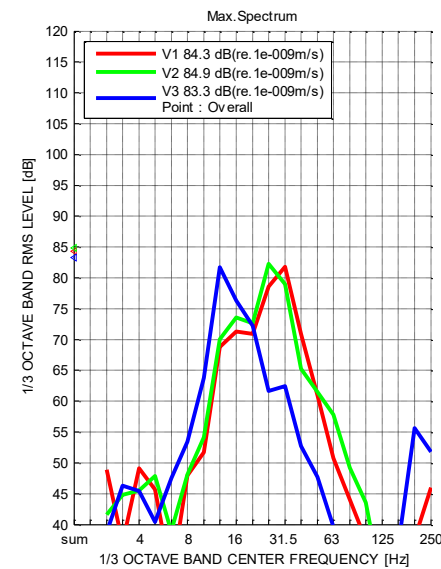
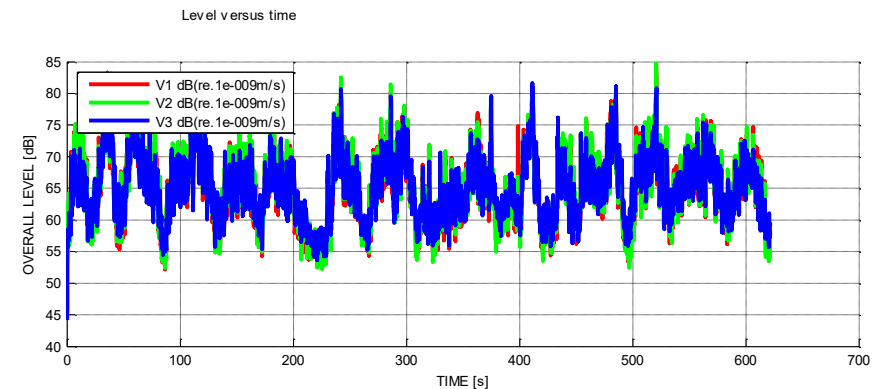
PROJECT: N5970

REC: REC002\_01.mat

TIME: 21/01/2025 09:37:29

SECTION: S3

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



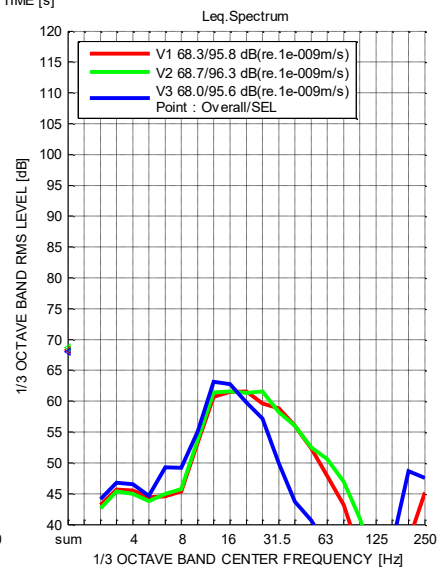
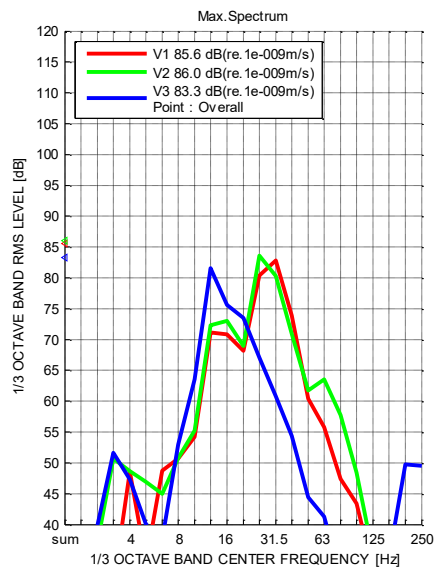
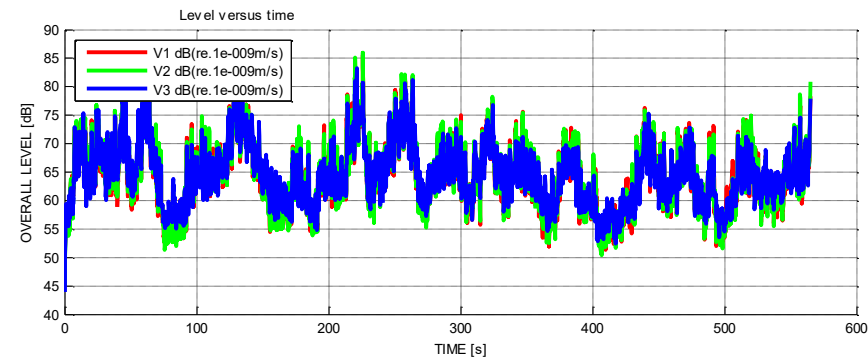
PROJECT: N5970

REC: REC002\_02.mat

TIME: 21/01/2025 09:47:46

SECTION: S3

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



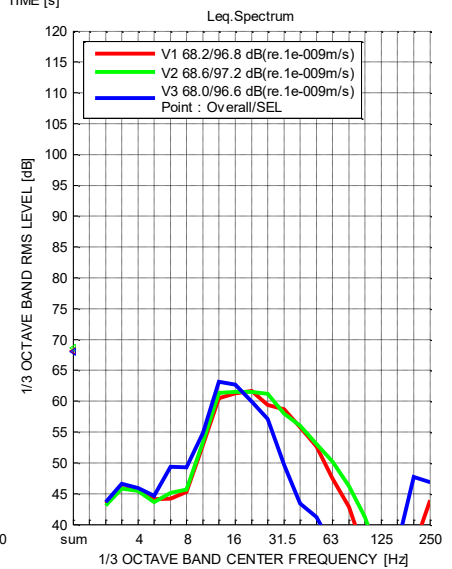
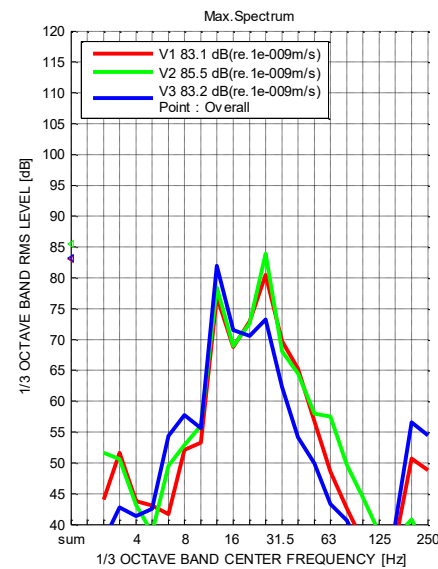
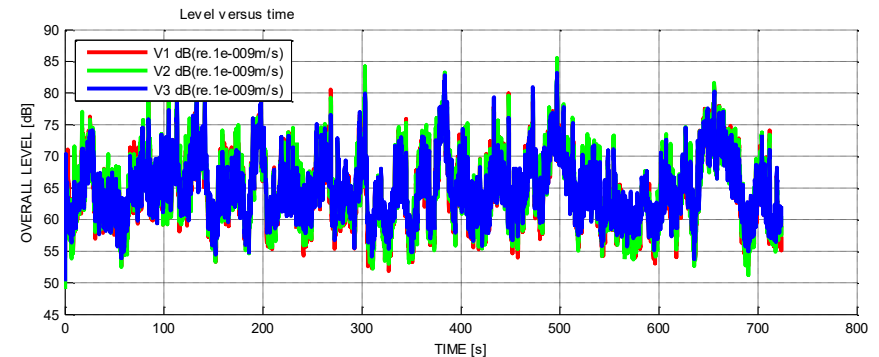
PROJECT: N5970

REC: REC003\_01.mat

TIME: 21/01/2025 09:57:13

SECTION: S3

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



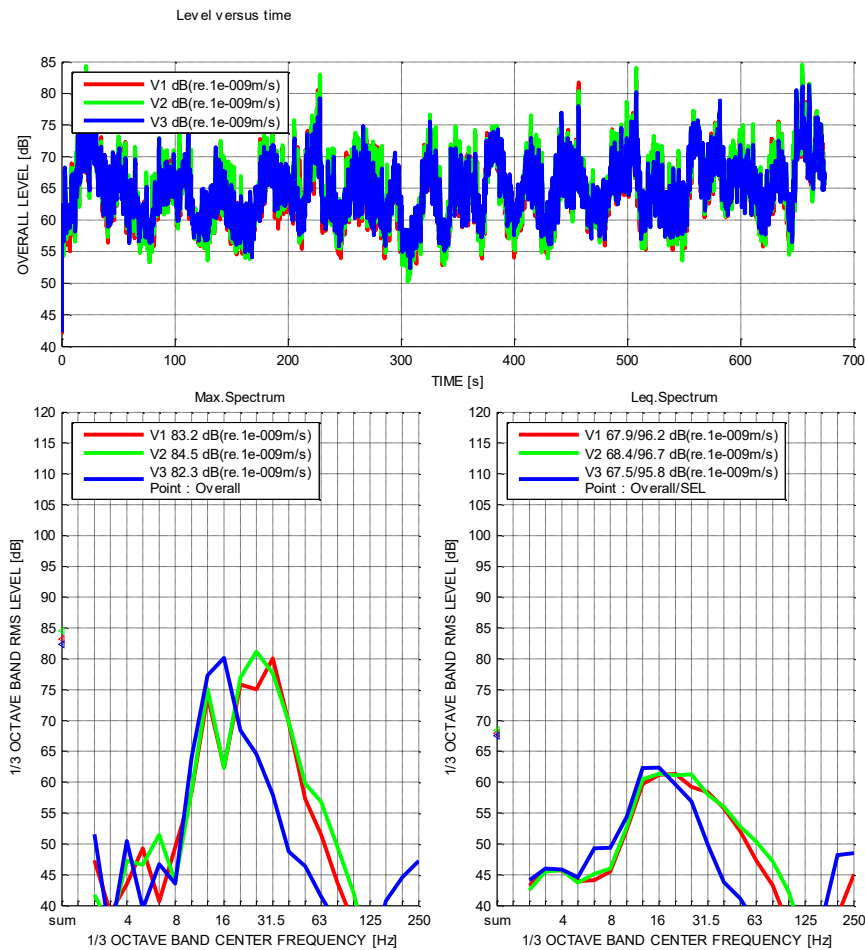
PROJECT: N5970

REC: REC003\_02.mat

TIME: 21/01/2025 10:09:09

SECTION: S3

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



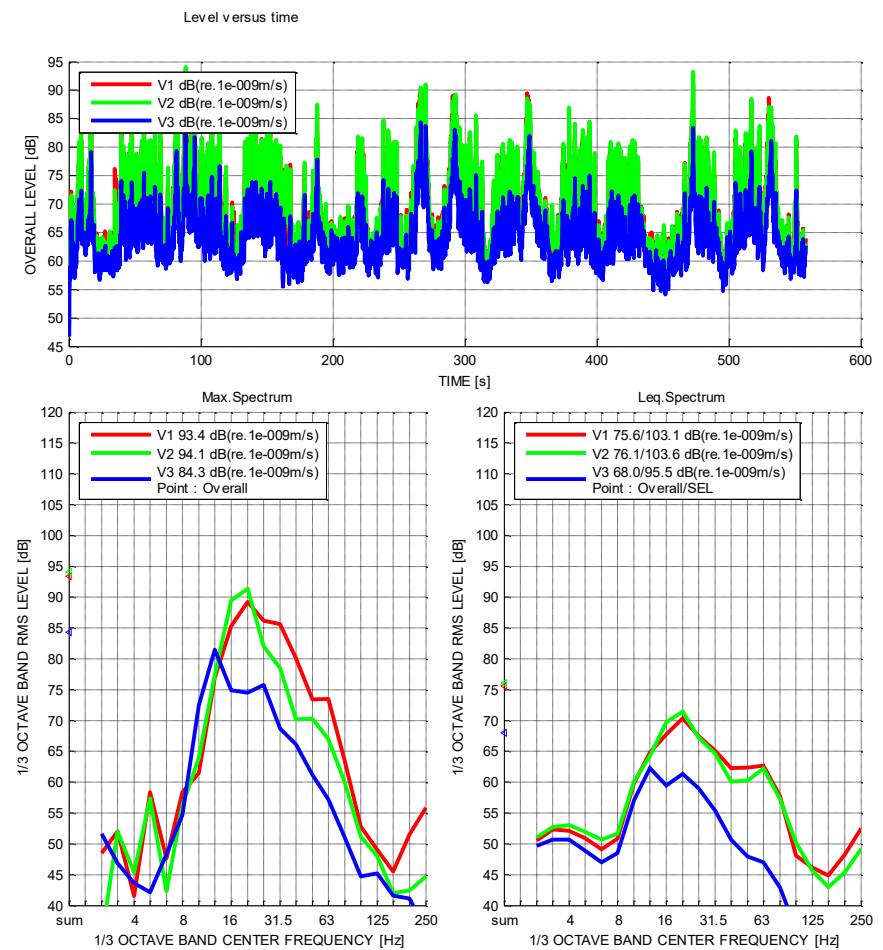
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec01\_01.mat

TIME: 21/01/2025 10:27:32

SECTION: S4

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





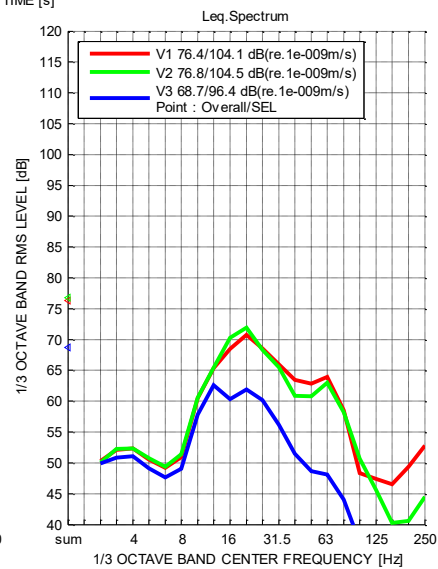
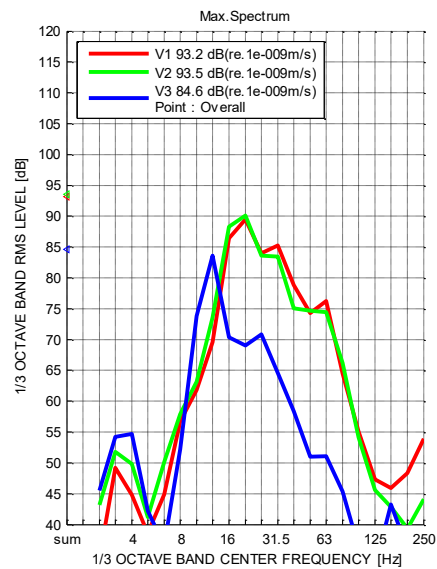
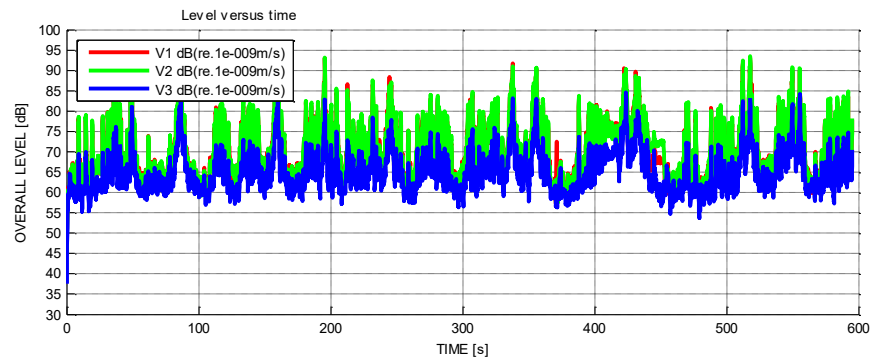
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec01\_02.mat

TIME: 21/01/2025 10:36:48

SECTION: S4

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



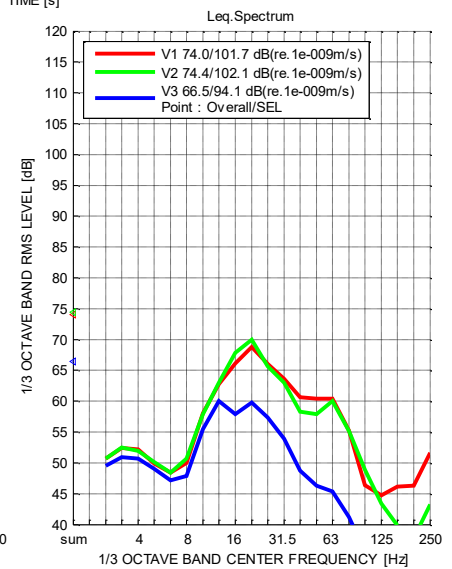
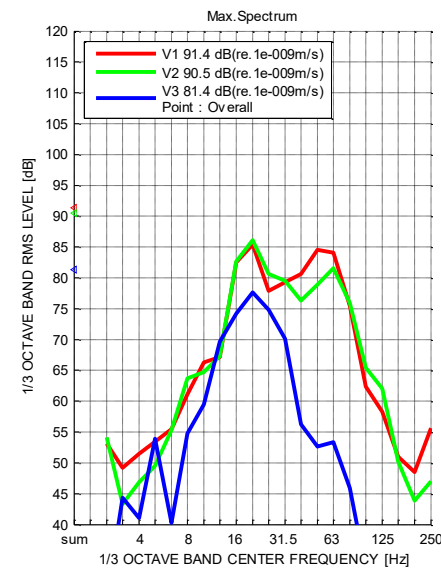
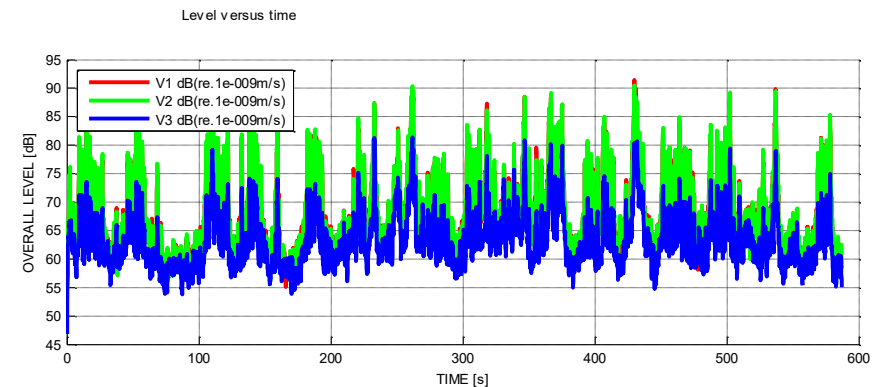
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec02\_01.mat

TIME: 21/01/2025 10:47:12

SECTION: S4

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



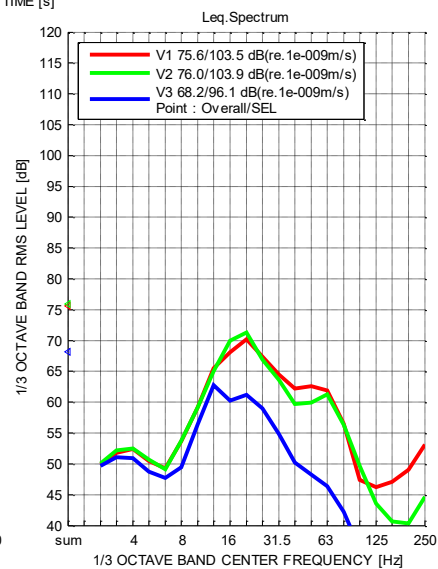
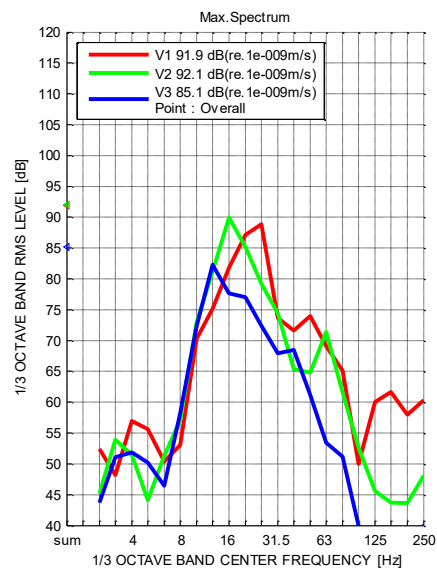
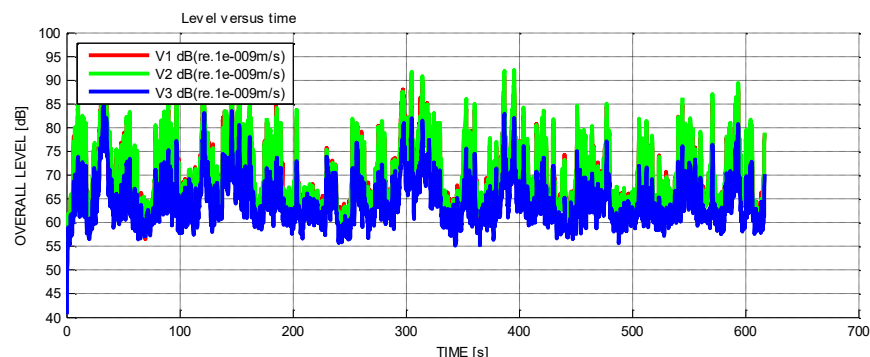
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec02\_02.mat

TIME: 21/01/2025 10:56:56

SECTION: S4

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



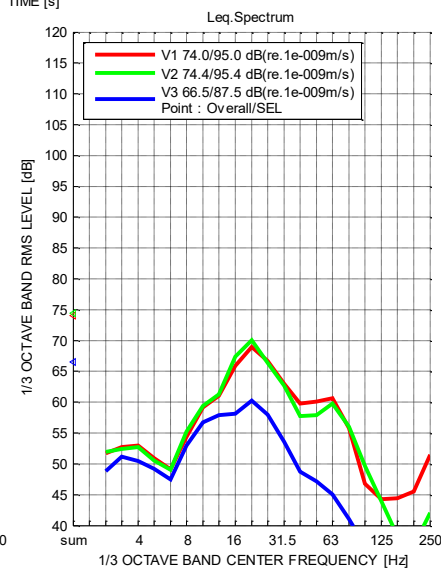
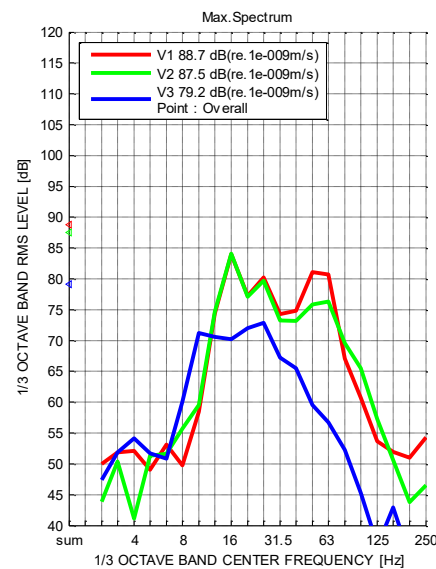
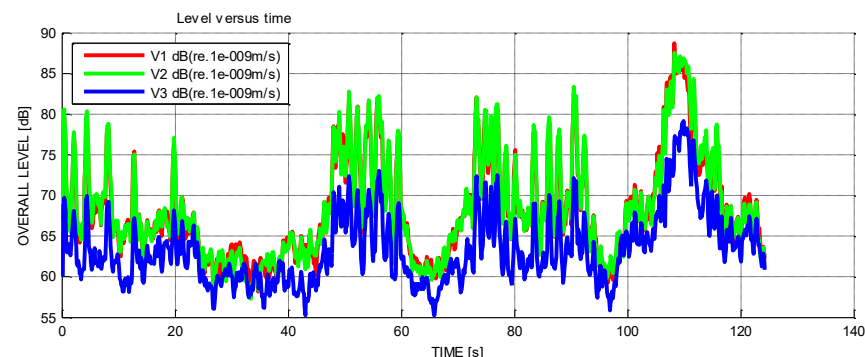
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec03.mat

TIME: 21/01/2025 11:07:37

SECTION: S4

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



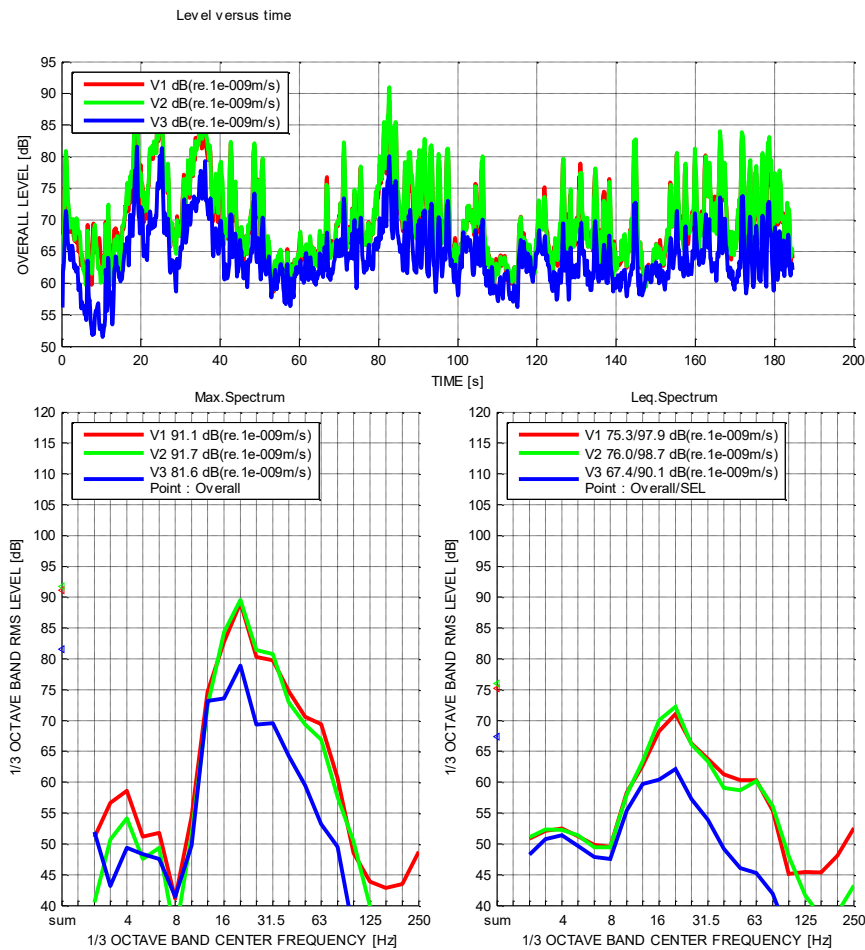
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec04\_01.mat

TIME: 21/01/2025 11:13:38

SECTION: S4

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



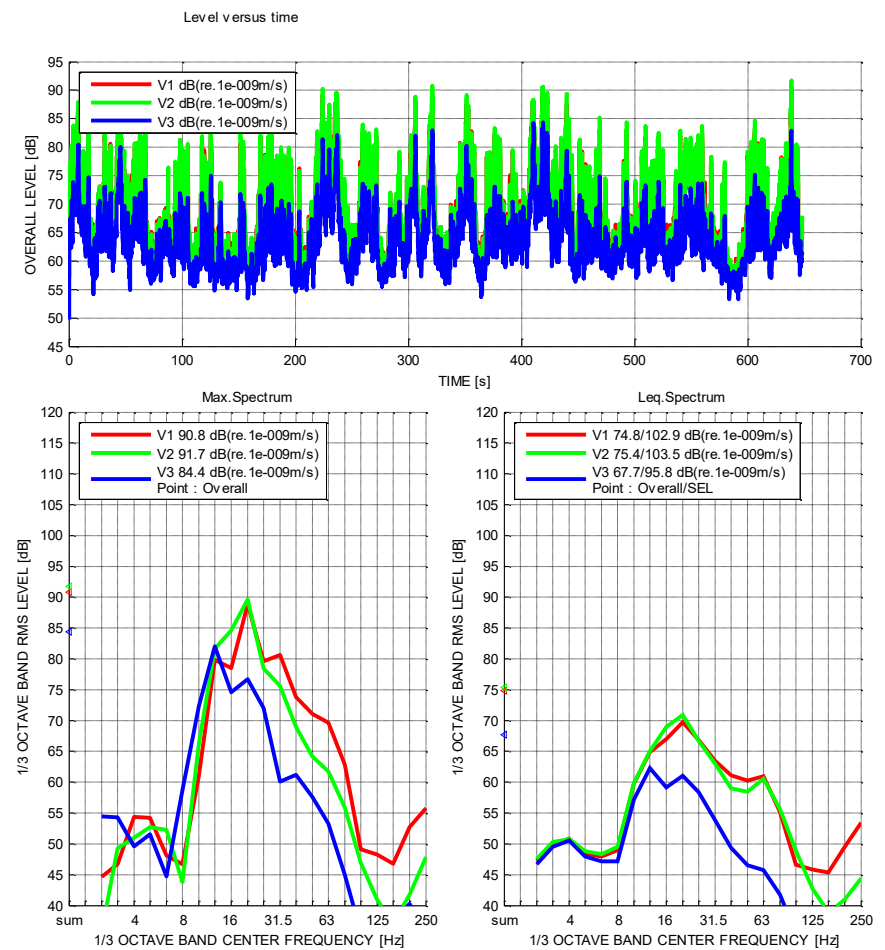
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec04\_02.mat

TIME: 21/01/2025 11:17:51

SECTION: S4

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



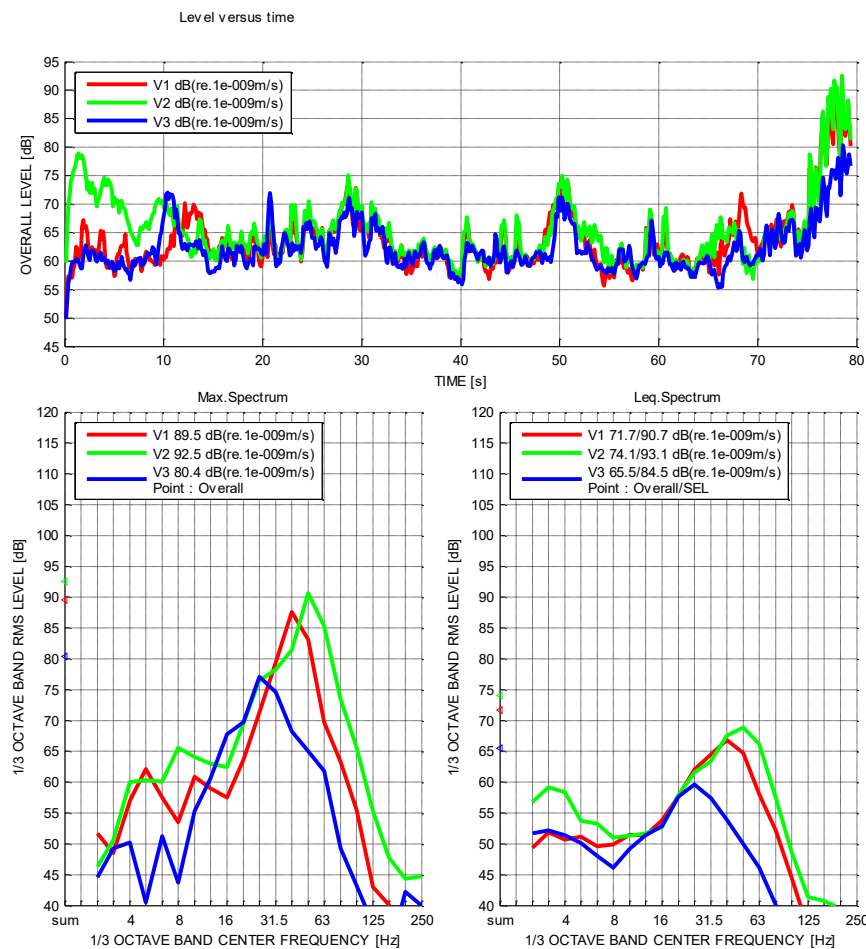
PROJECT: N5970

SECTION: S5

REC: SQD299\_REC0101.dat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 21/01/2025 10:46:55



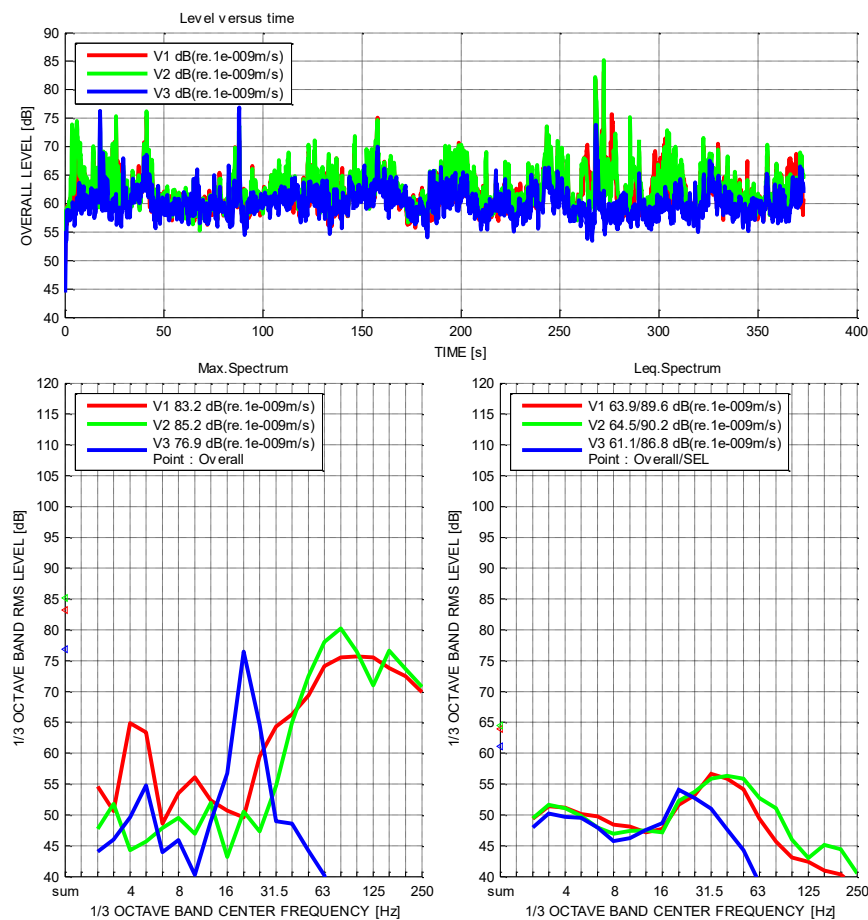
PROJECT: N5970

SECTION: S5

REC: SQD299\_REC0107.dat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 21/01/2025 11:08:48





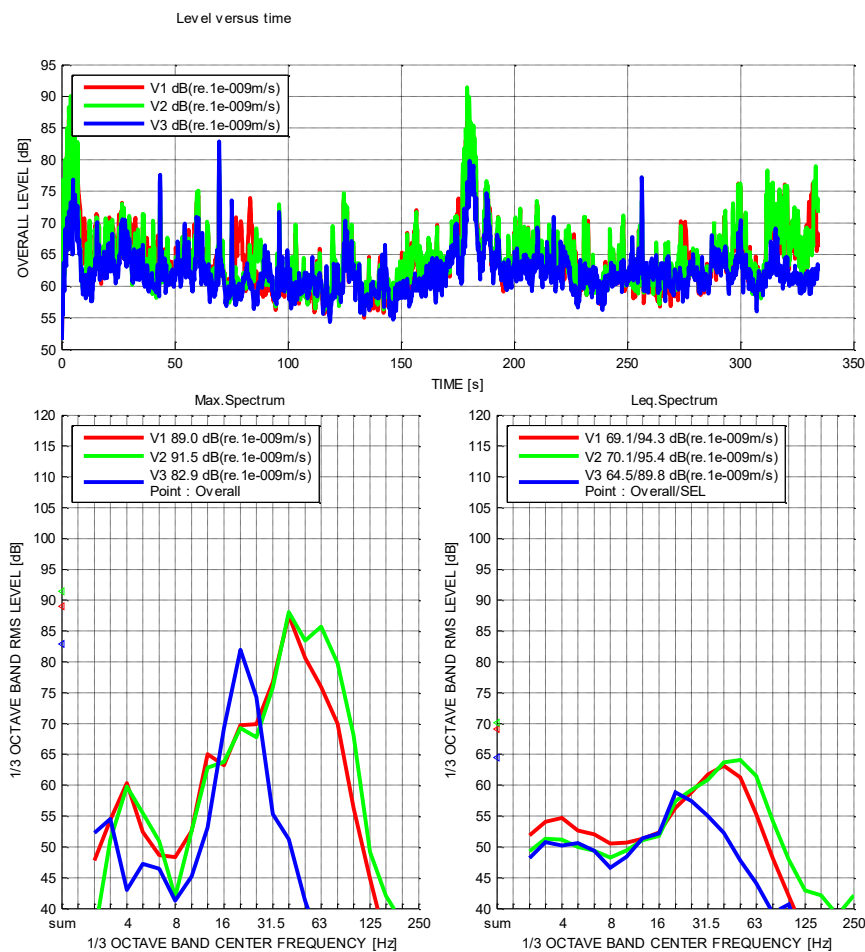
PROJECT: N5970

REC: SQD299\_REC0108.dat

TIME: 21/01/2025 11:16:58

SECTION: S5

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



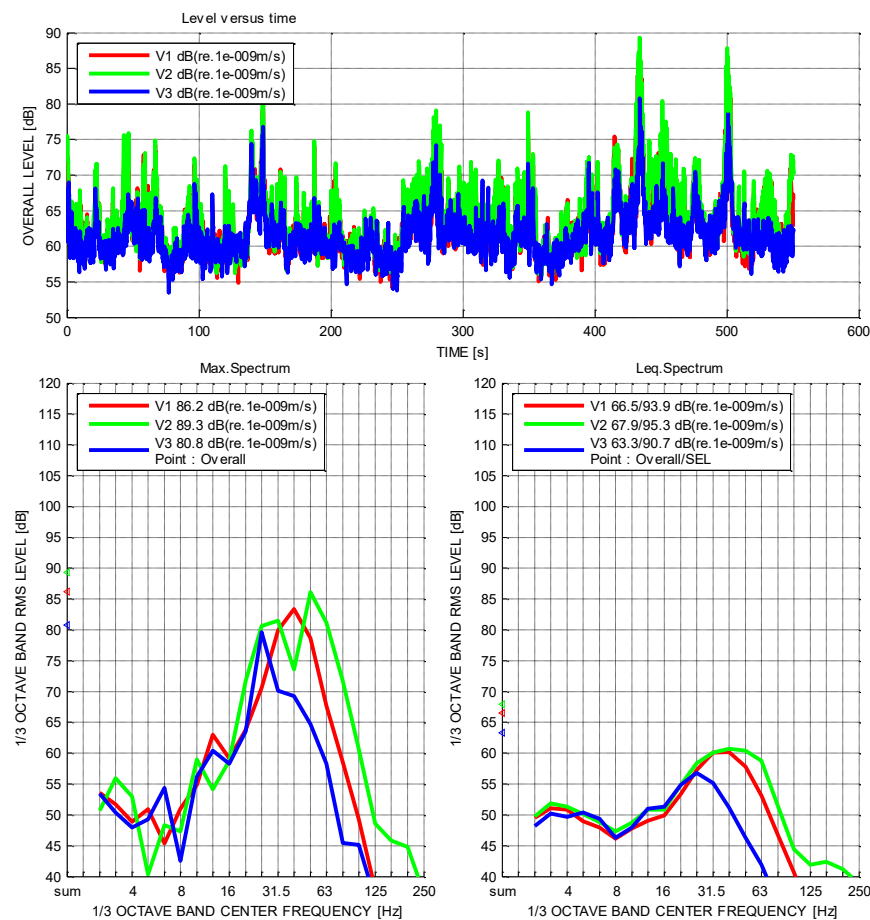
PROJECT: N5970

REC: SQD299\_REC0110.dat

TIME: 21/01/2025 11:42:59

SECTION: S5

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



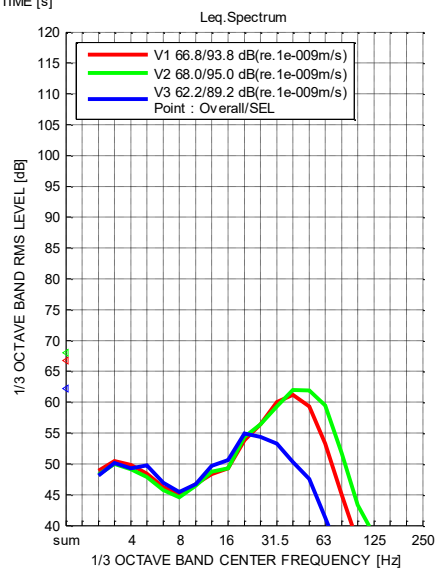
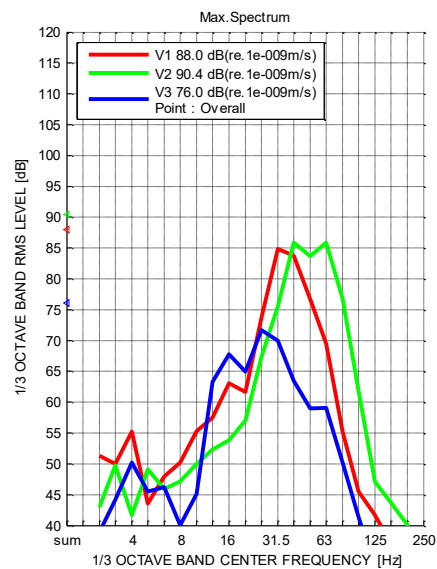
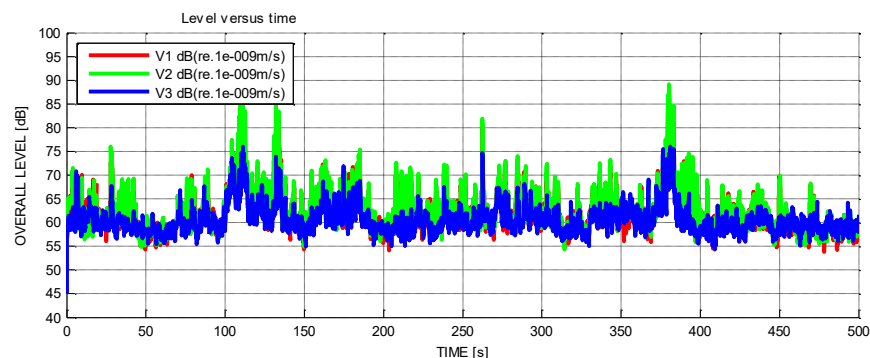
PROJECT: N5970

SECTION: S5

REC: SQD299\_REC01021.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 21/01/2025 10:48:16



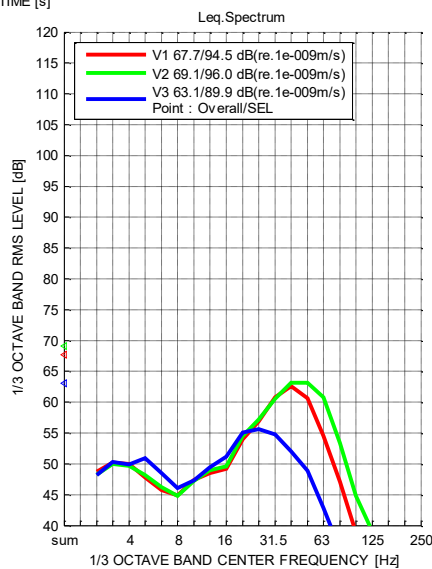
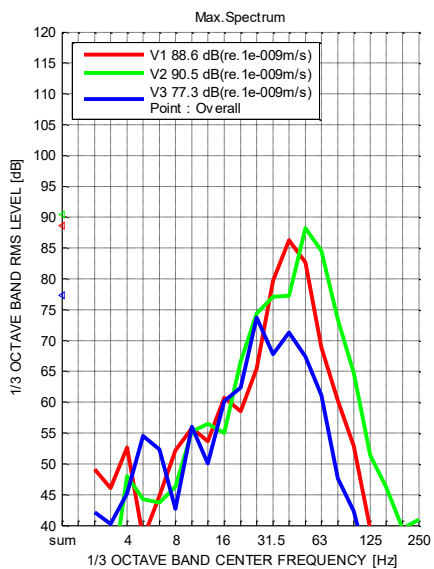
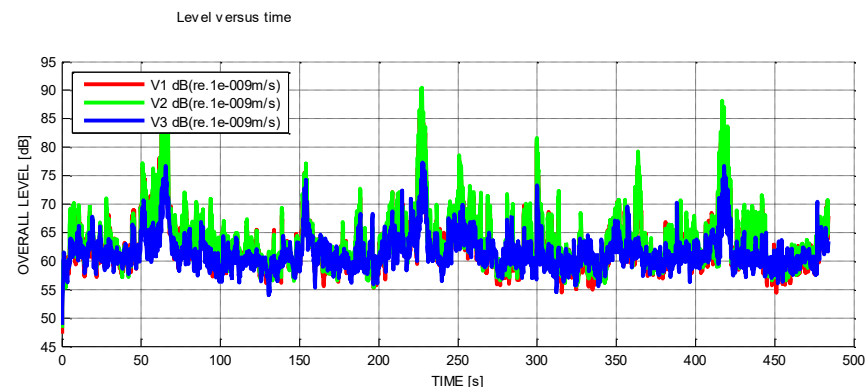
PROJECT: N5970

SECTION: S5

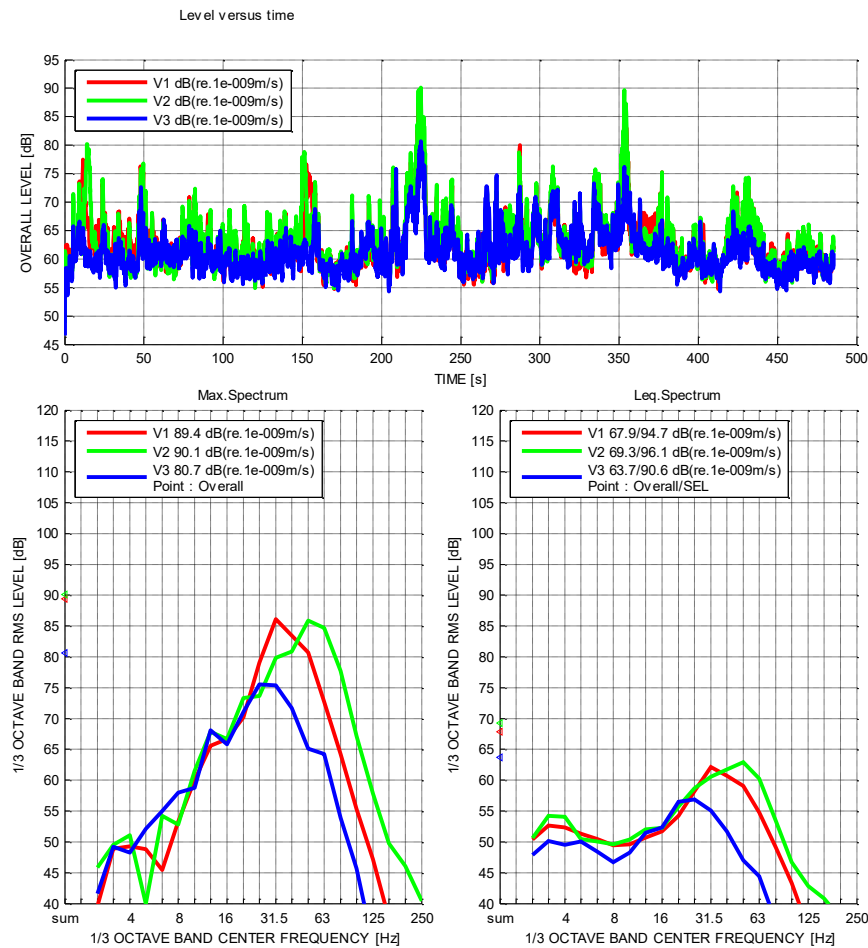
REC: SQD299\_REC01022.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

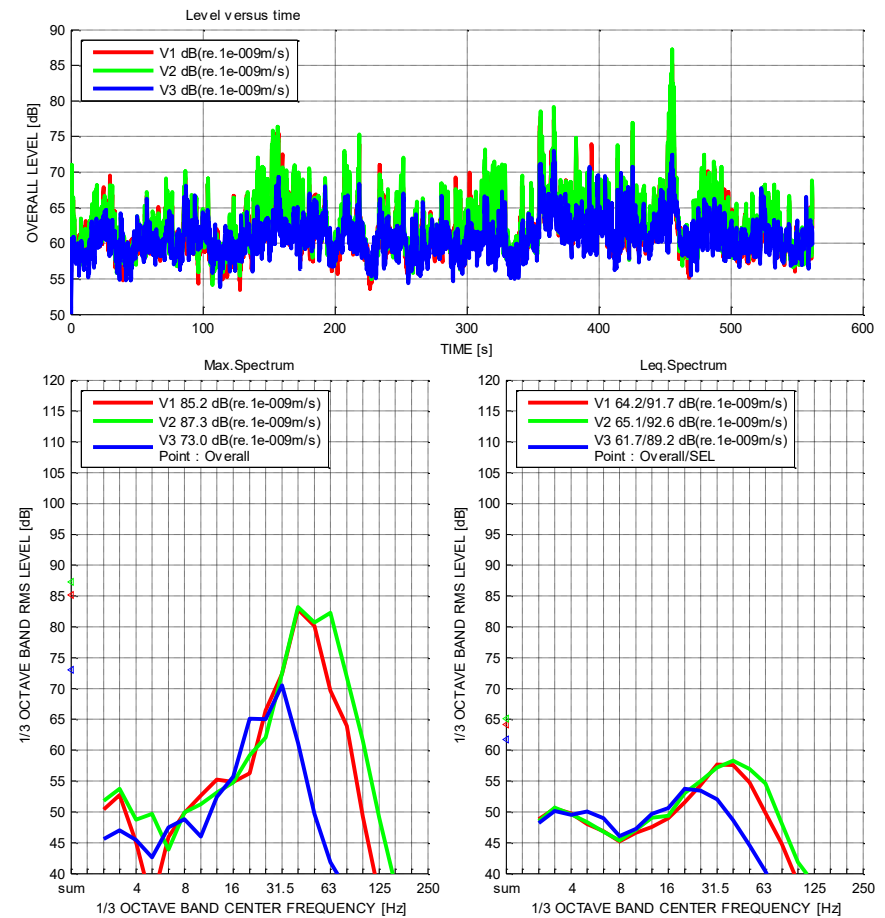
TIME: 21/01/2025 10:56:36



PROJECT: N5970 SECTION: S5  
 REC: SQD299\_REC01091.mat REMARQUE: Voitures, véhicules lourds  
 TIME: 21/01/2025 11:25:15



PROJECT: N5970 SECTION: S5  
 REC: SQD299\_REC01092.mat REMARQUE: Voitures, véhicules lourds  
 TIME: 21/01/2025 11:33:21



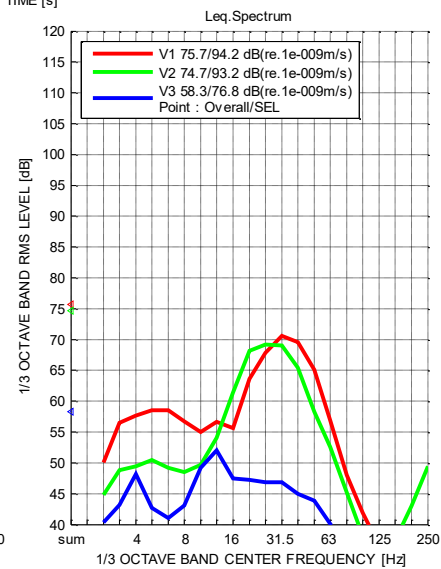
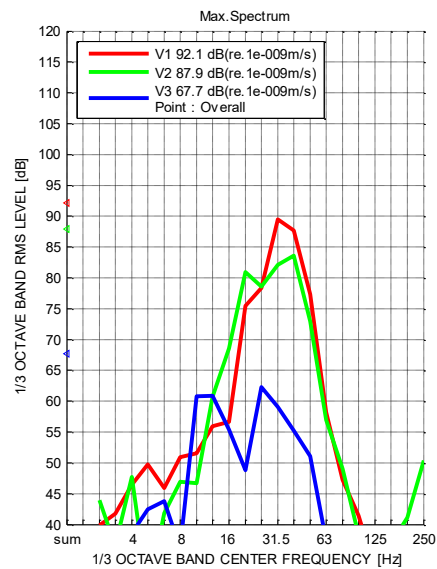
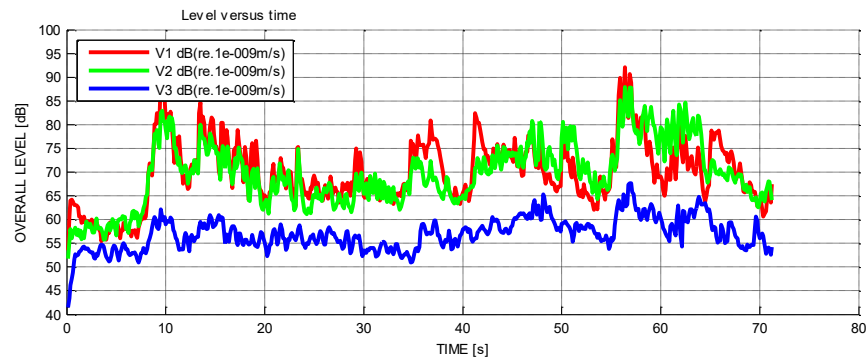
PROJECT: N5970

REC: REC006.hdf

TIME: 21/01/2025 10:56:06

SECTION: S6

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



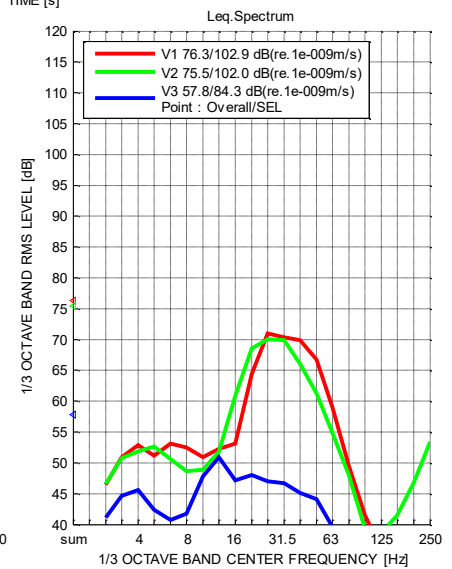
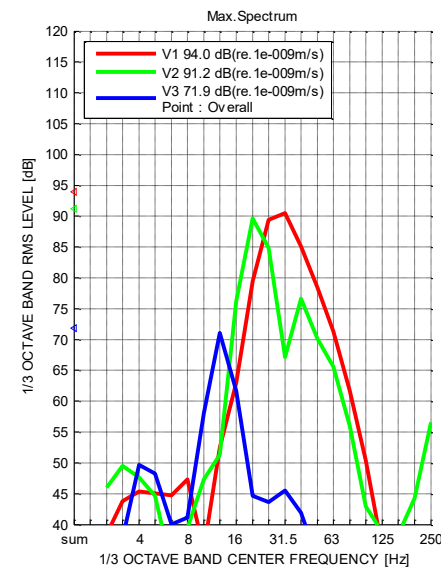
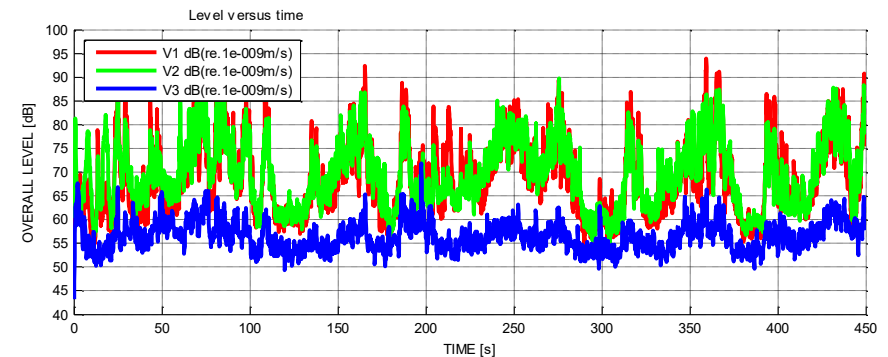
PROJECT: N5970

REC: REC007\_01.mat

TIME: 21/01/2025 10:58:53

SECTION: S6

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





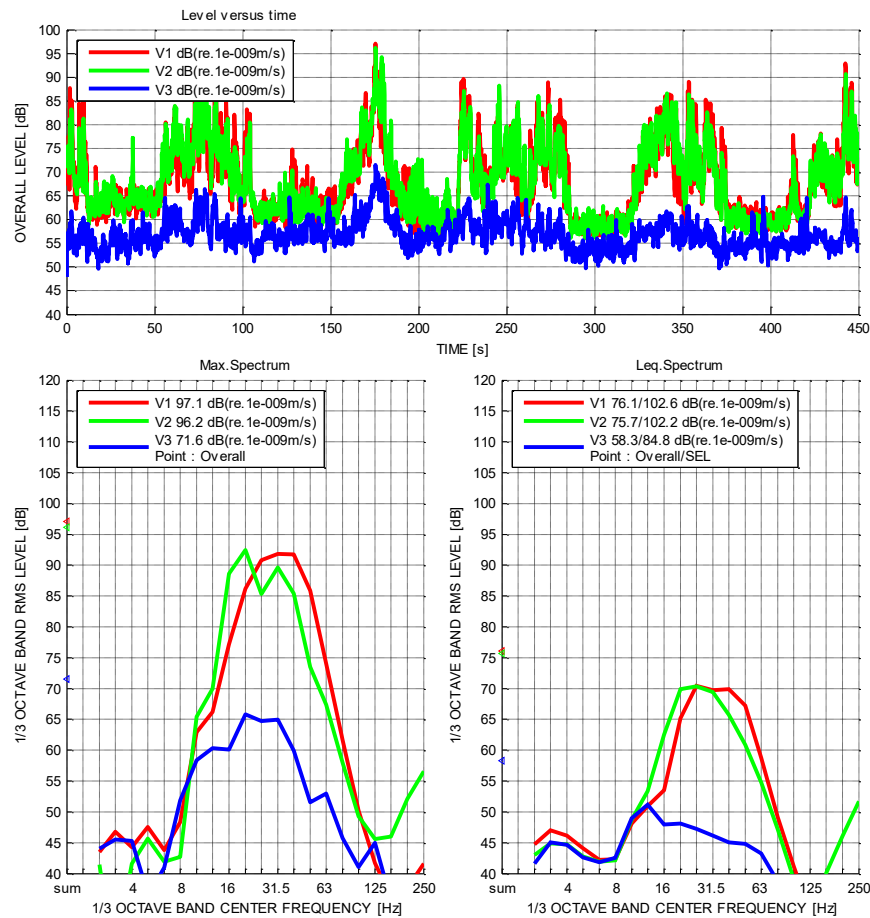
PROJECT: N5970

REC: REC007\_02.mat

TIME: 21/01/2025 11:06:23

SECTION: S6

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



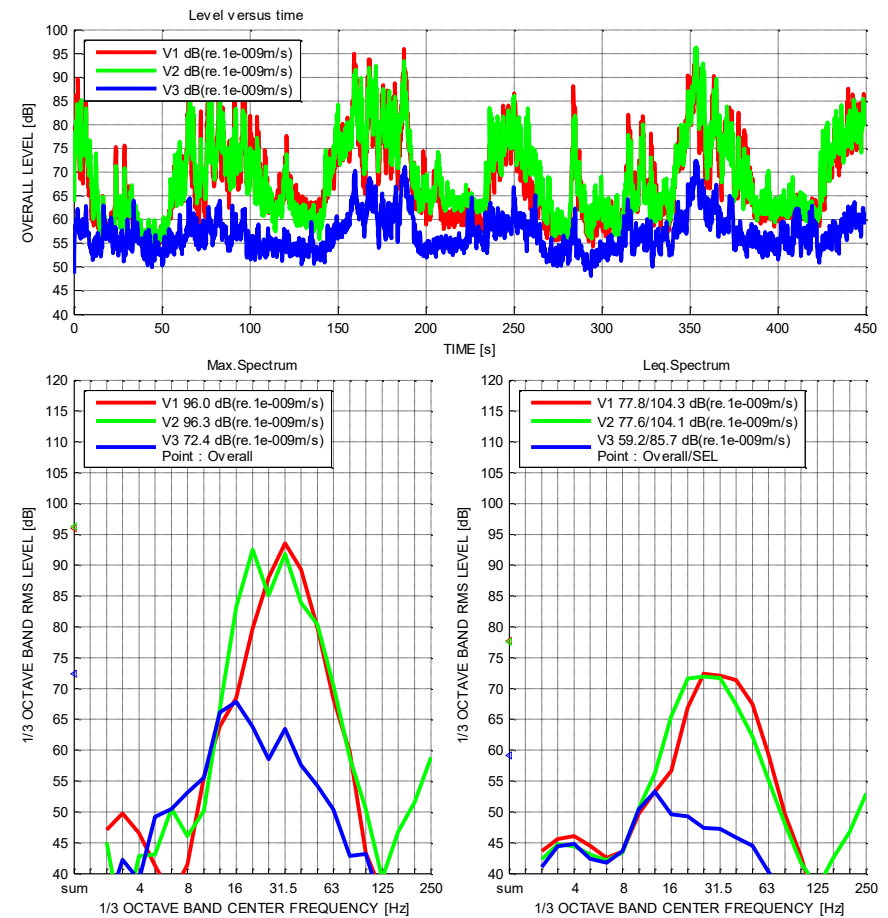
PROJECT: N5970

REC: REC007\_03.mat

TIME: 21/01/2025 11:13:53

SECTION: S6

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



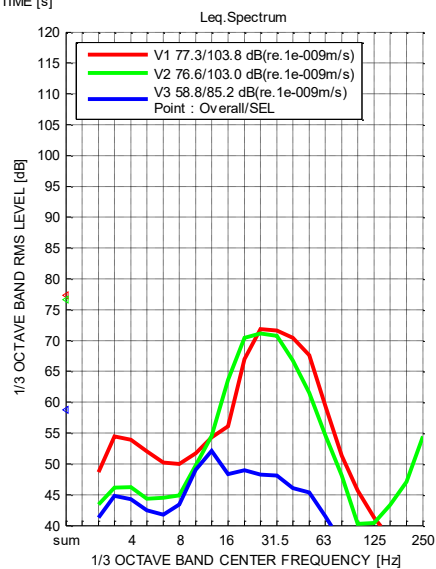
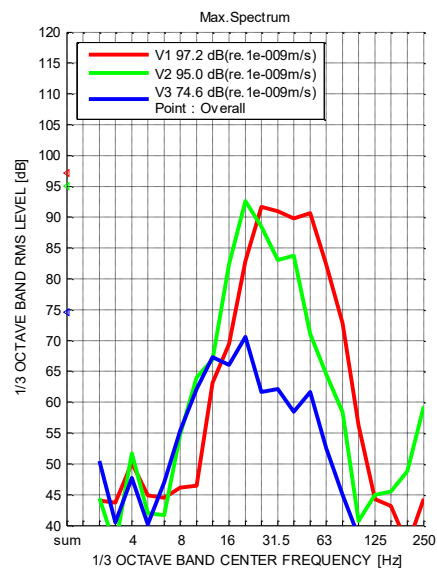
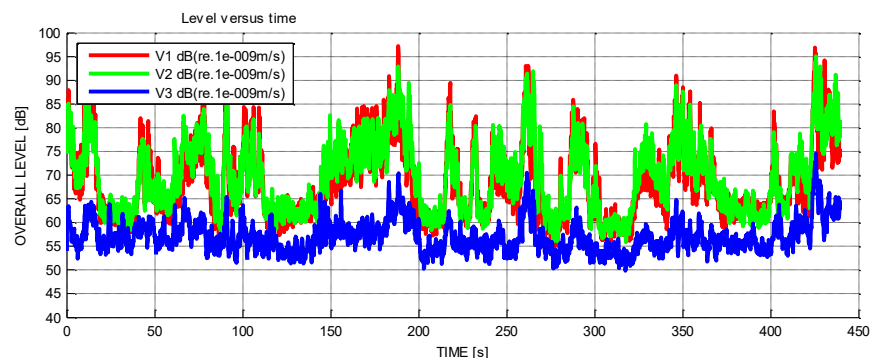
PROJECT: N5970

REC: REC007\_04.mat

TIME: 21/01/2025 11:21:23

SECTION: S6

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



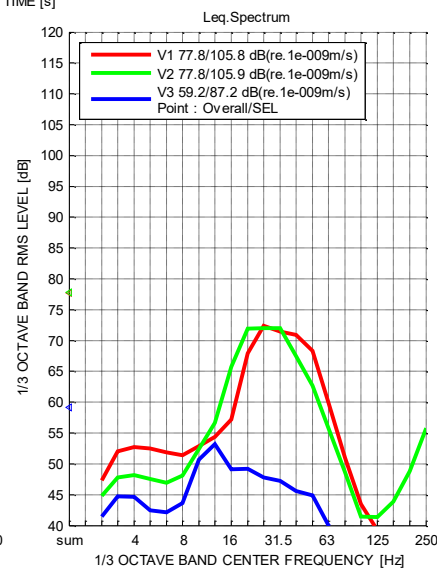
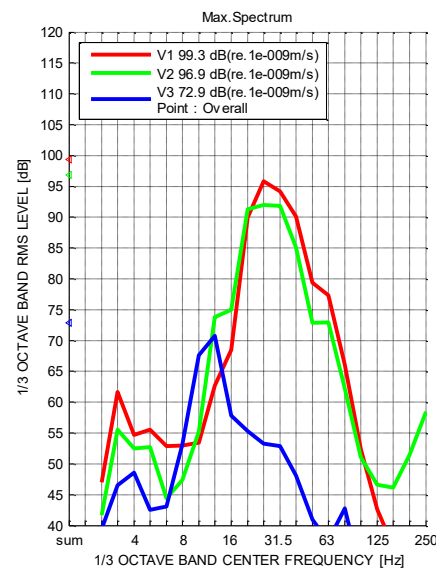
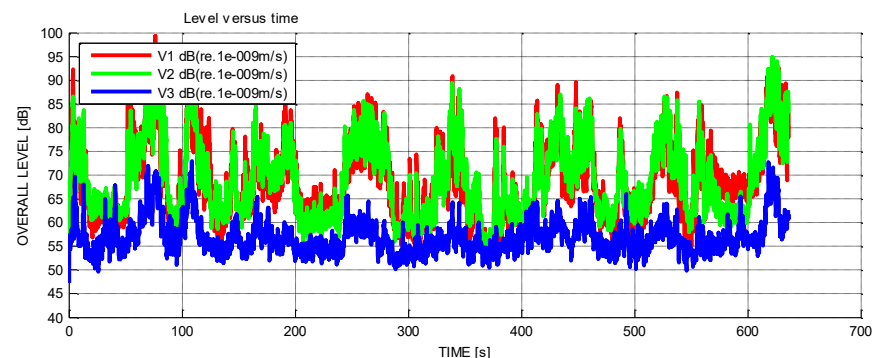
PROJECT: N5970

REC: REC008.hdf

TIME: 21/01/2025 11:28:43

SECTION: S6

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



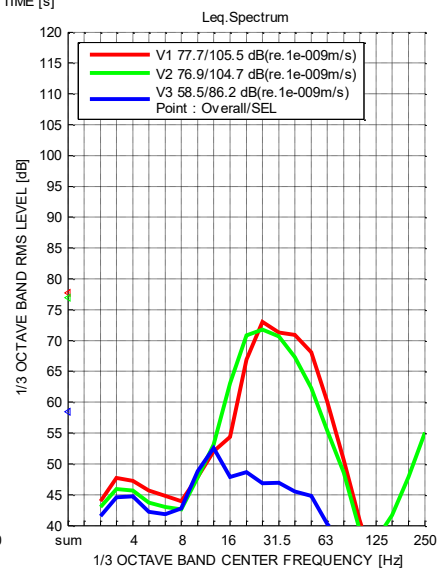
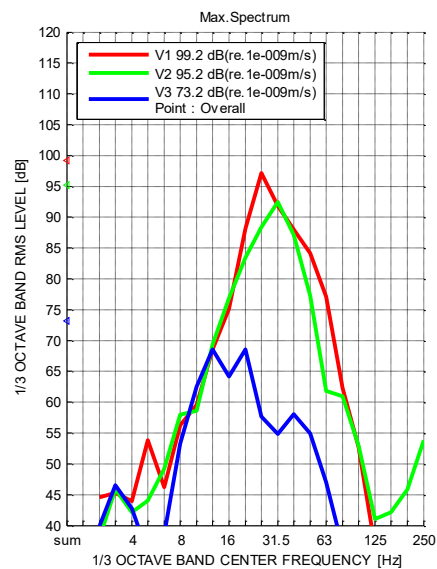
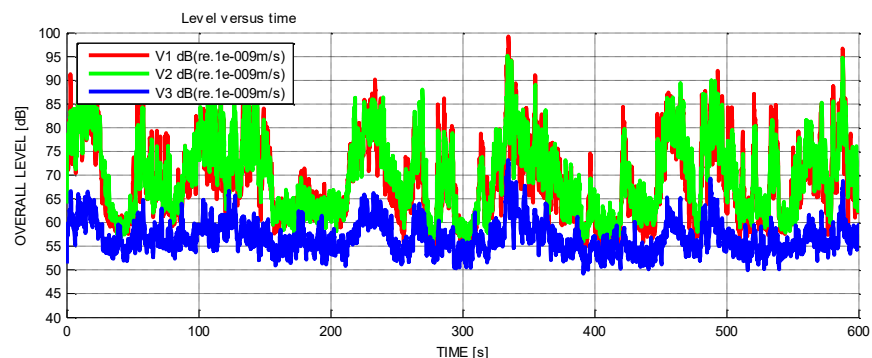
PROJECT: N5970

REC: REC009\_01.mat

TIME: 21/01/2025 11:39:20

SECTION: S6

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



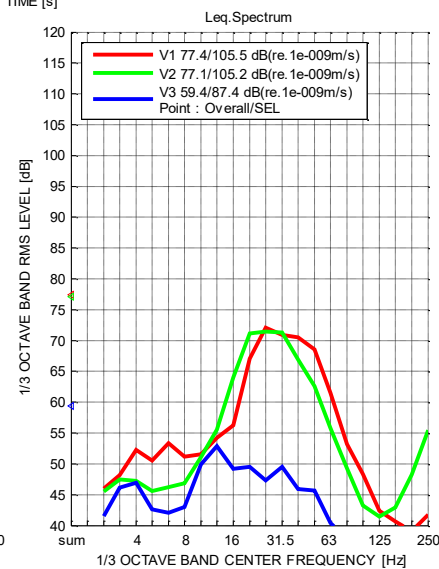
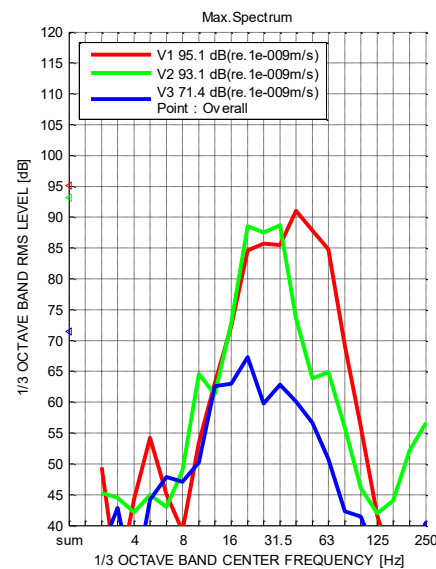
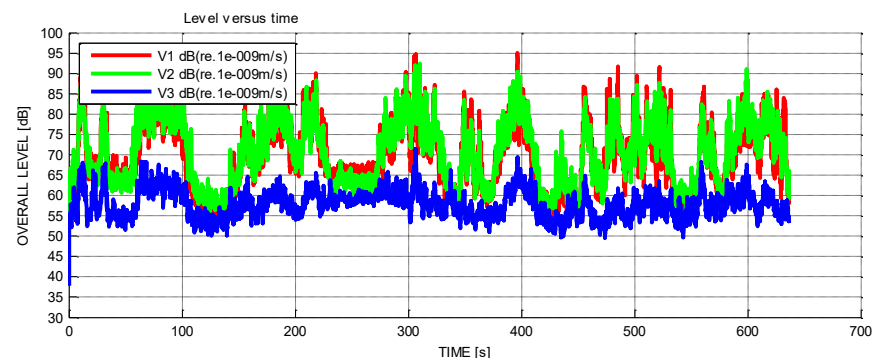
PROJECT: N5970

REC: REC009\_02.mat

TIME: 21/01/2025 11:49:20

SECTION: S6

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



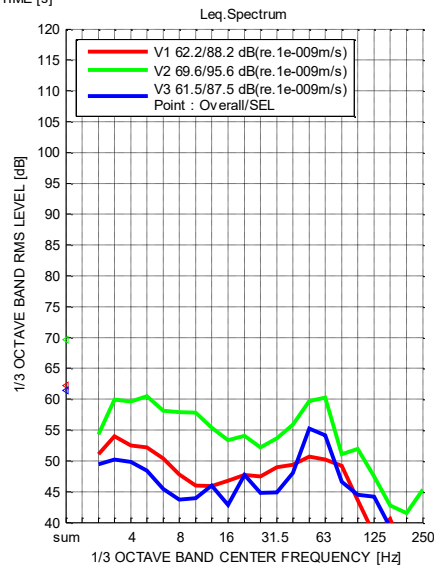
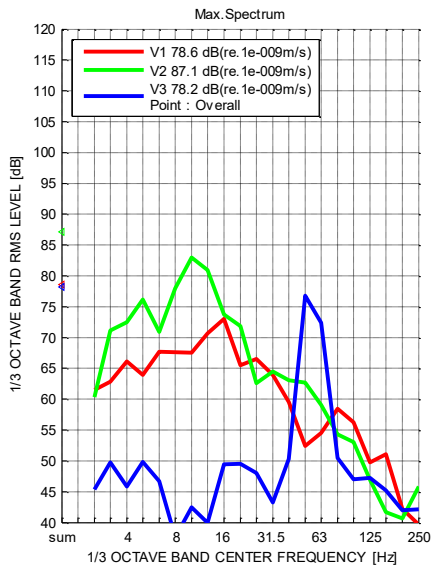
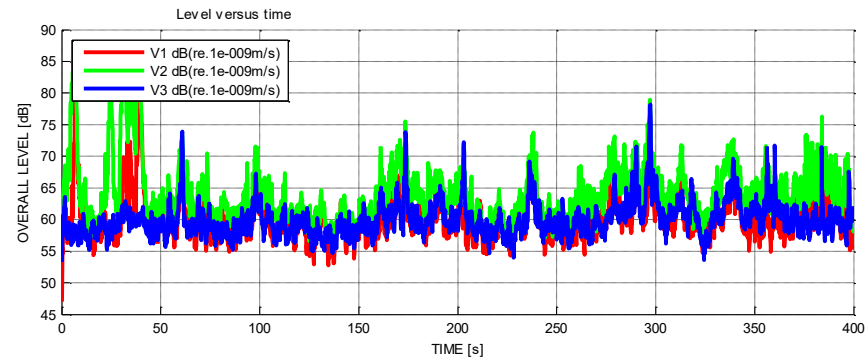
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec08\_01.mat

TIME: 21/01/2025 12:51:24

SECTION: S7

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



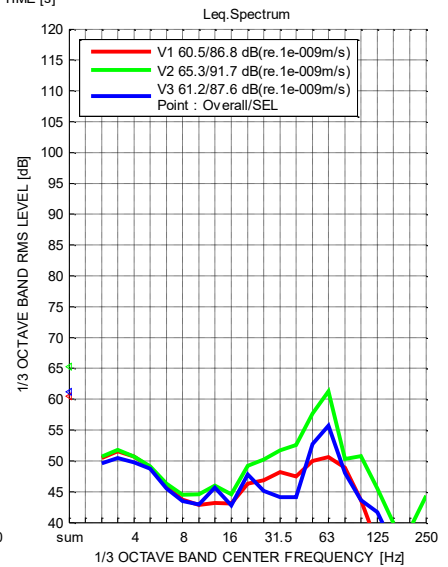
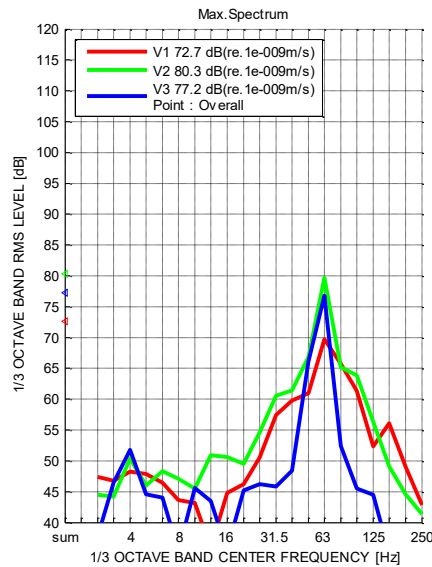
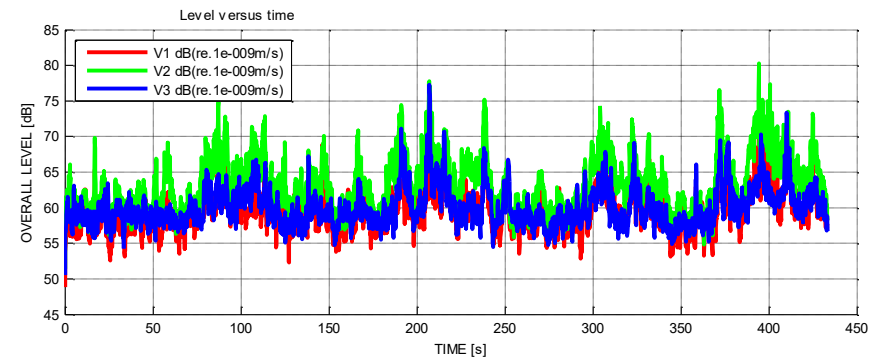
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec08\_02.mat

TIME: 21/01/2025 12:58:04

SECTION: S7

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





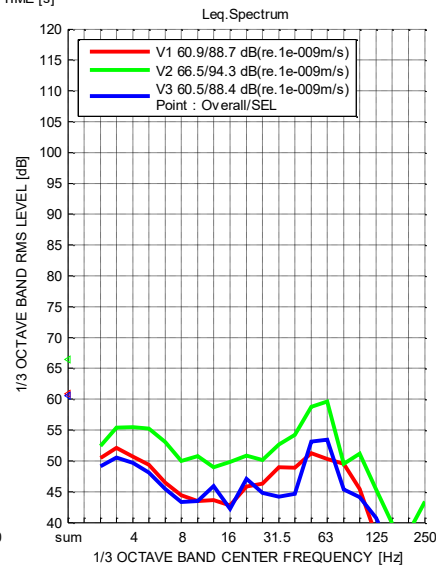
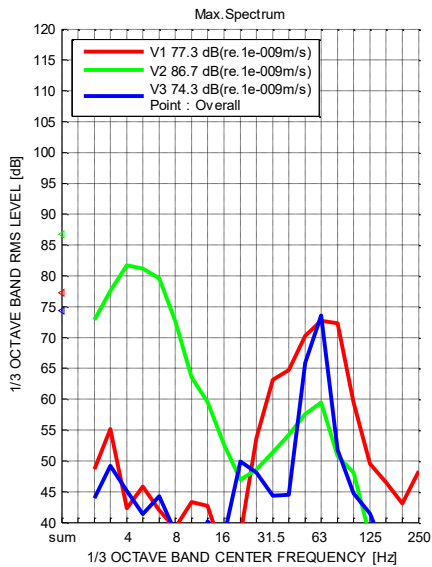
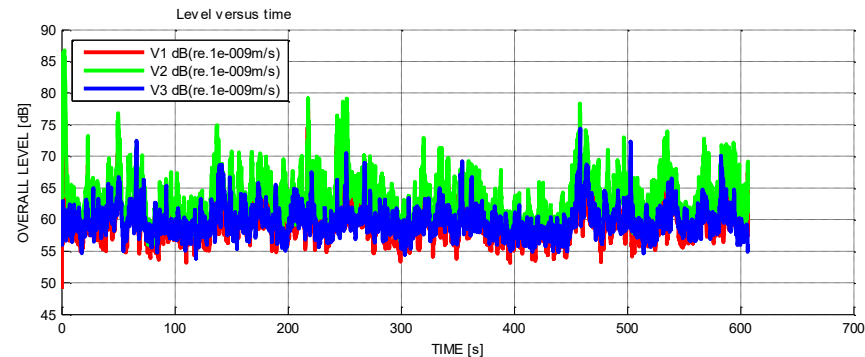
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec09\_01.mat

TIME: 21/01/2025 13:12:57

SECTION: S7

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



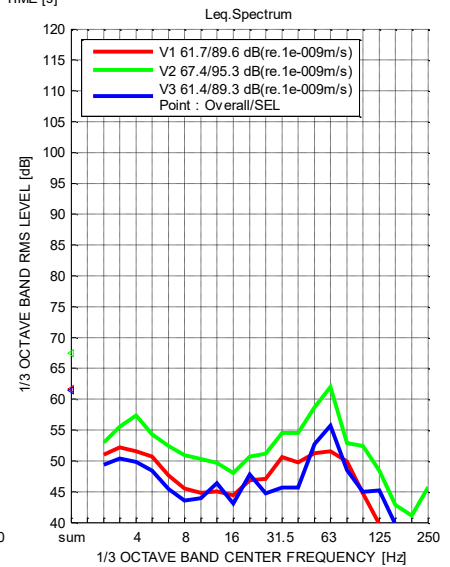
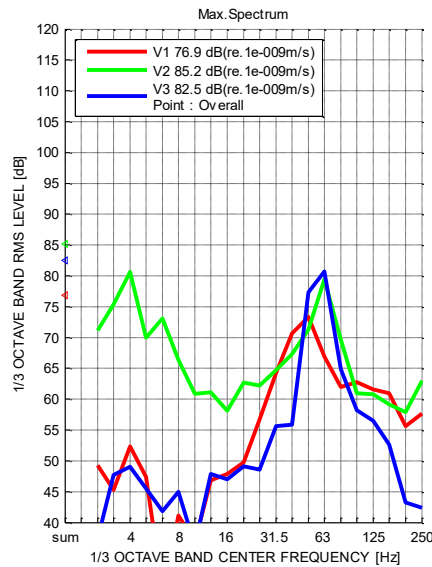
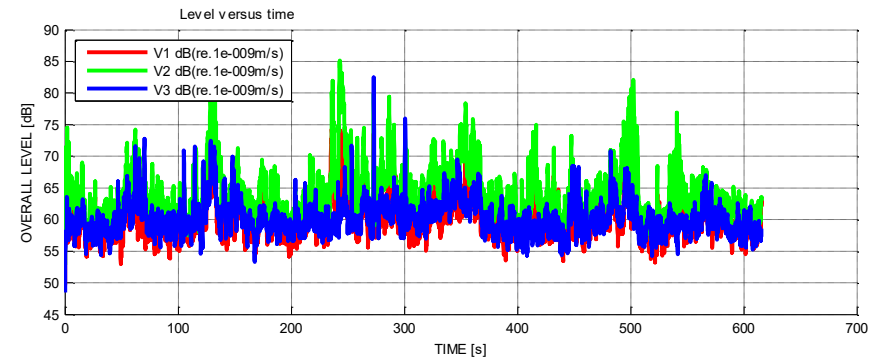
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec09\_02.mat

TIME: 21/01/2025 13:23:04

SECTION: S7

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



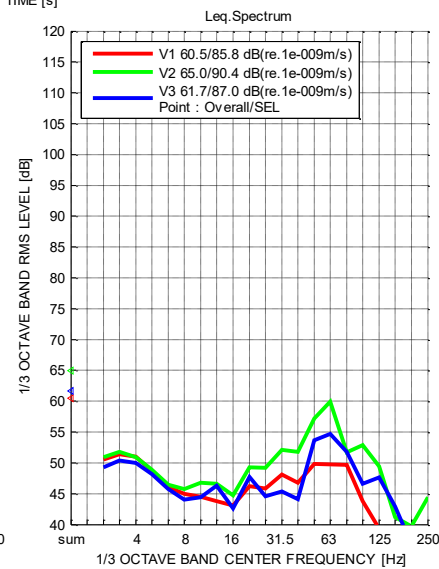
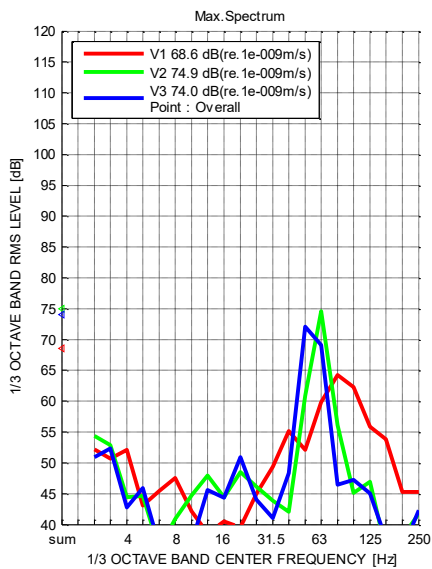
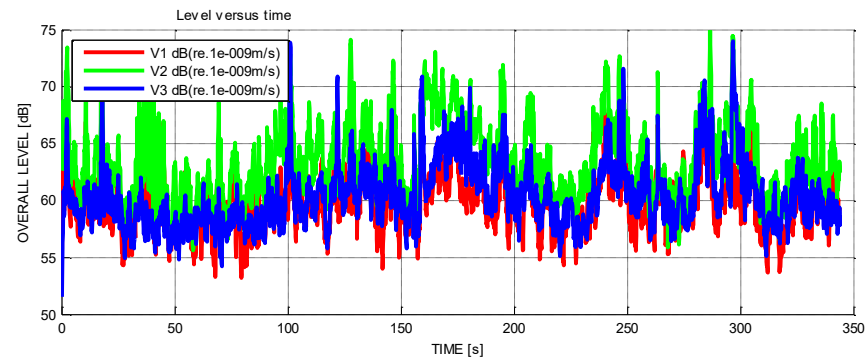
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec10\_01.mat

TIME: 21/01/2025 13:33:46

SECTION: S7

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



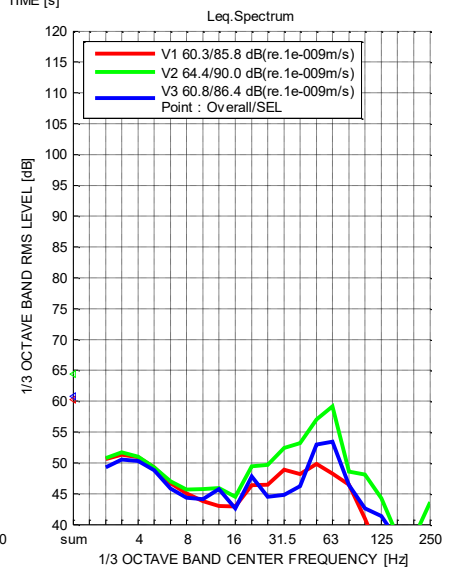
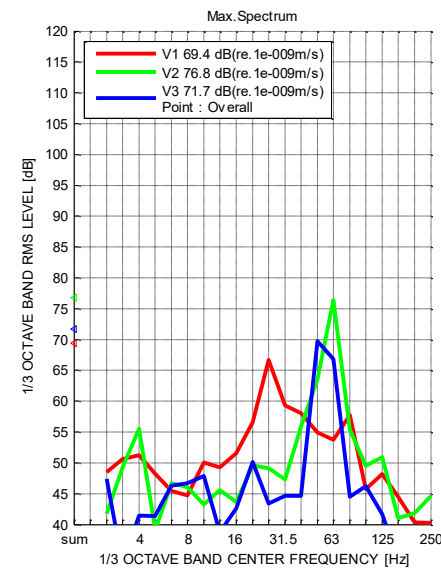
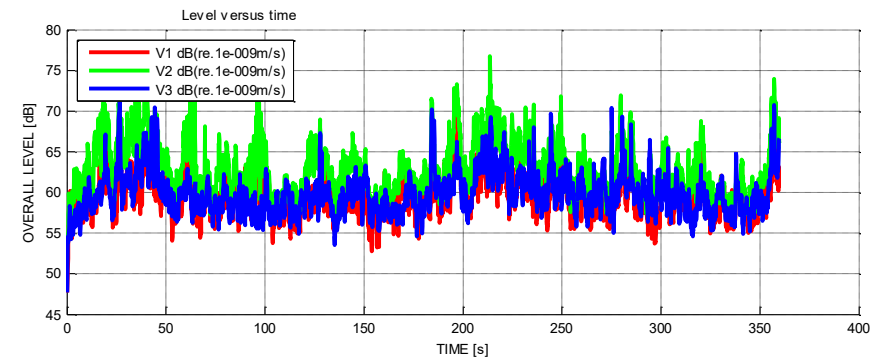
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec10\_02.mat

TIME: 21/01/2025 13:39:31

SECTION: S7

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



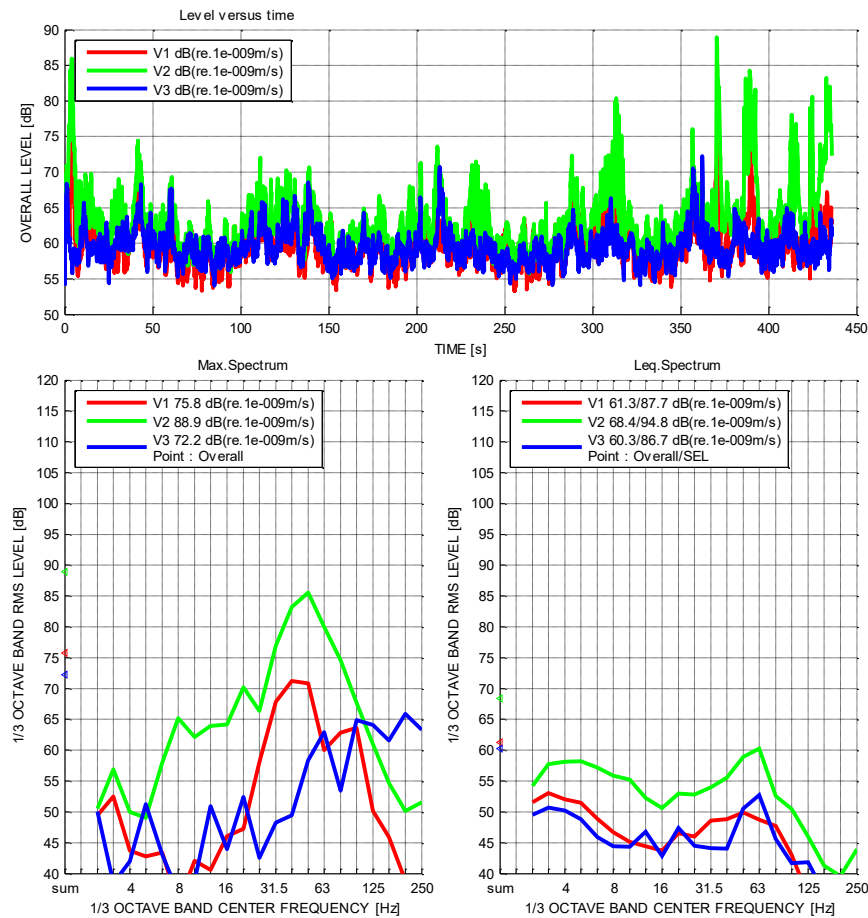
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec11.mat

TIME: 21/01/2025 13:45:39

SECTION: S7

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



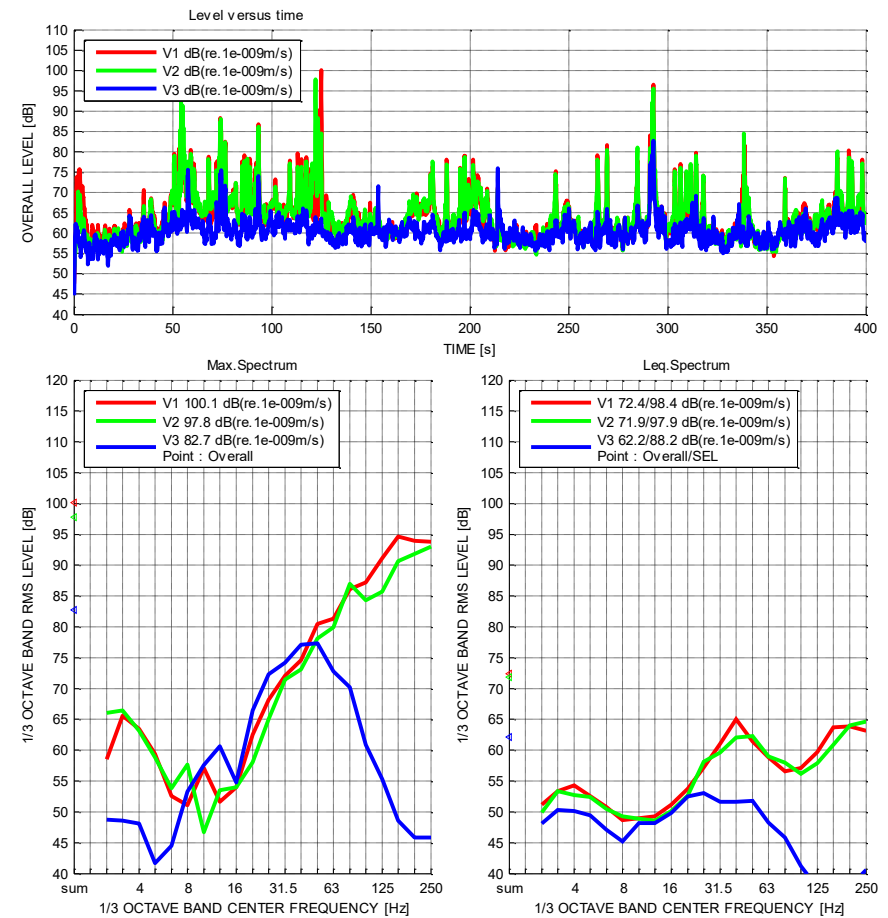
PROJECT: N5970

REC: SQD299\_REC02\_01.mat

TIME: 21/01/2025 12:14:51

SECTION: S8

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



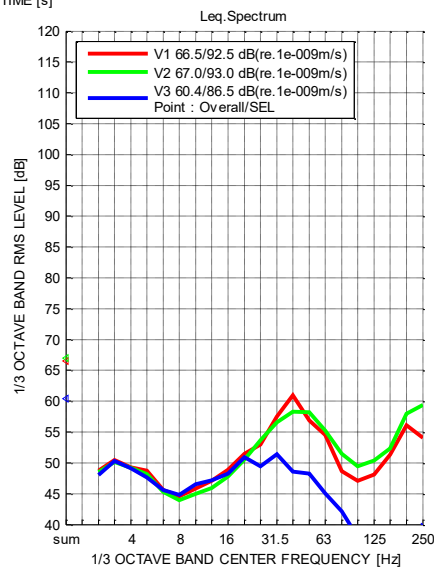
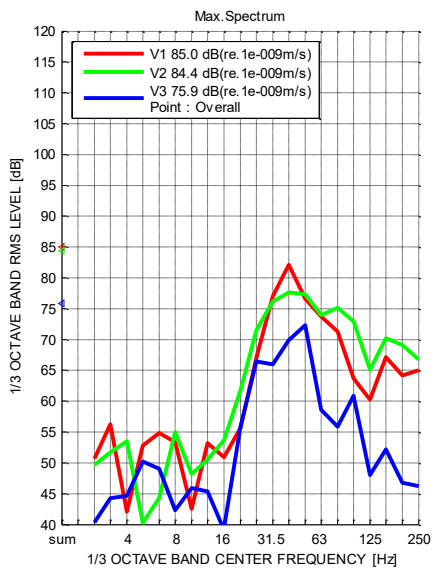
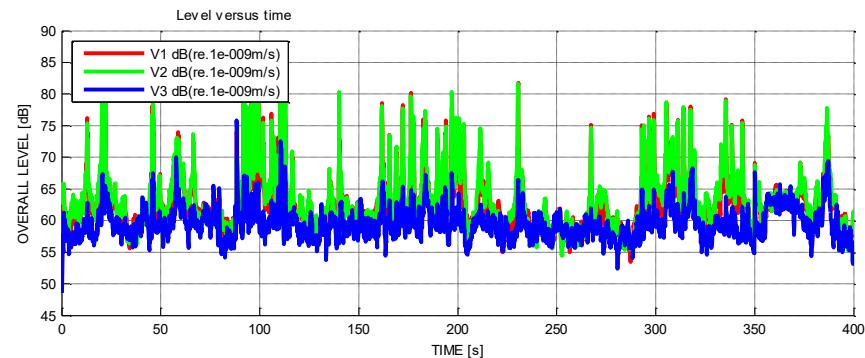
PROJECT: N5970

SECTION: S8

REC: SQD299\_REC02\_02.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 21/01/2025 12:21:31



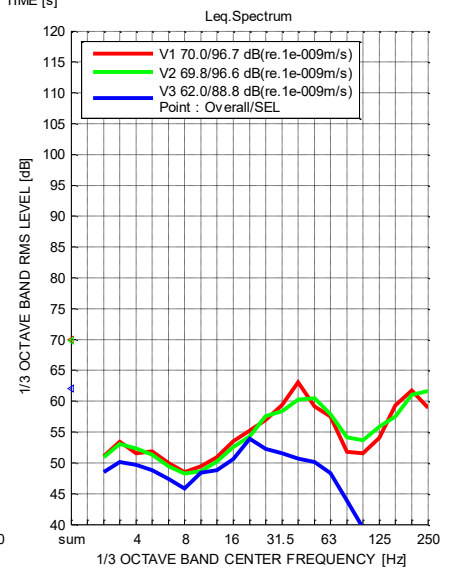
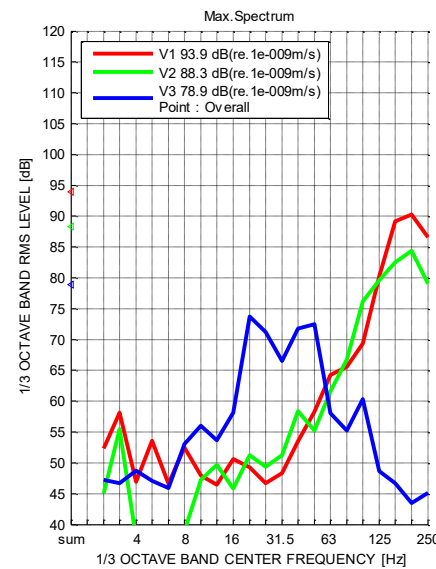
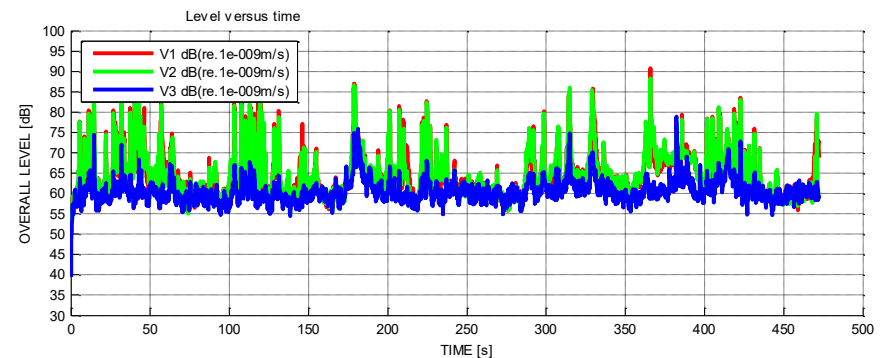
PROJECT: N5970

SECTION: S8

REC: SQD299\_REC02\_03.mat

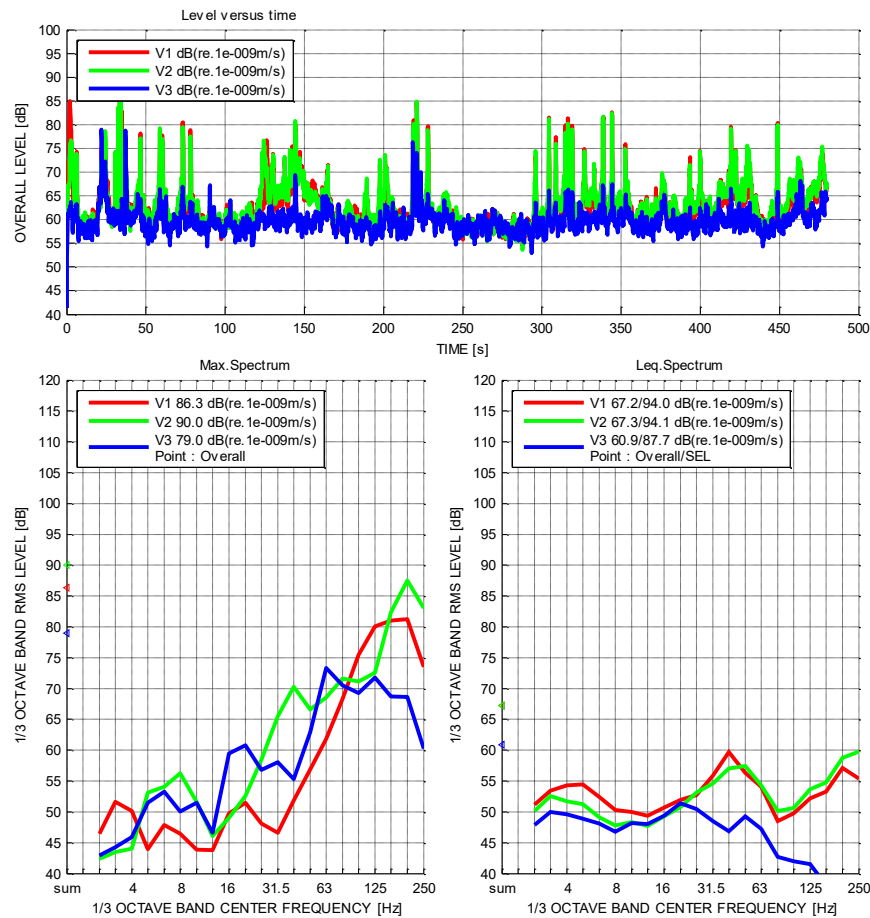
REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 21/01/2025 12:28:11

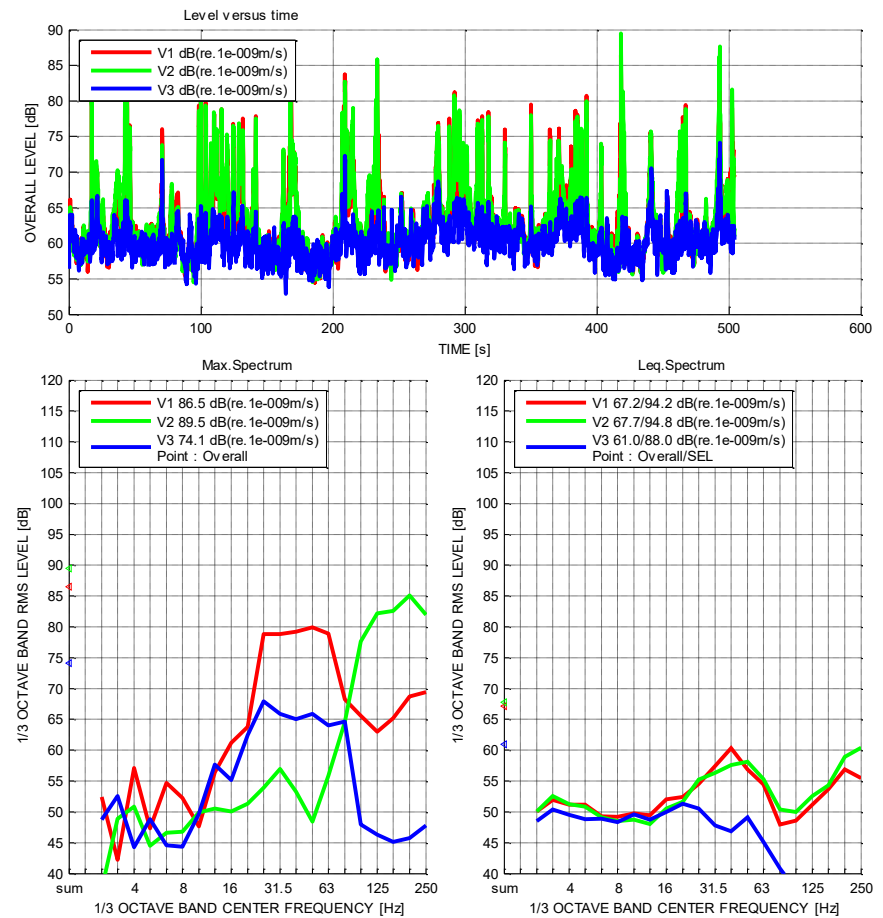




PROJECT: N5970 SECTION: S8  
 REC: SQD299\_REC03\_01.mat REMARQUE: Voitures, véhicules lourds  
 TIME: 21/01/2025 12:36:04



PROJECT: N5970 SECTION: S8  
 REC: SQD299\_REC03\_02.mat REMARQUE: Voitures, véhicules lourds  
 TIME: 21/01/2025 12:44:04



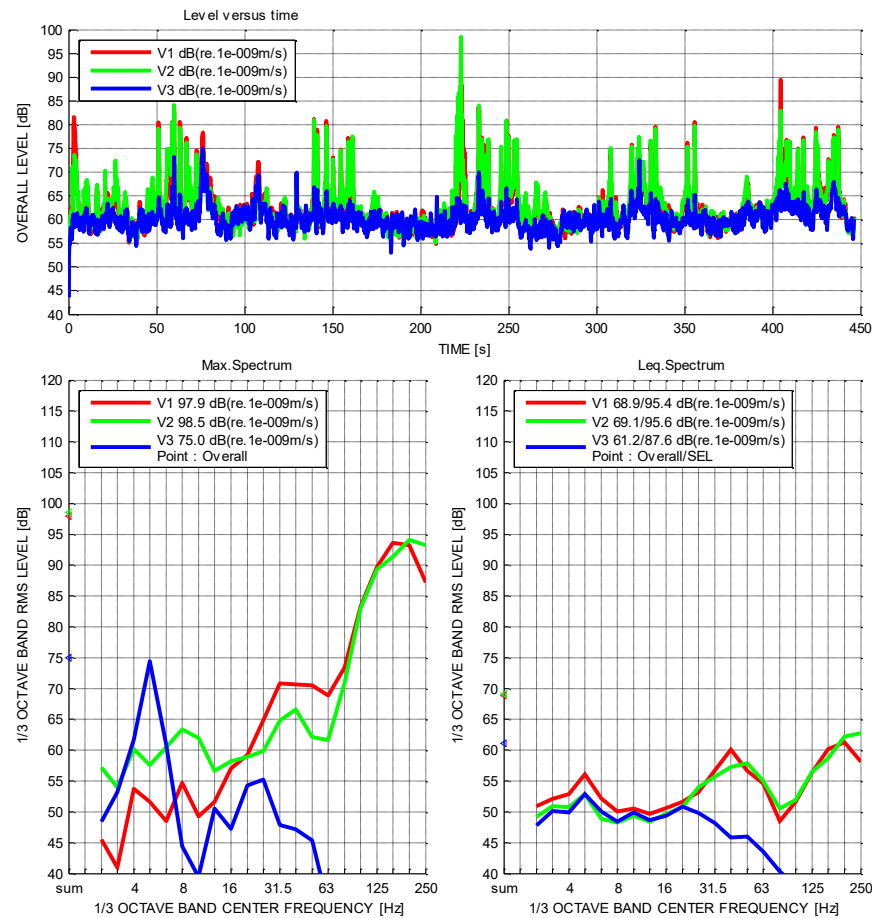
PROJECT: N5970

SECTION: S8

REC: SQD299\_REC04\_01.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 21/01/2025 12:52:31



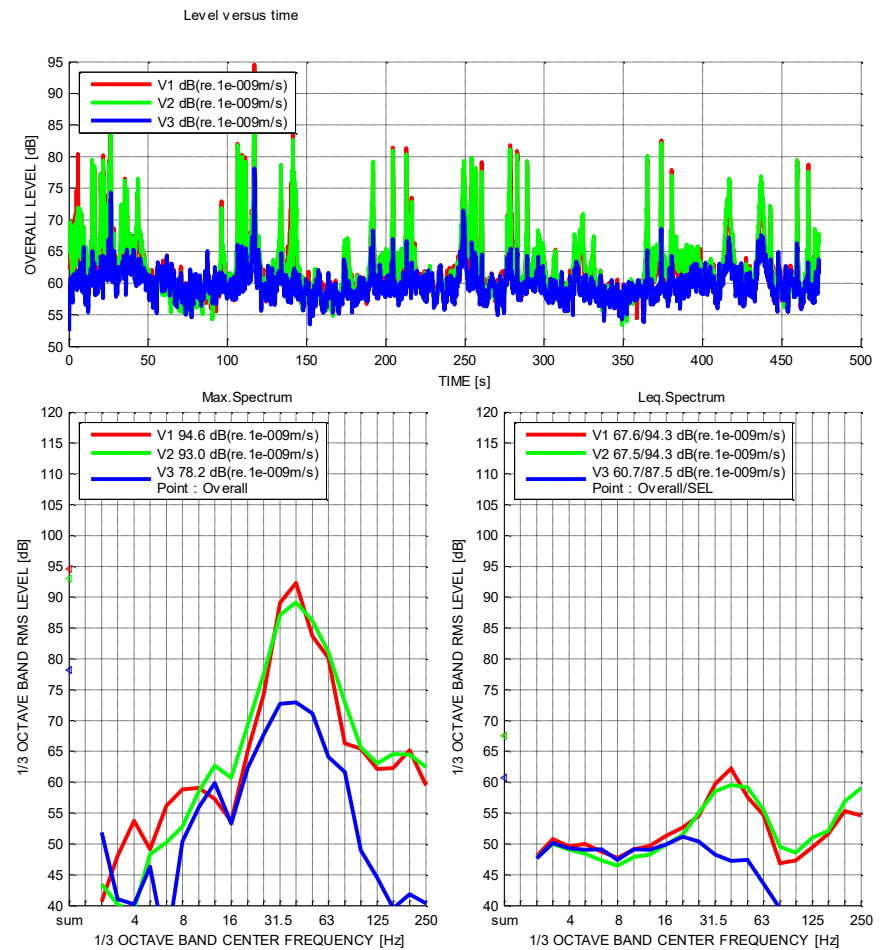
PROJECT: N5970

SECTION: S8

REC: SQD299\_REC04\_02.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 21/01/2025 13:00:35



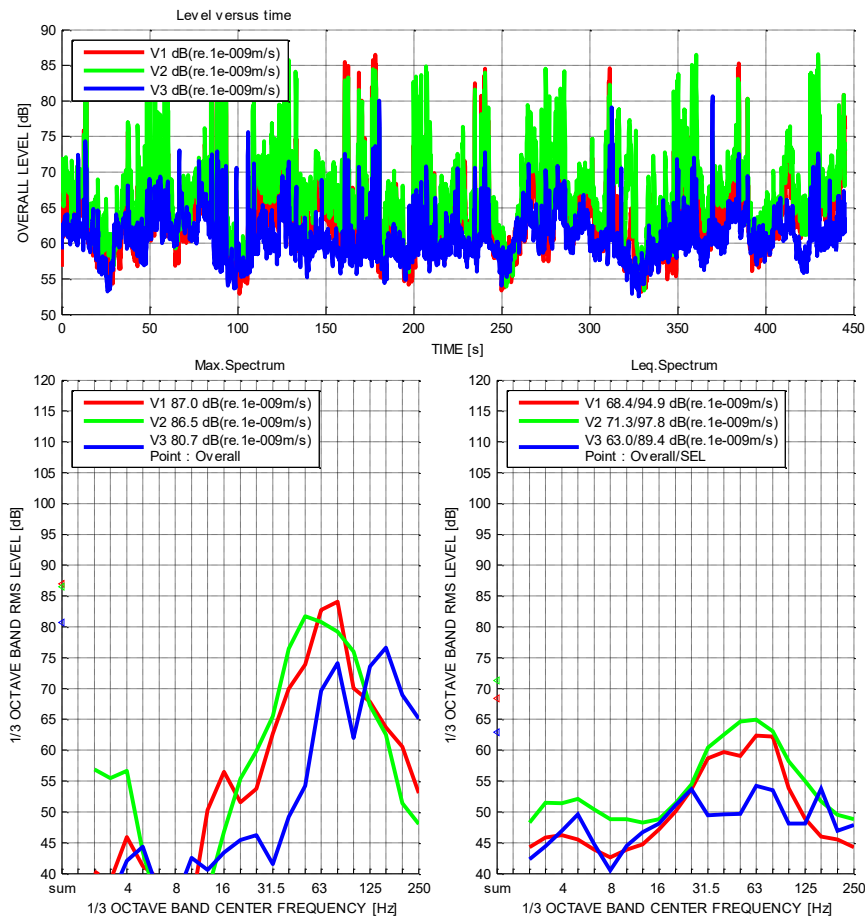
PROJECT: N5970

REC: REC010\_01.mat

TIME: 21/01/2025 12:22:08

SECTION: S9

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



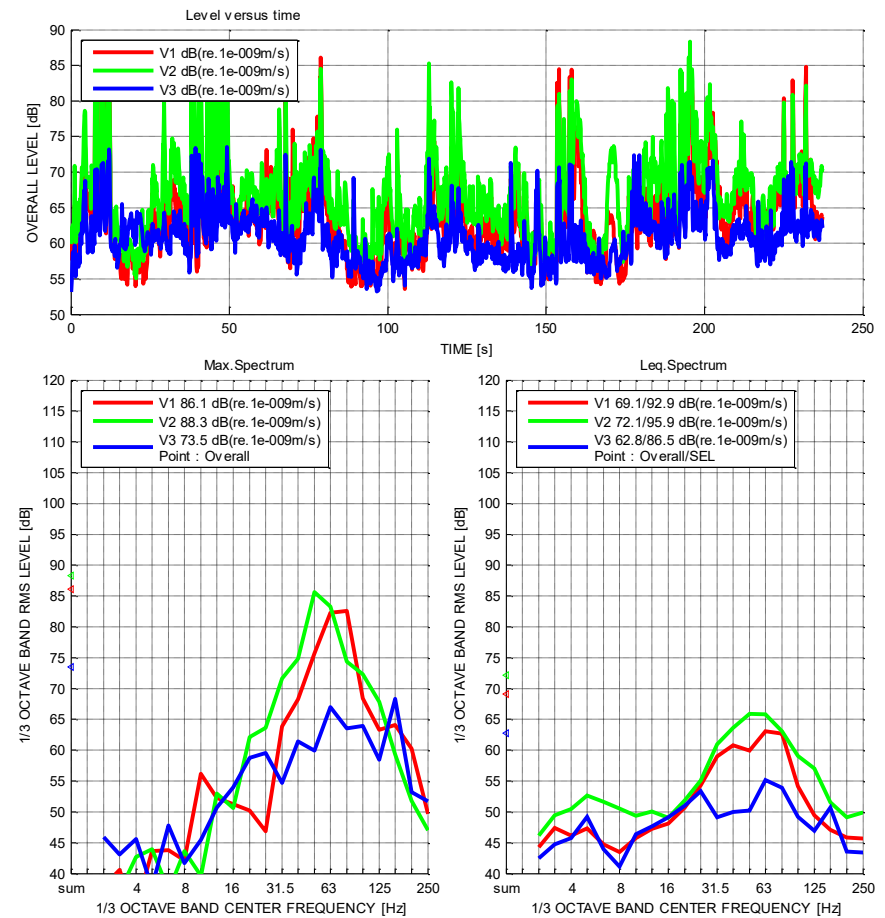
PROJECT: N5970

REC: REC010\_02.mat

TIME: 21/01/2025 12:29:48

SECTION: S9

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



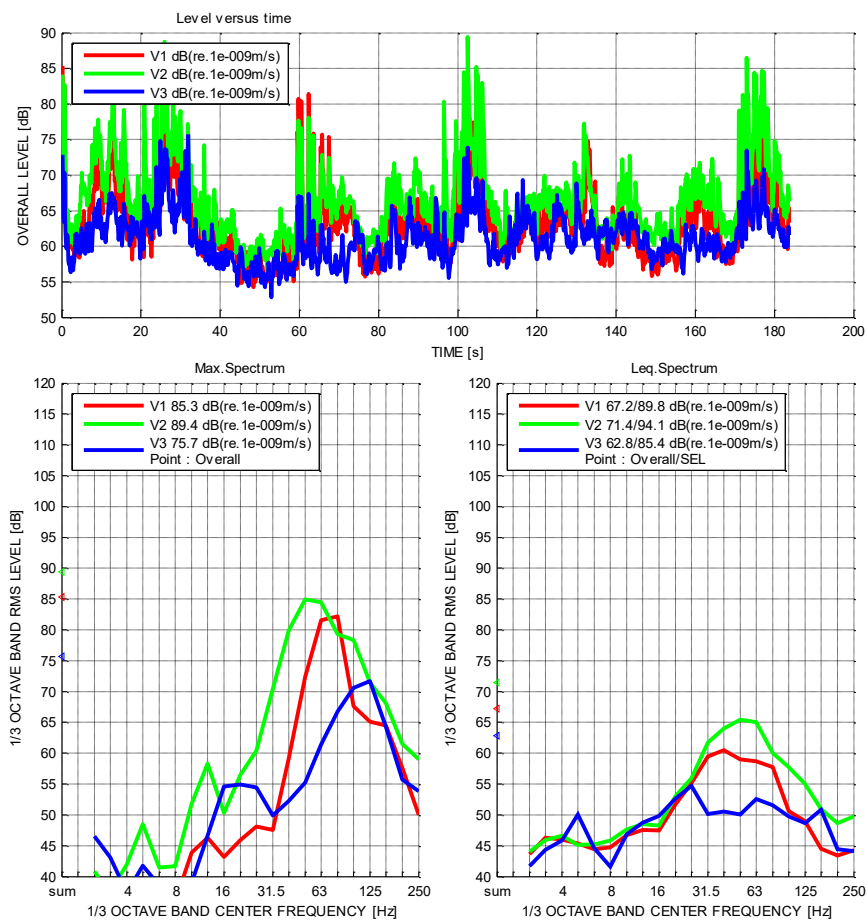
PROJECT: N5970

REC: REC011\_01.mat

TIME: 21/01/2025 12:35:06

SECTION: S9

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



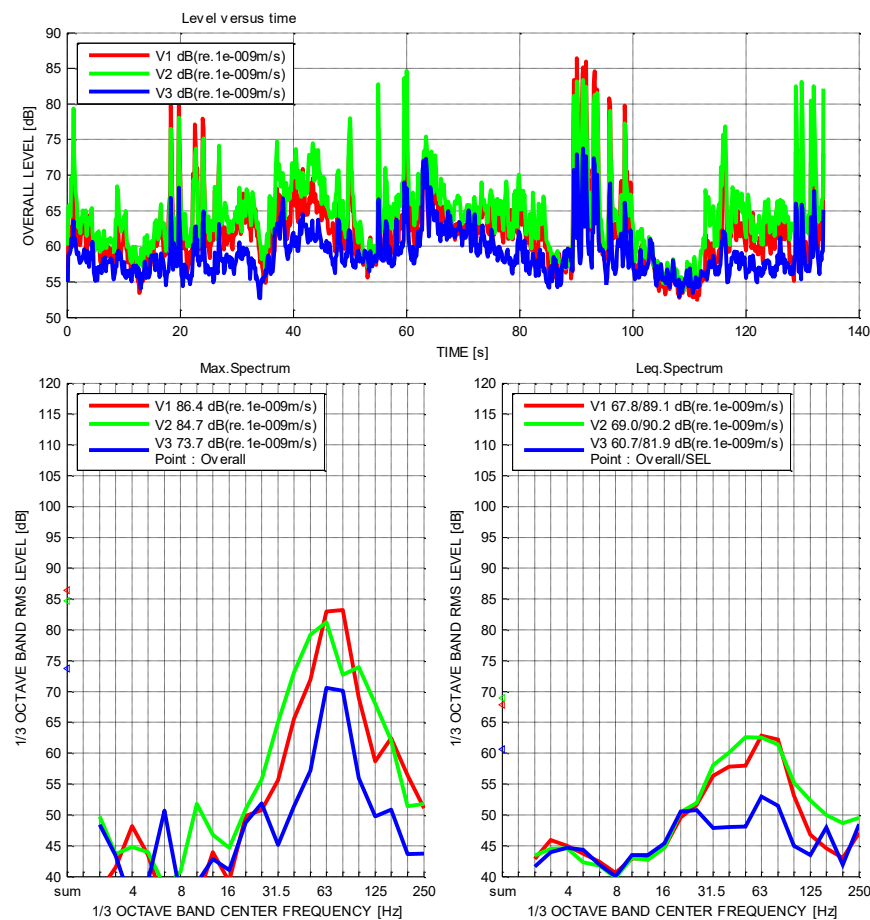
PROJECT: N5970

REC: REC011\_02.mat

TIME: 21/01/2025 12:38:18

SECTION: S9

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





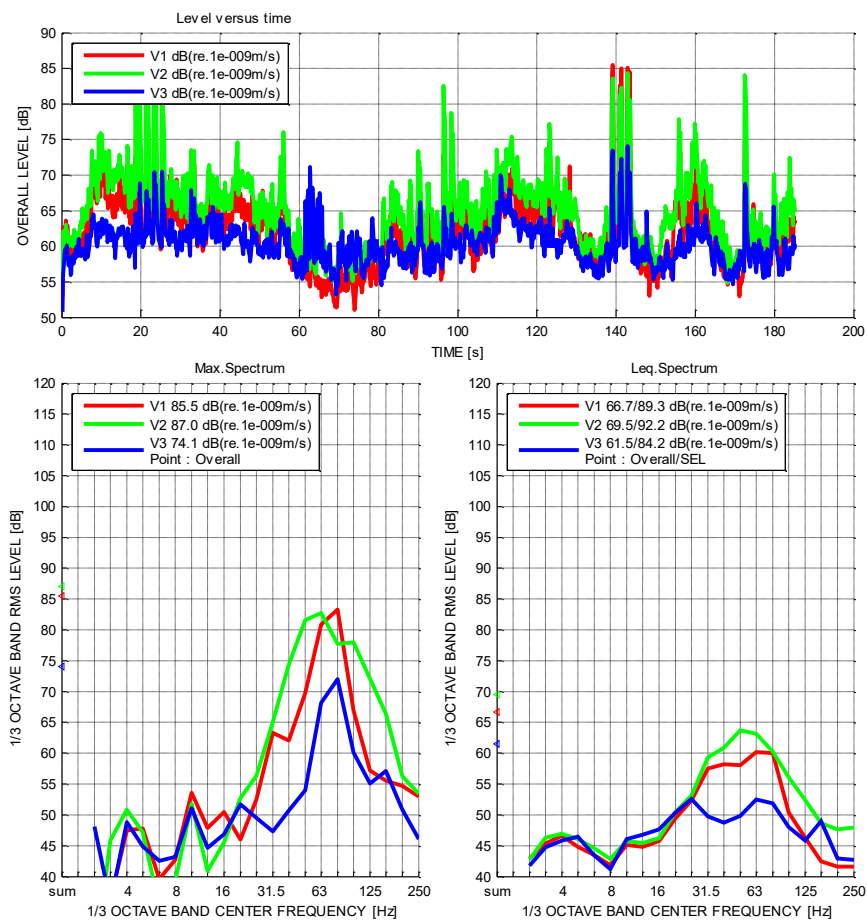
PROJECT: N5970

REC: REC011\_03.mat

TIME: 21/01/2025 12:41:23

SECTION: S9

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



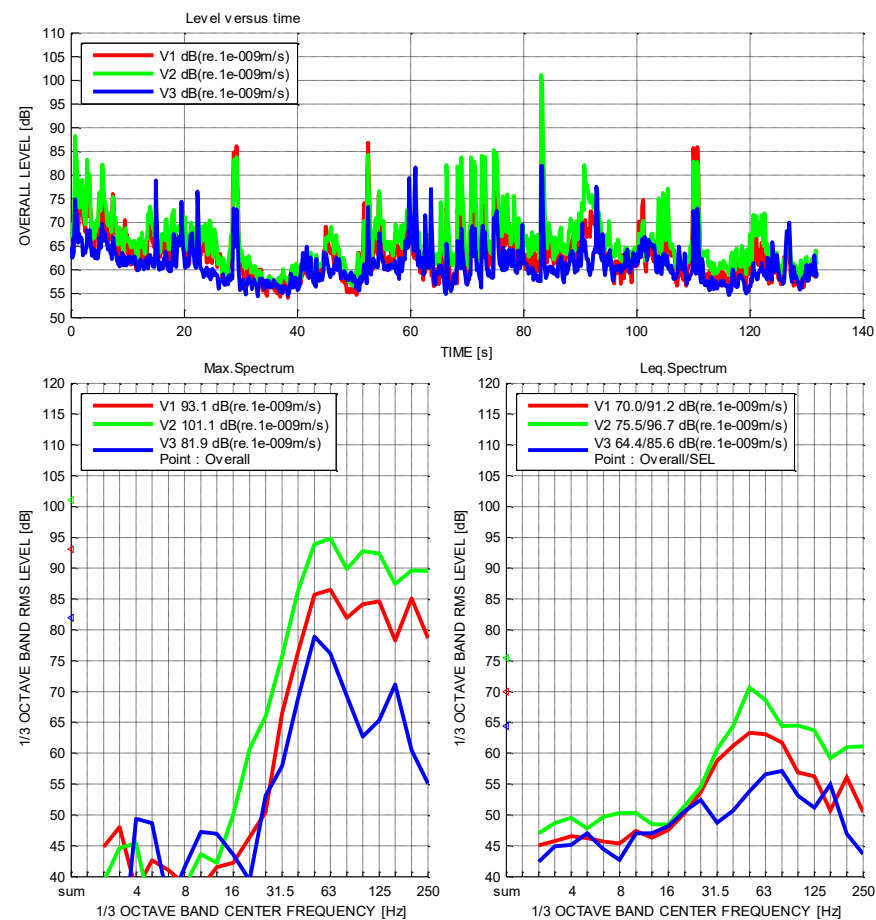
PROJECT: N5970

REC: REC012\_01.mat

TIME: 21/01/2025 12:49:19

SECTION: S9

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



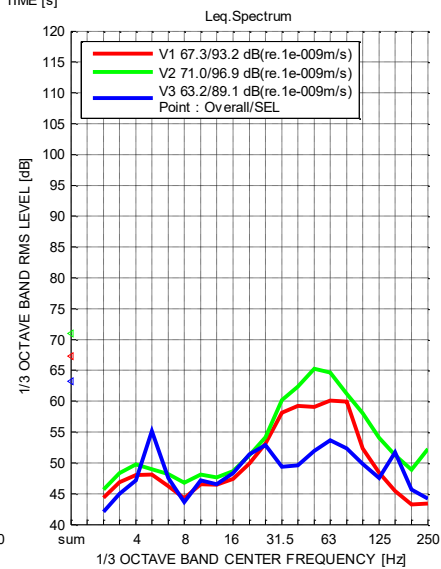
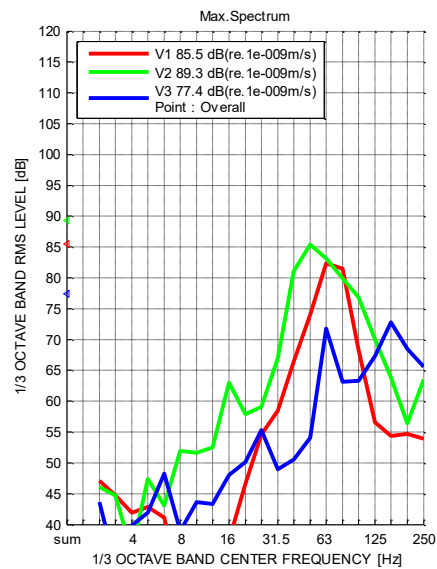
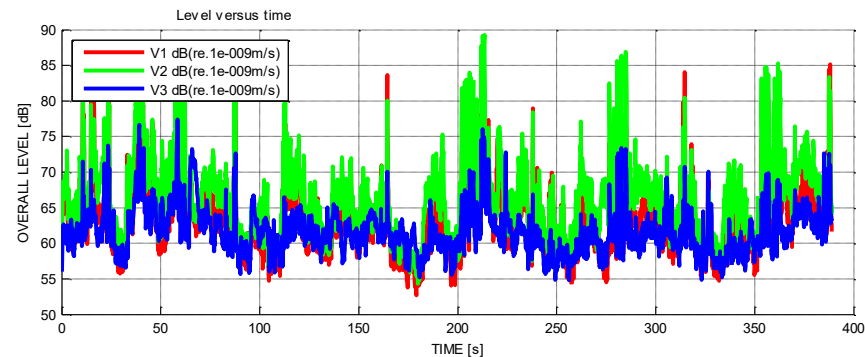
PROJECT: N5970

REC: REC012\_02.mat

TIME: 21/01/2025 12:52:07

SECTION: S9

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



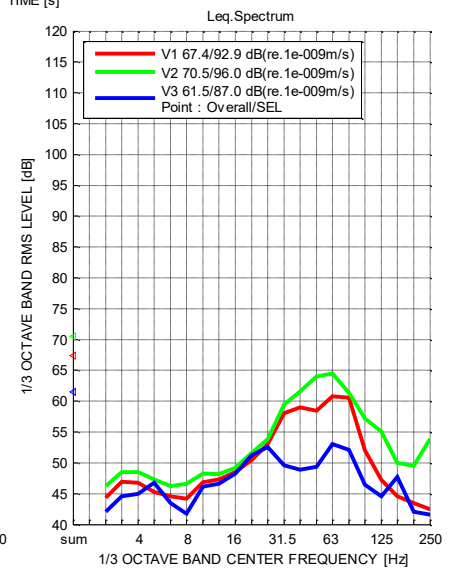
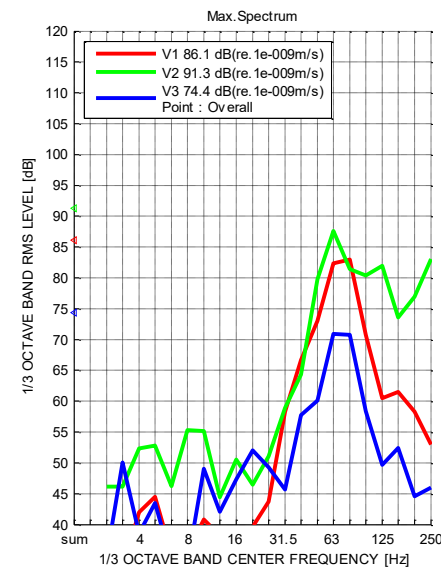
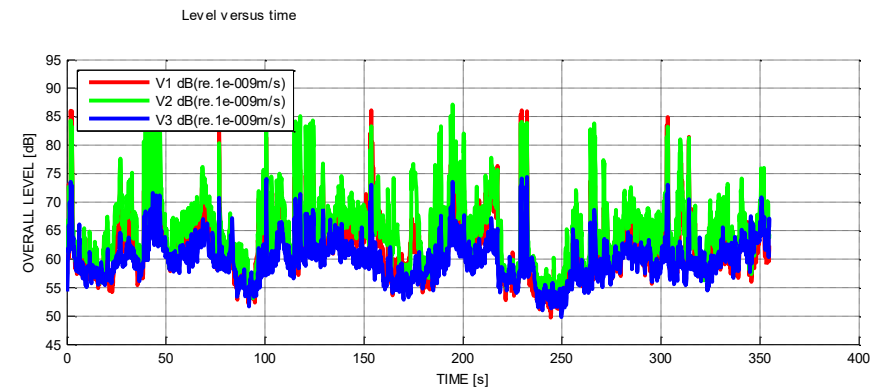
PROJECT: N5970

REC: REC012\_03.mat

TIME: 21/01/2025 12:58:32

SECTION: S9

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



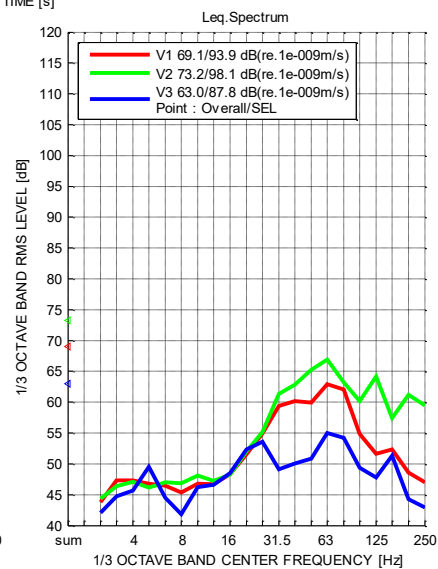
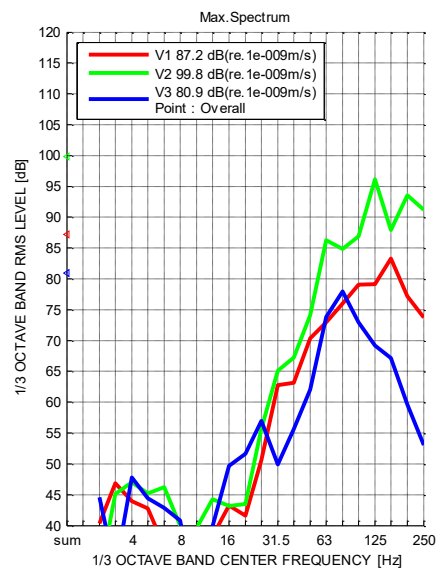
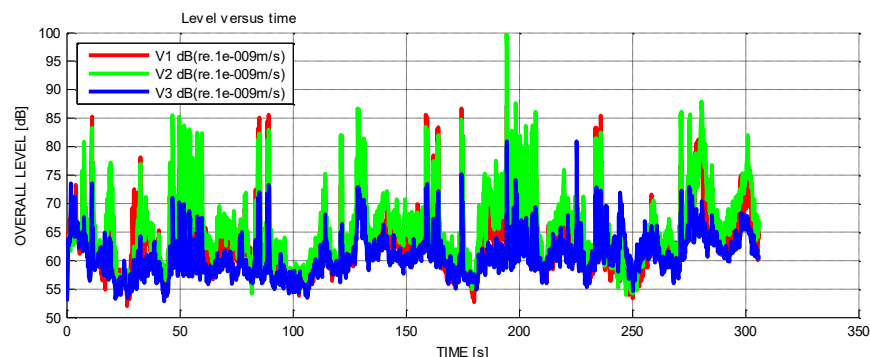
PROJECT: N5970

REC: REC013\_01.mat

TIME: 21/01/2025 13:04:40

SECTION: S9

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



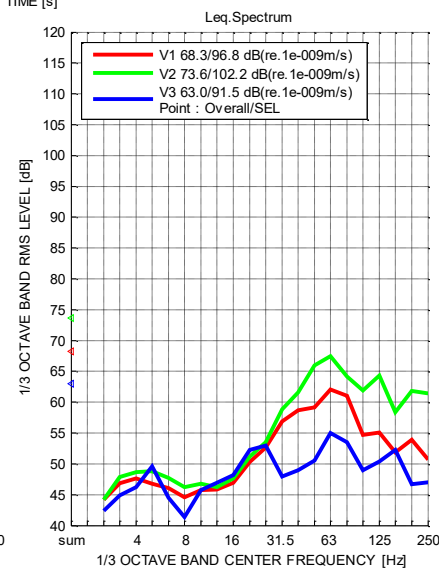
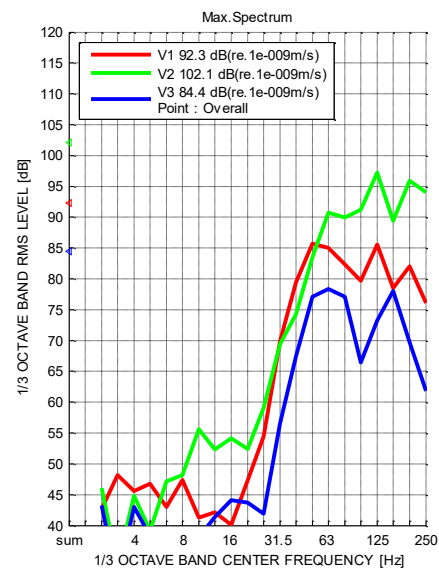
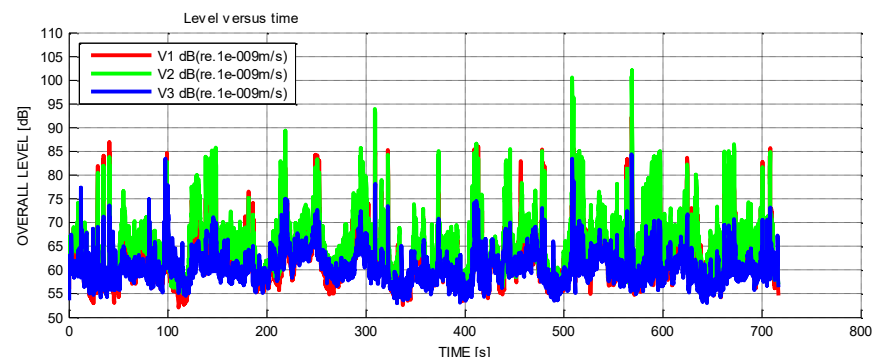
PROJECT: N5970

REC: REC013\_02.mat

TIME: 21/01/2025 13:13:10

SECTION: S9

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



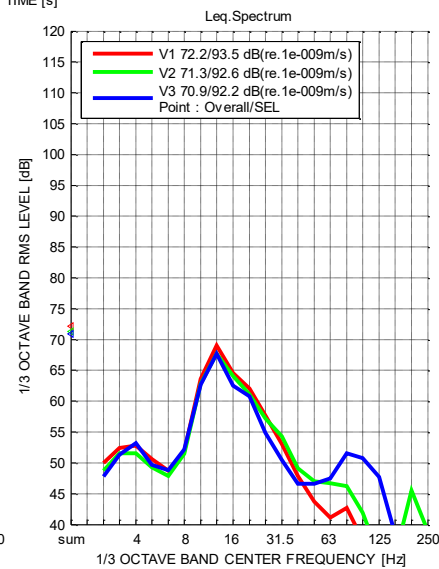
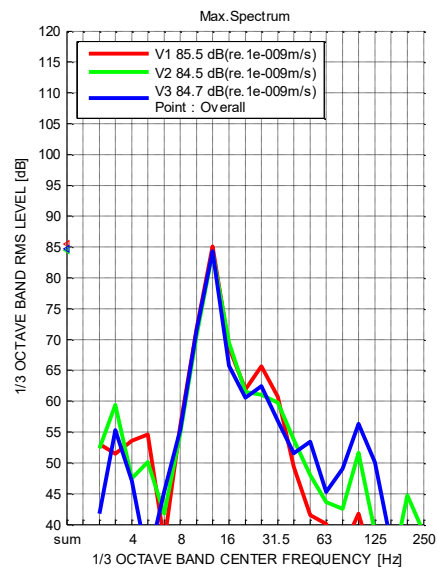
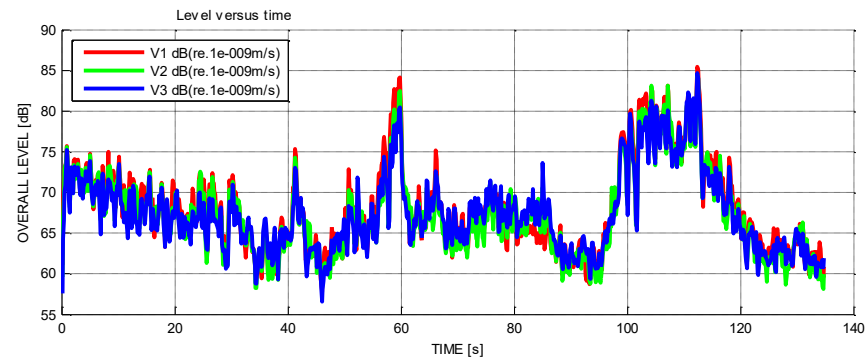
PROJECT: N5970

REC: SQD299\_REC01.dat

TIME: 20/01/2025 15:11:04

SECTION: S10

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



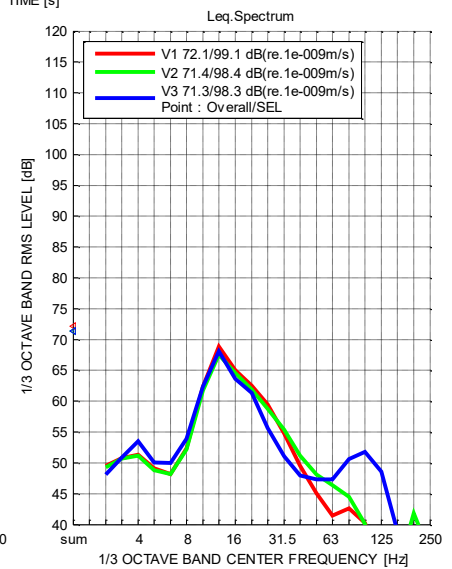
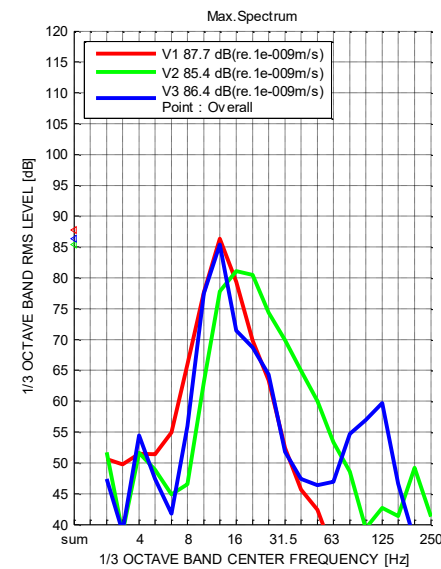
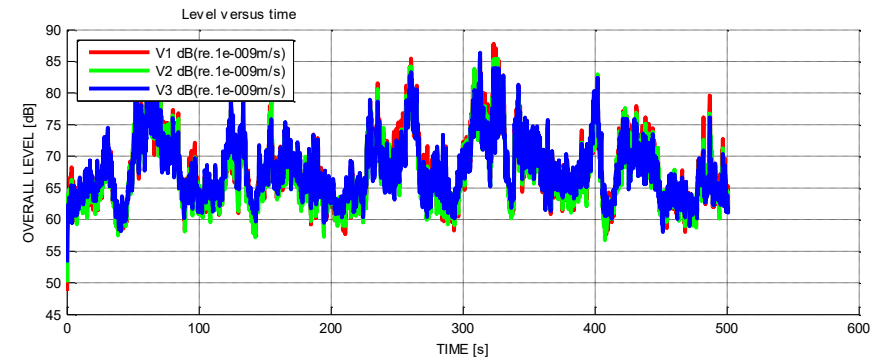
PROJECT: N5970

REC: SQD299\_REC02\_01.mat

TIME: 20/01/2025 15:16:06

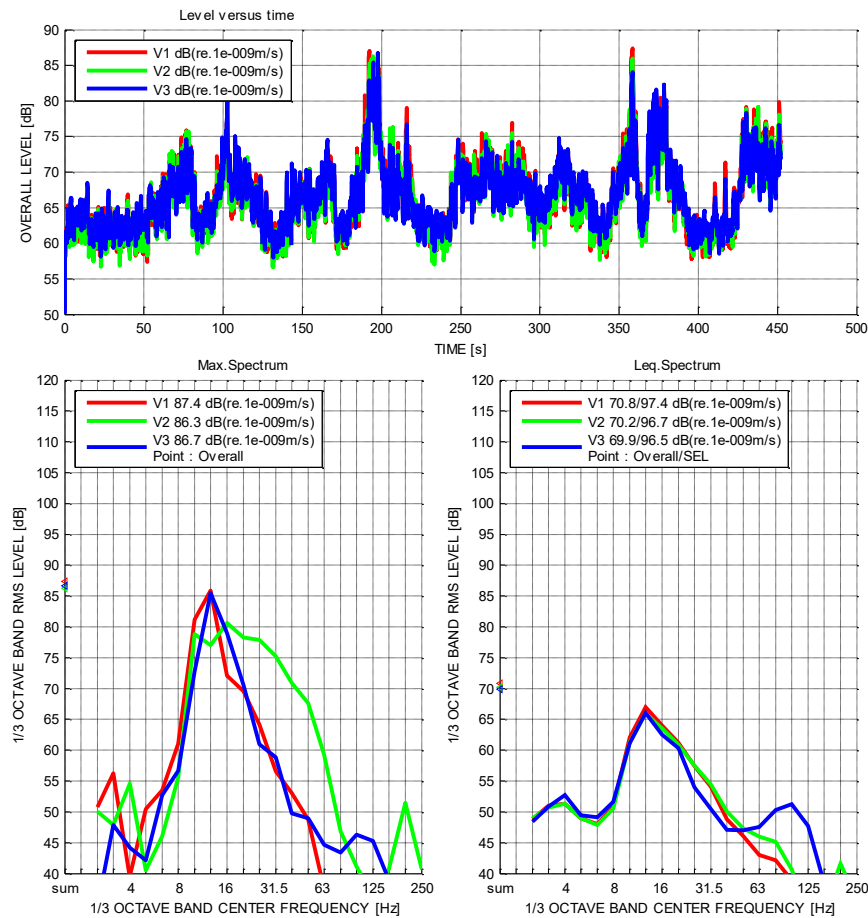
SECTION: S10

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

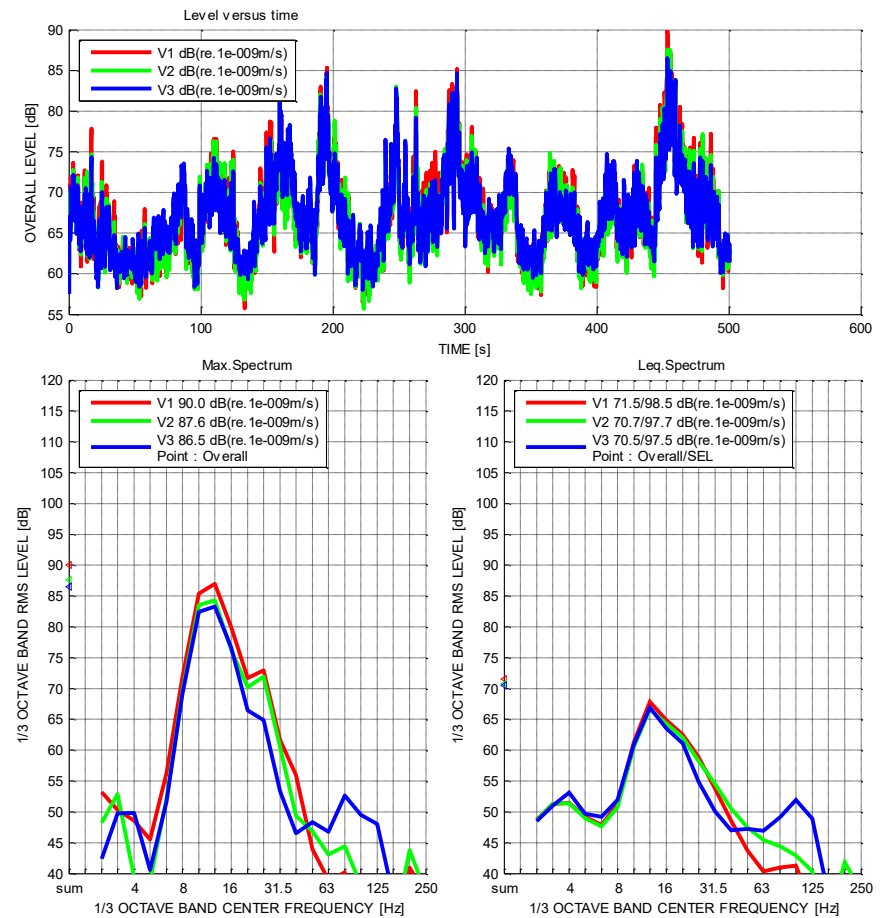




PROJECT: N5970 SECTION: S10  
 REC: SQD299\_REC02\_02.mat REMARQUE: Voitures, véhicules lourds  
 TIME: 20/01/2025 15:24:27



PROJECT: N5970 SECTION: S10  
 REC: SQD299\_REC03\_01.mat REMARQUE: Voitures, véhicules lourds  
 TIME: 20/01/2025 15:32:02



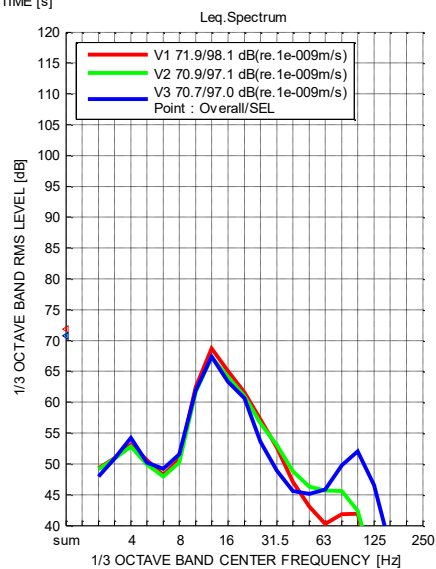
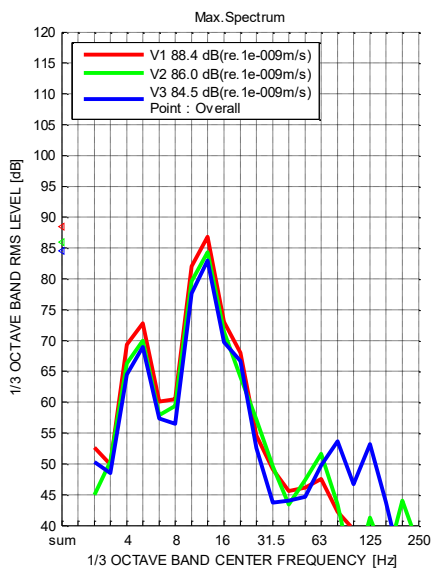
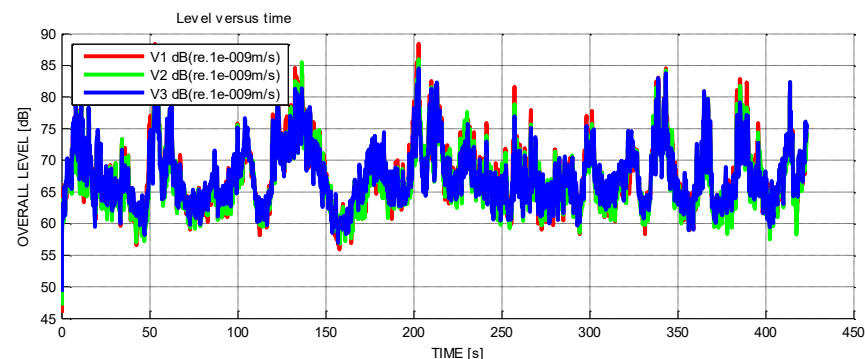
PROJECT: N5970

SECTION: S10

REC: SQD299\_REC03\_02.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 20/01/2025 15:40:22



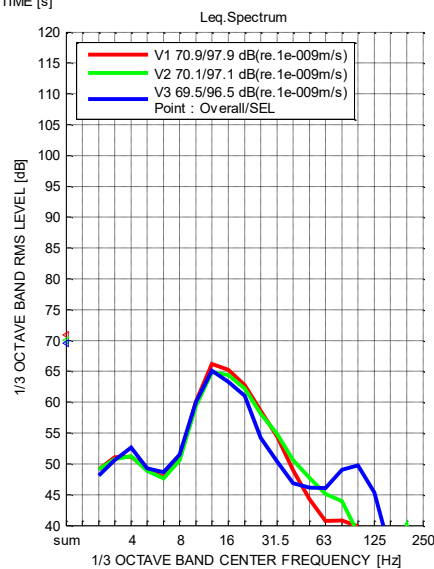
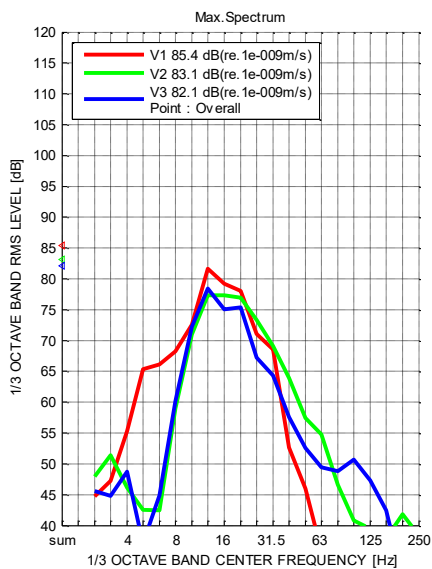
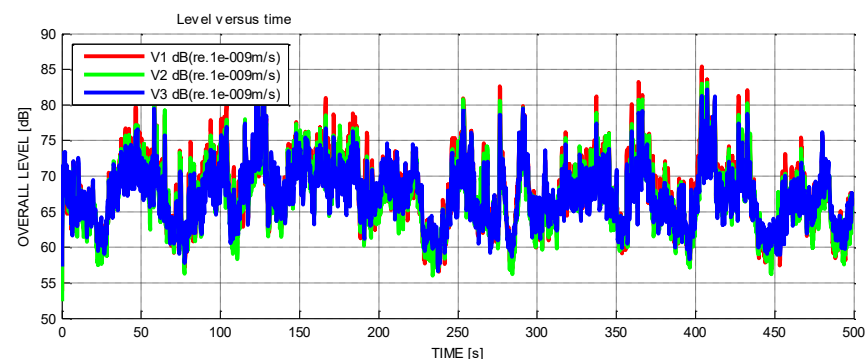
PROJECT: N5970

SECTION: S10

REC: SQD299\_REC04\_01.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 20/01/2025 15:47:28



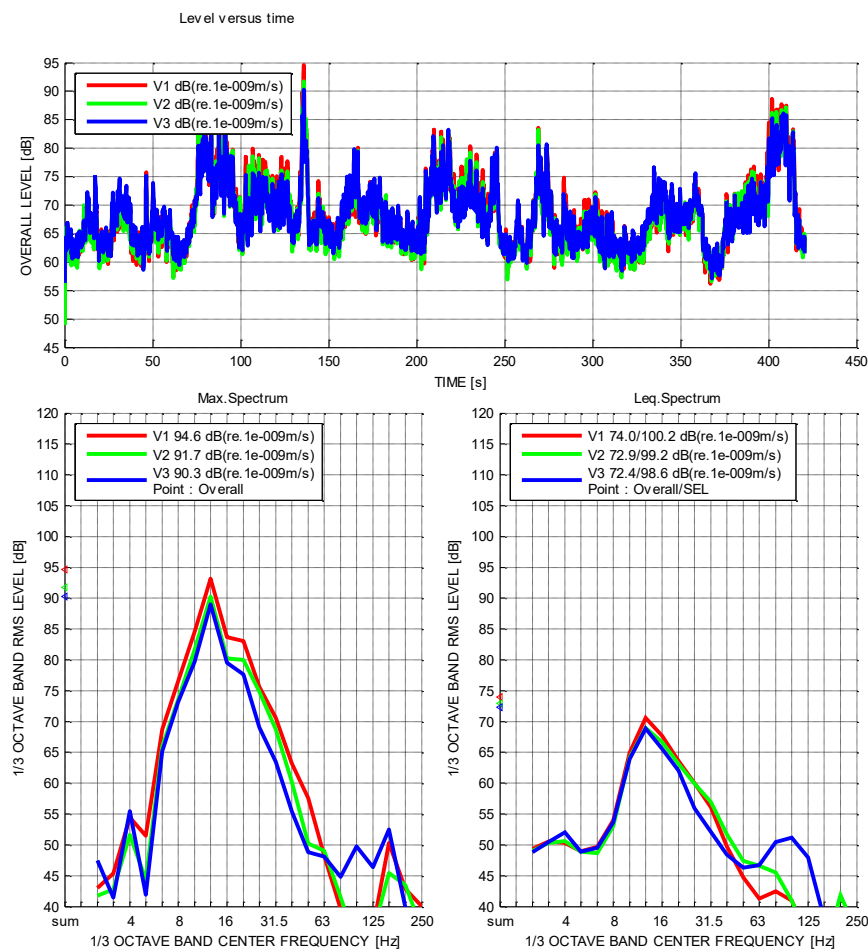
PROJECT: N5970

SECTION: S10

REC: SQD299\_REC04\_02.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 20/01/2025 15:55:48



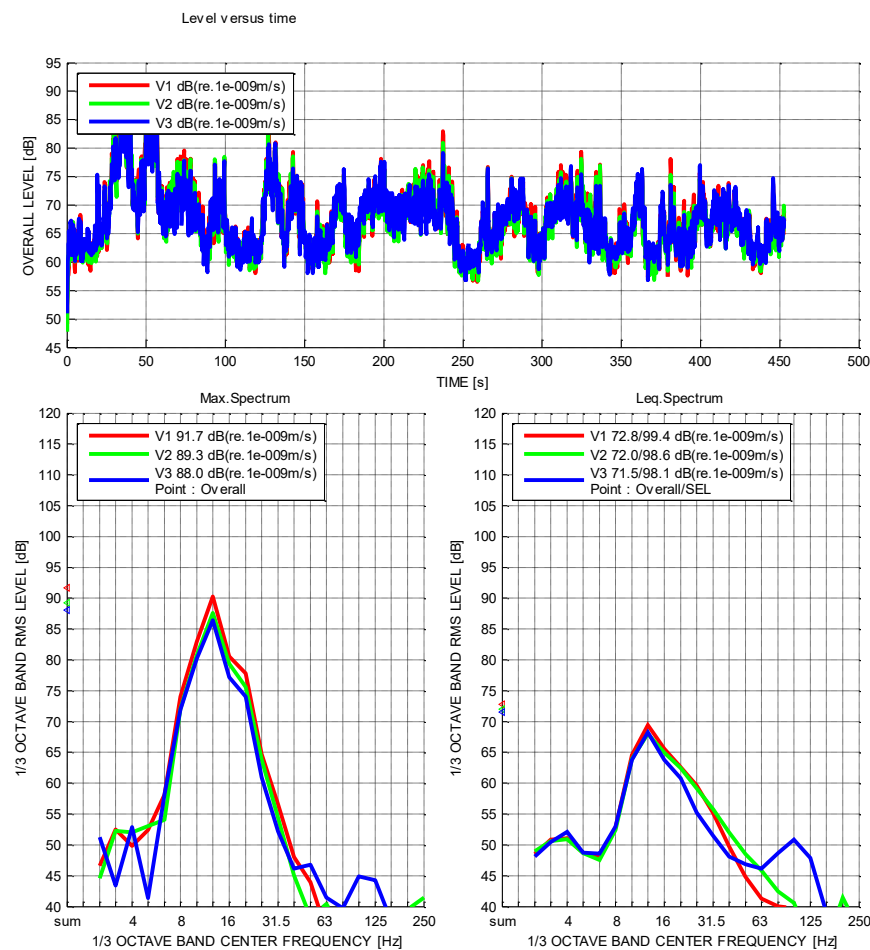
PROJECT: N5970

SECTION: S10

REC: SQD299\_REC05.dat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 20/01/2025 16:02:51



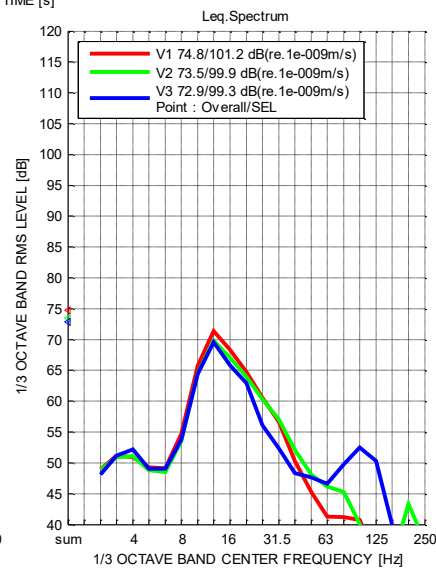
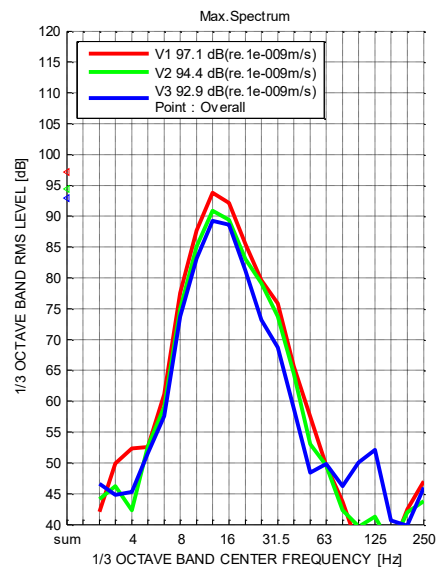
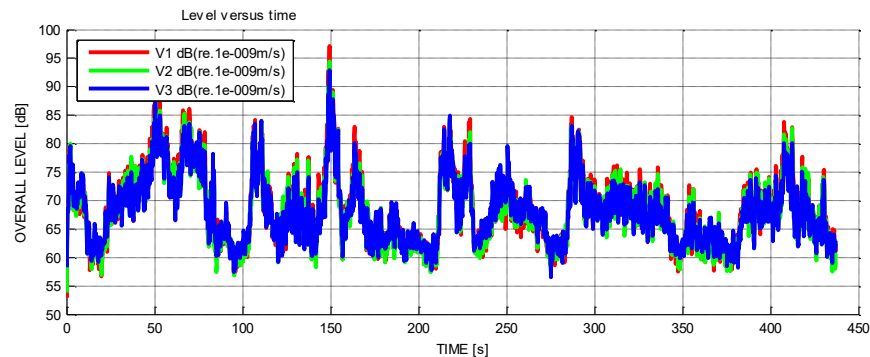
PROJECT: N5970

REC: SQD299\_REC06.dat

TIME: 20/01/2025 16:10:30

SECTION: S10

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



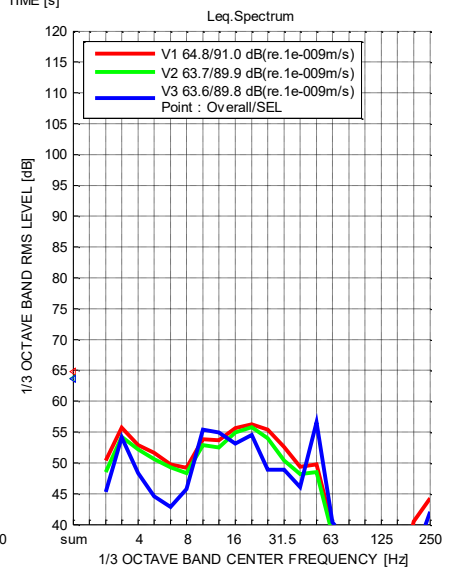
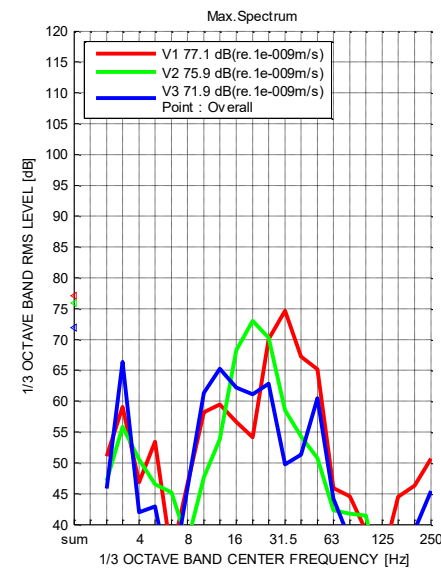
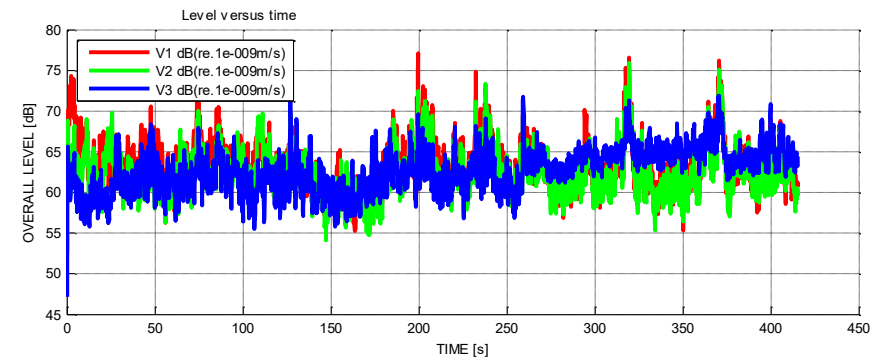
PROJECT: N5970

REC: REC001\_01.mat

TIME: 20/01/2025 15:12:29

SECTION: S11

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





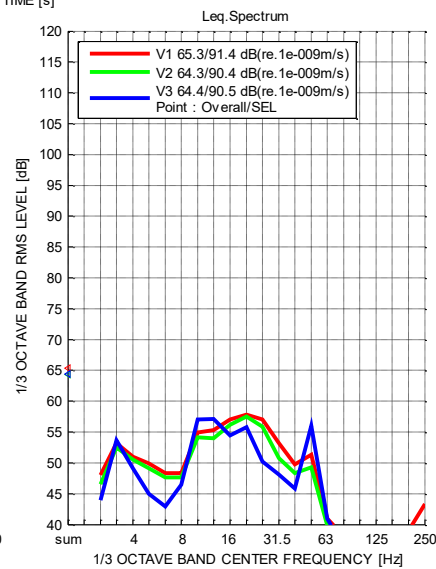
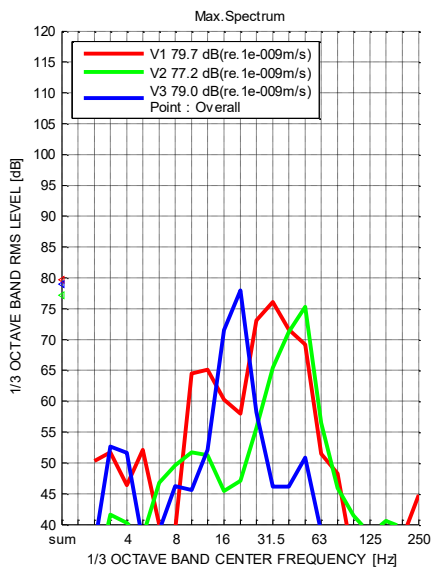
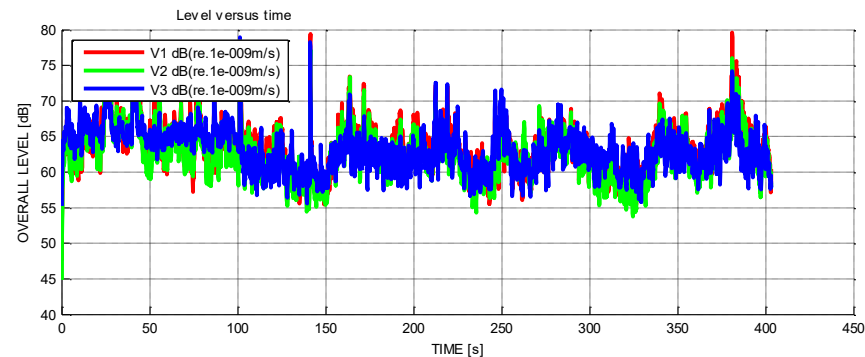
PROJECT: N5970

REC: REC001\_02.mat

TIME: 20/01/2025 15:19:59

SECTION: S11

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



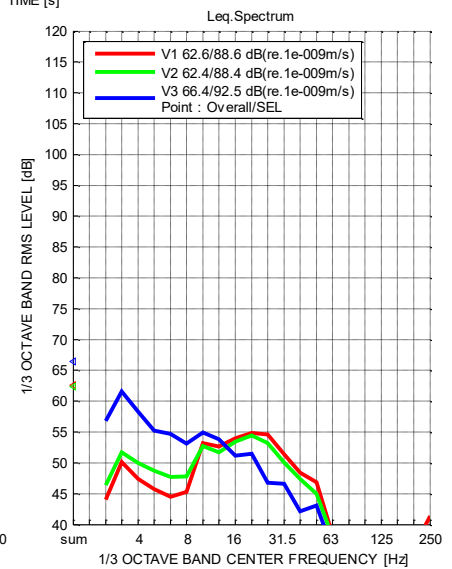
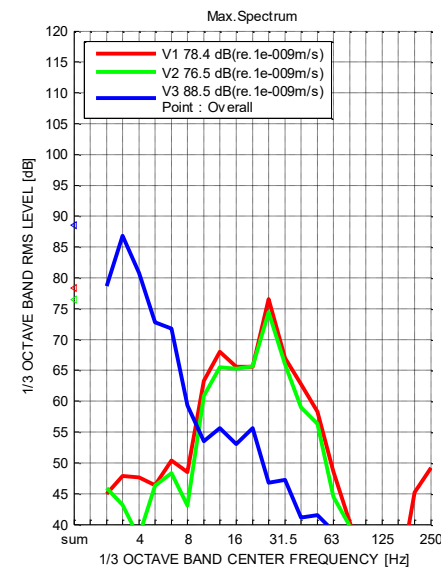
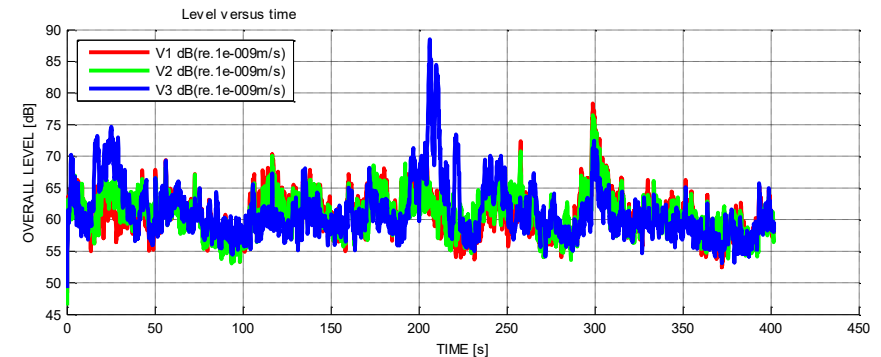
PROJECT: N5970

REC: REC002\_01.mat

TIME: 20/01/2025 15:29:41

SECTION: S11

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



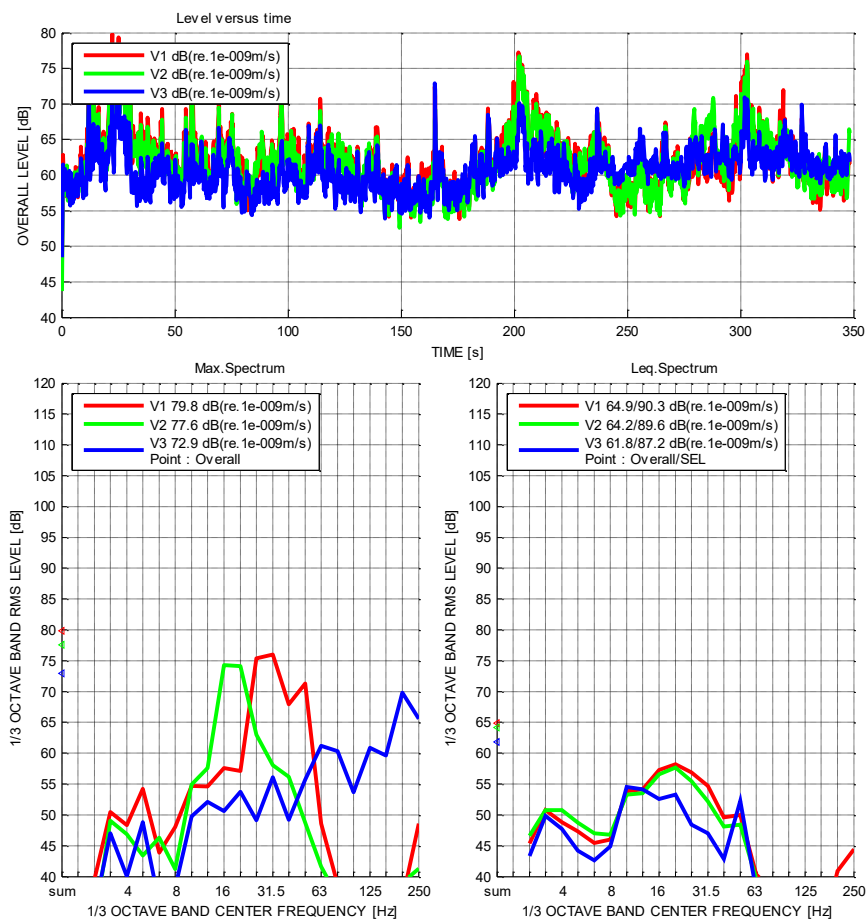
PROJECT: N5970

REC: REC002\_02.mat

TIME: 20/01/2025 15:36:19

SECTION: S11

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



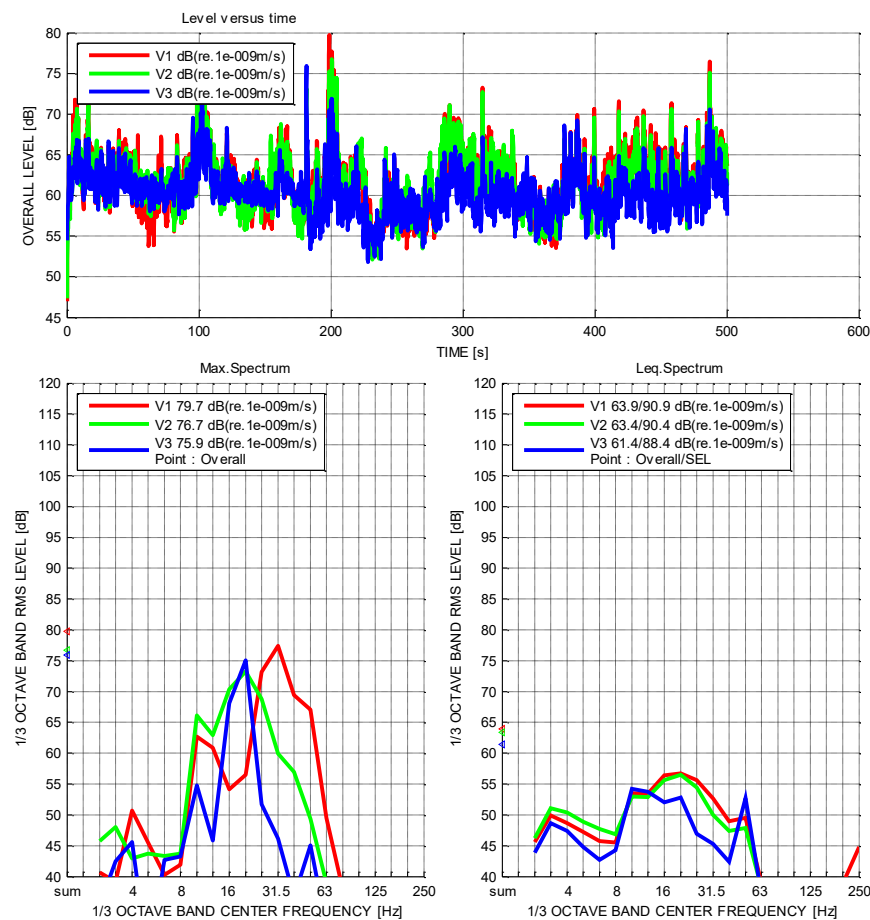
PROJECT: N5970

REC: REC003\_01.mat

TIME: 20/01/2025 15:42:09

SECTION: S11

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



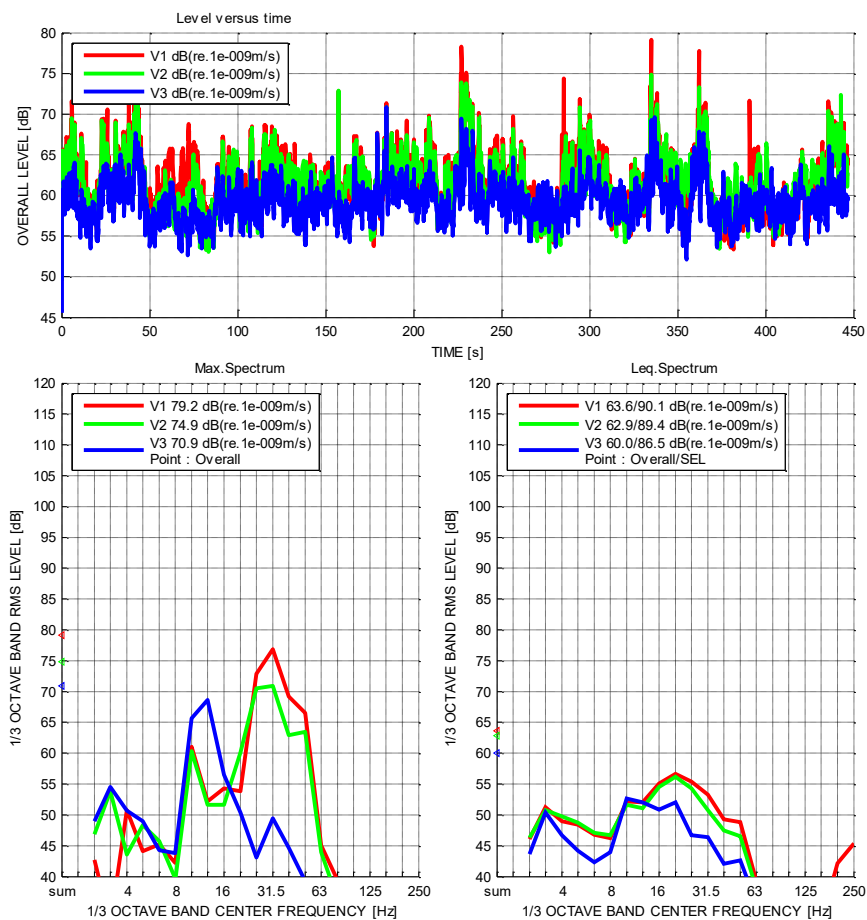
PROJECT: N5970

REC: REC003\_02.mat

TIME: 20/01/2025 15:50:27

SECTION: S11

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



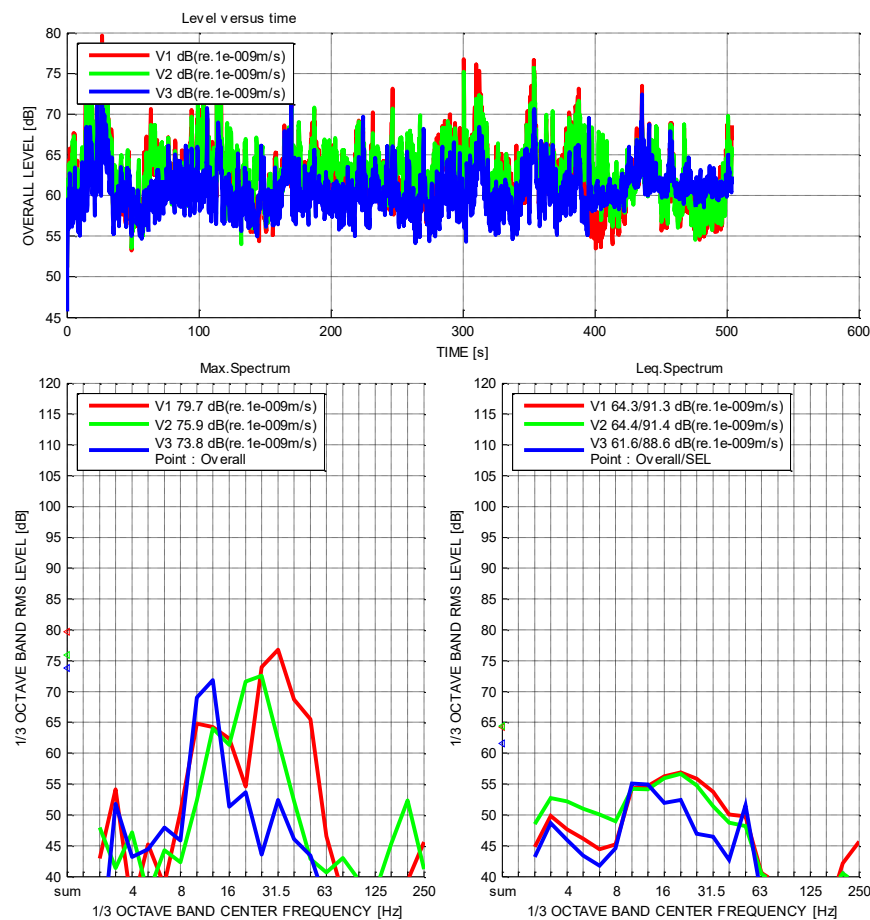
PROJECT: N5970

REC: REC004\_01.mat

TIME: 20/01/2025 15:57:55

SECTION: S11

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



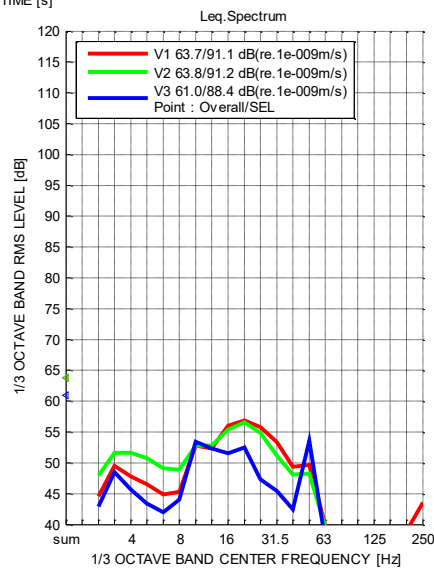
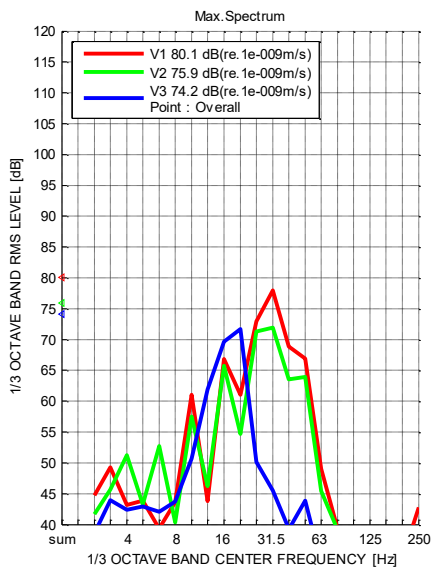
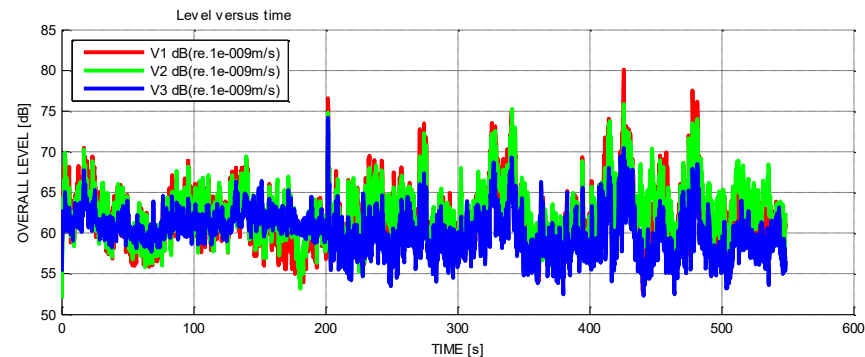
PROJECT: N5970

REC: REC004\_02.mat

TIME: 20/01/2025 16:06:13

SECTION: S11

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



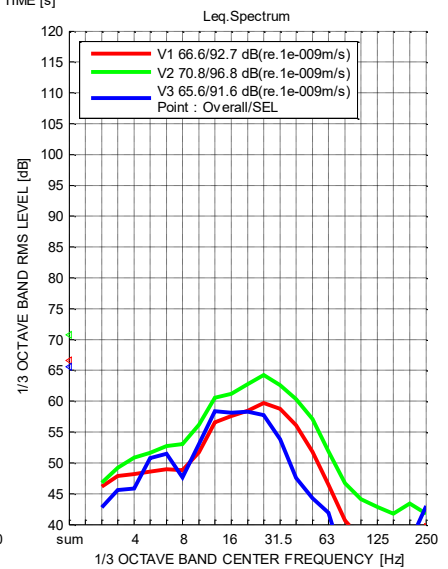
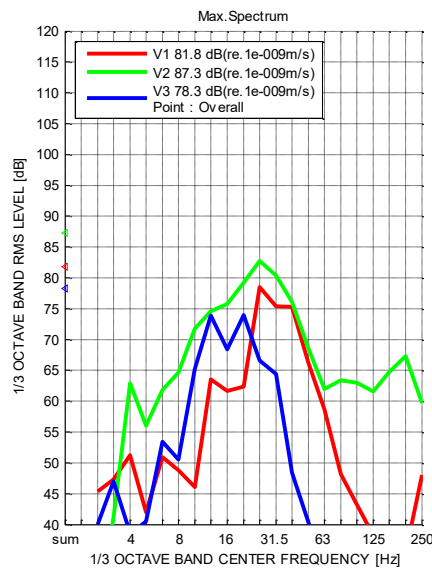
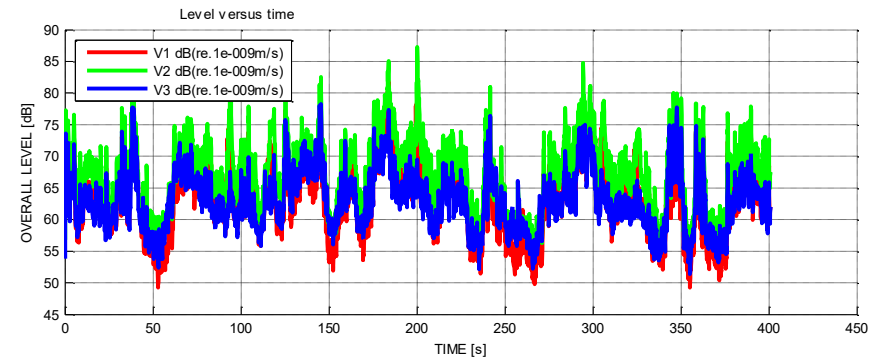
PROJECT: N5970

REC: REC007\_01.mat

TIME: 21/01/2025 12:10:16

SECTION: S12

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





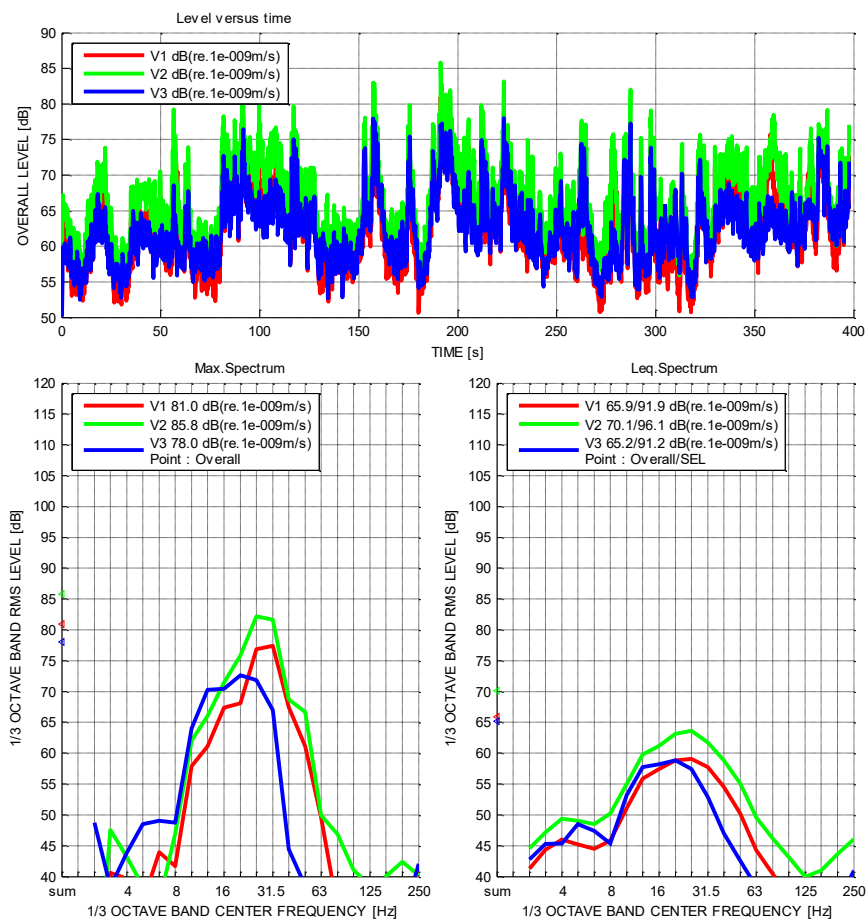
PROJECT: N5970

REC: REC007\_02.mat

TIME: 21/01/2025 12:16:59

SECTION: S12

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



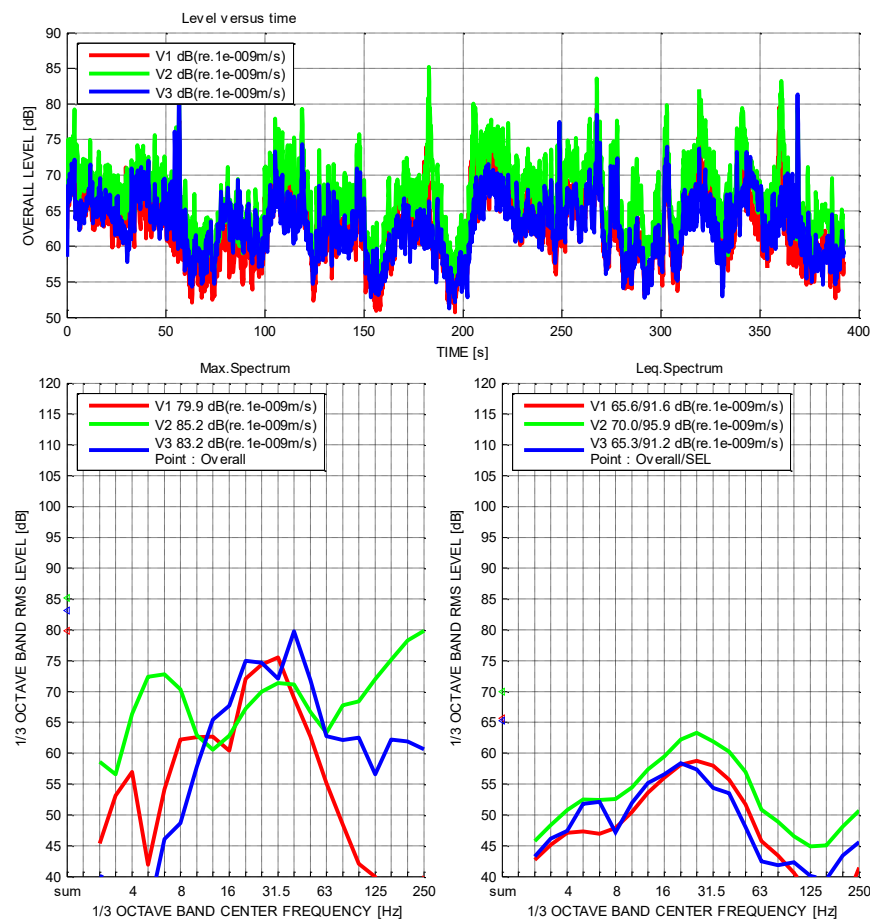
PROJECT: N5970

REC: REC007\_03.mat

TIME: 21/01/2025 12:23:36

SECTION: S12

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



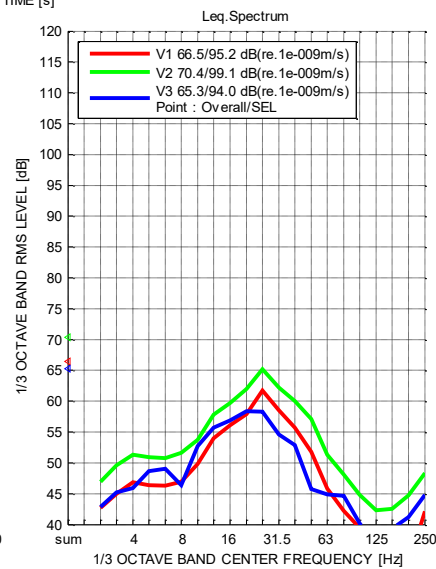
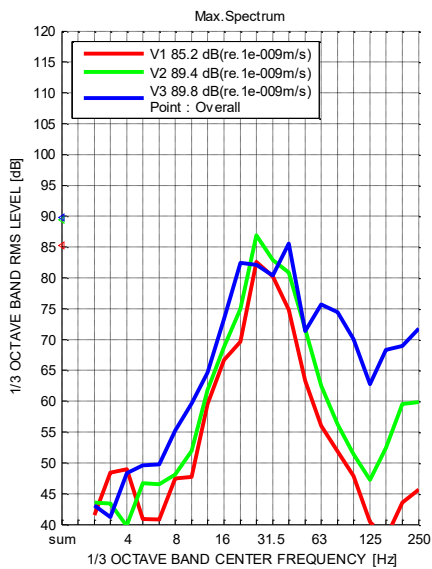
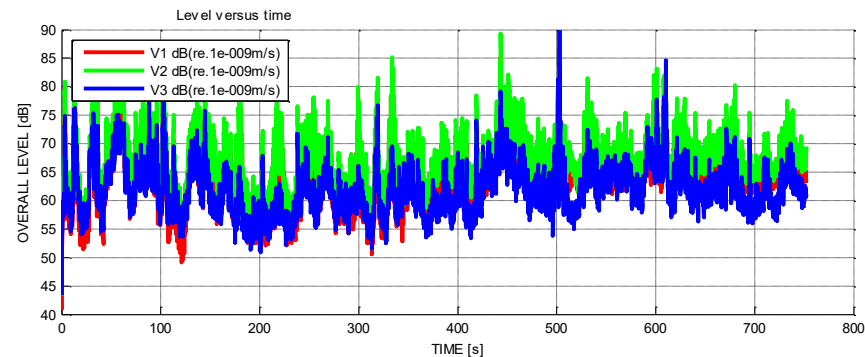
PROJECT: N5970

REC: REC008\_01.mat

TIME: 21/01/2025 12:30:10

SECTION: S12

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



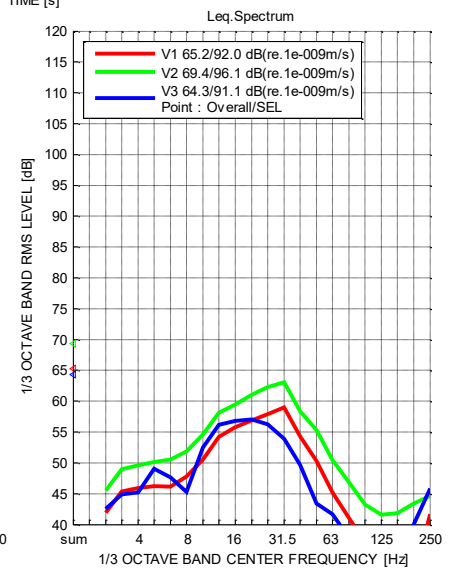
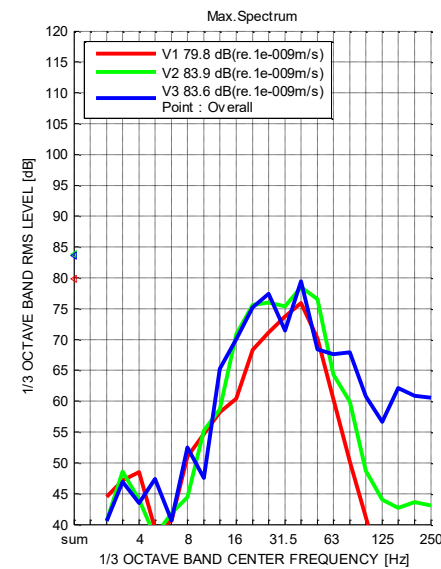
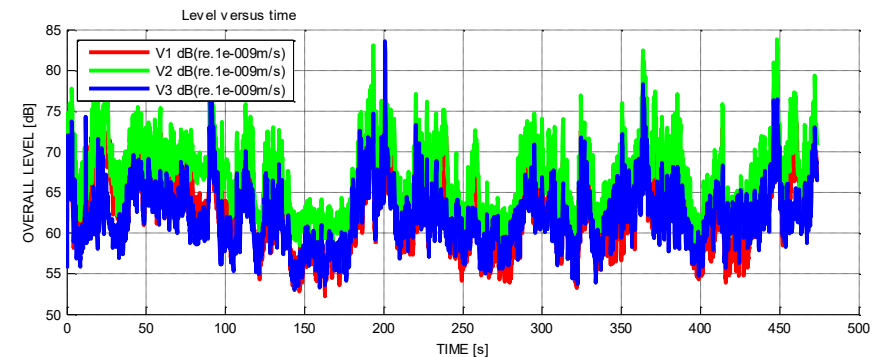
PROJECT: N5970

REC: REC008\_02.mat

TIME: 21/01/2025 12:43:13

SECTION: S12

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



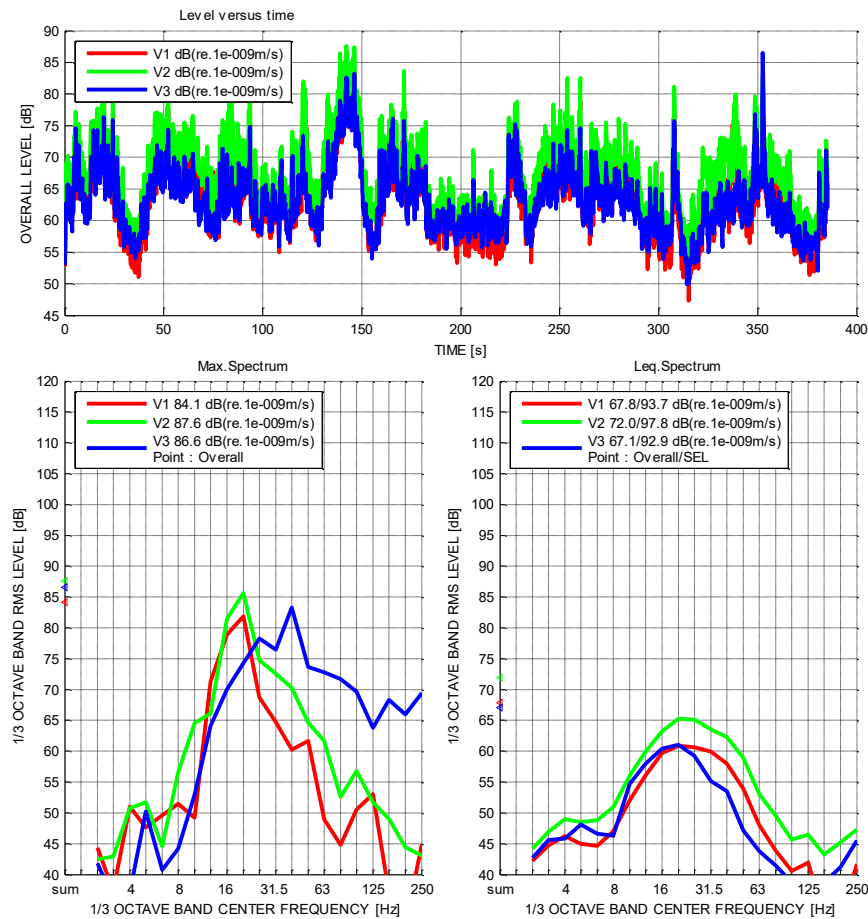
PROJECT: N5970

REC: REC009\_02.mat

TIME: 21/01/2025 12:57:47

SECTION: S12

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



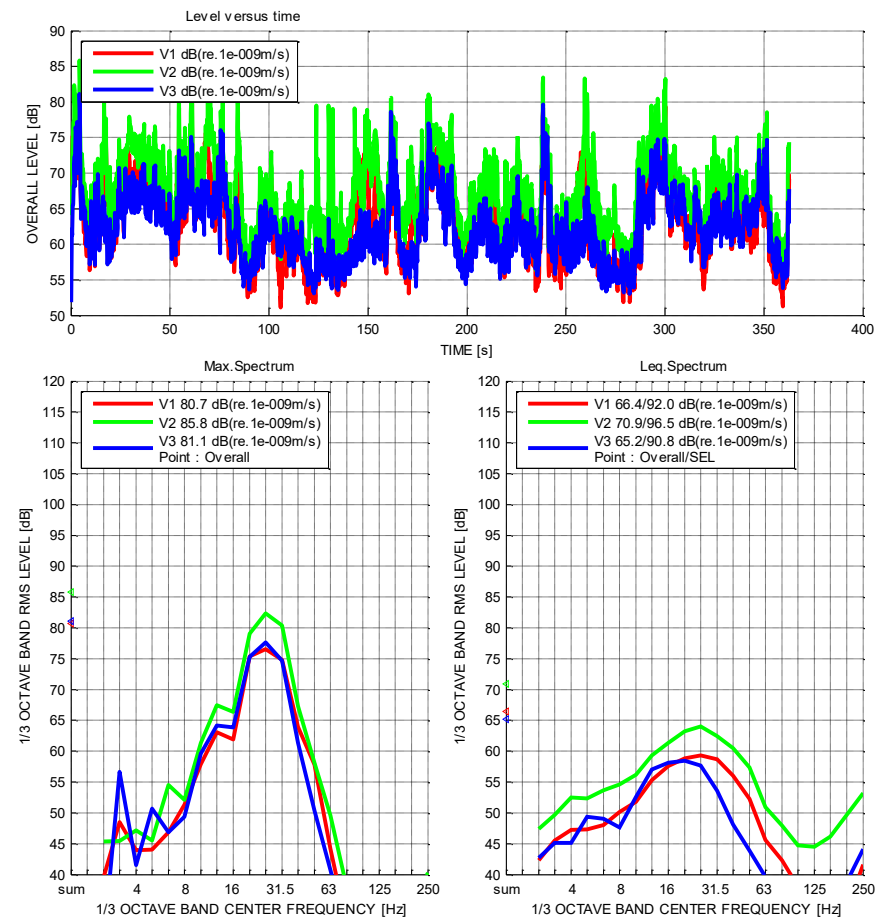
PROJECT: N5970

REC: REC009\_03.mat

TIME: 21/01/2025 13:04:31

SECTION: S12

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



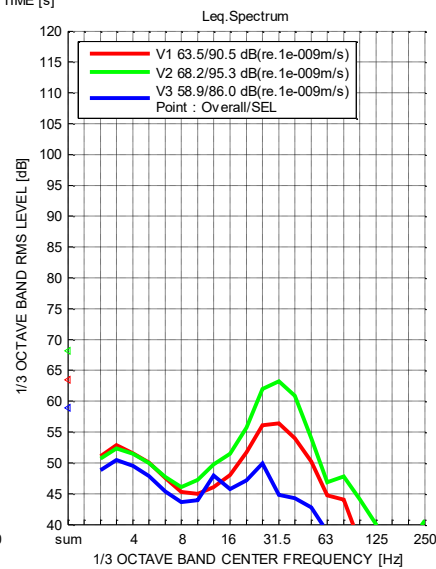
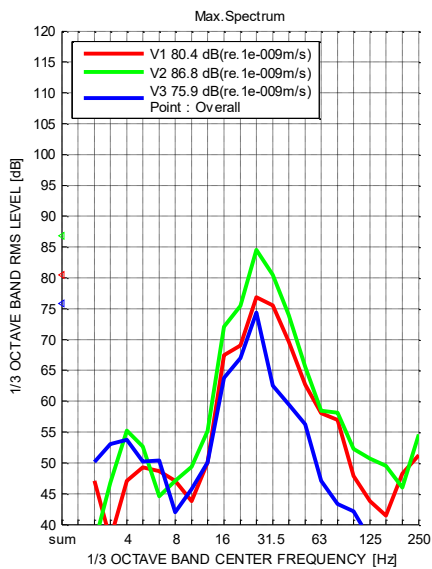
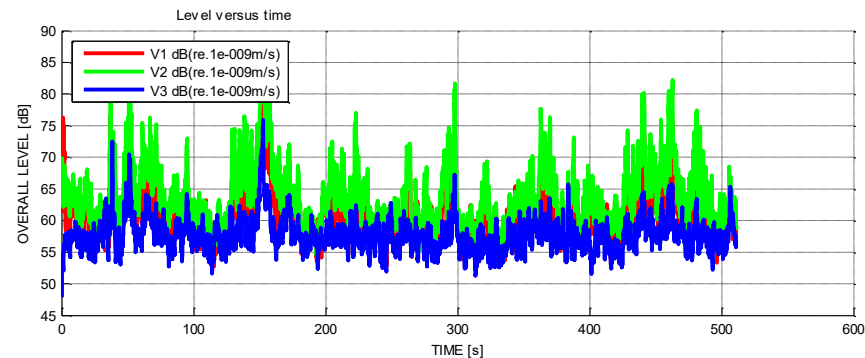
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec05\_01.mat

TIME: 21/01/2025 11:43:42

SECTION: S13

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



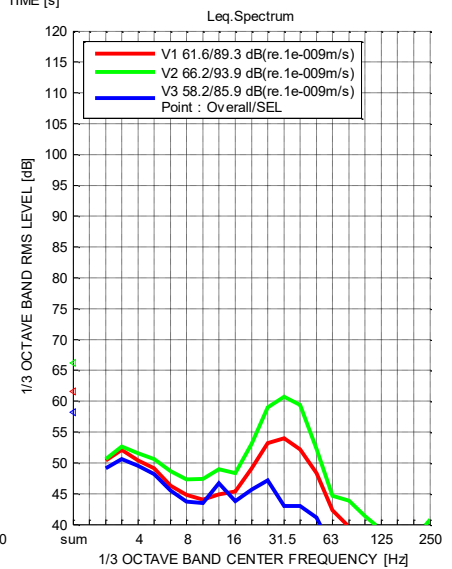
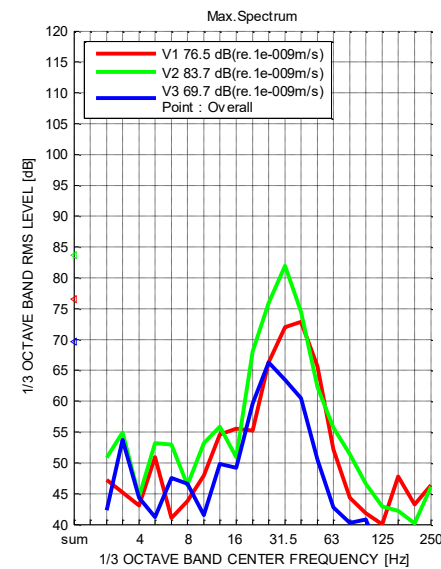
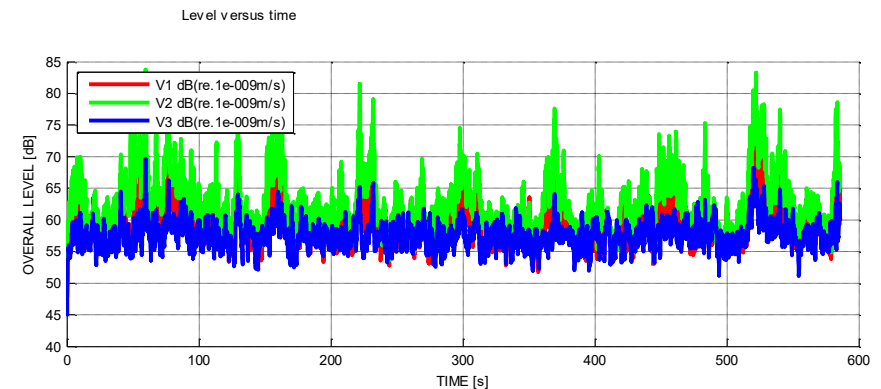
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec05\_02.mat

TIME: 21/01/2025 11:52:11

SECTION: S13

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





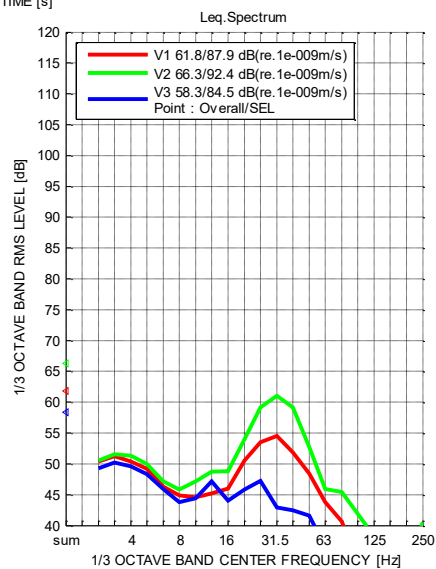
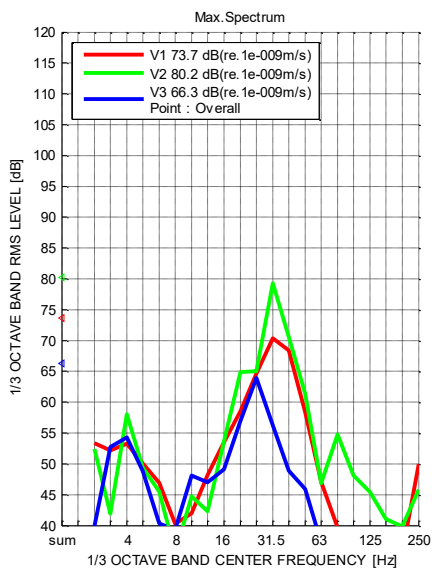
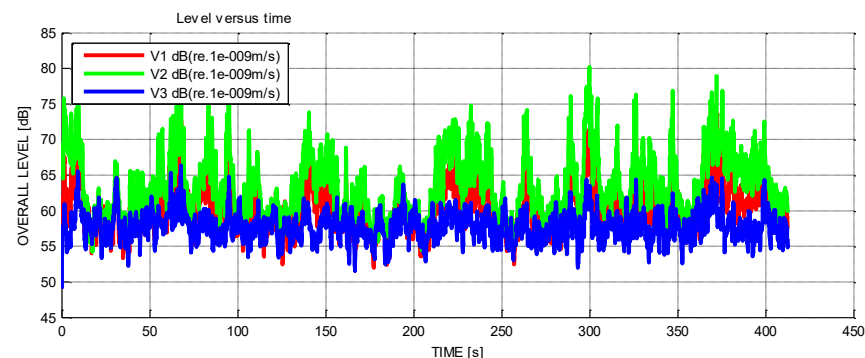
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec06\_01.mat

TIME: 21/01/2025 12:02:15

SECTION: S13

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



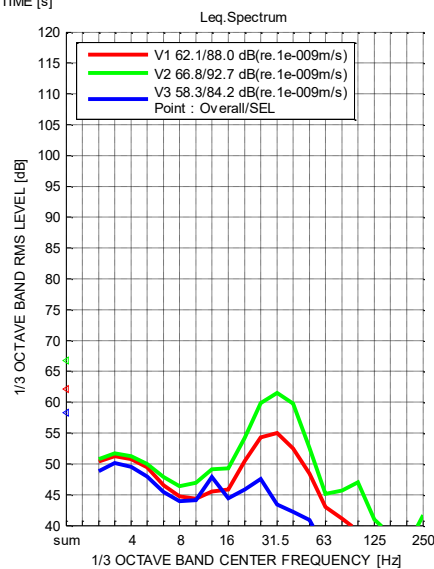
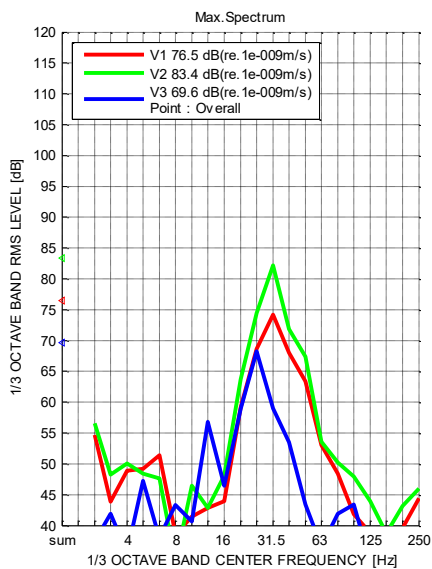
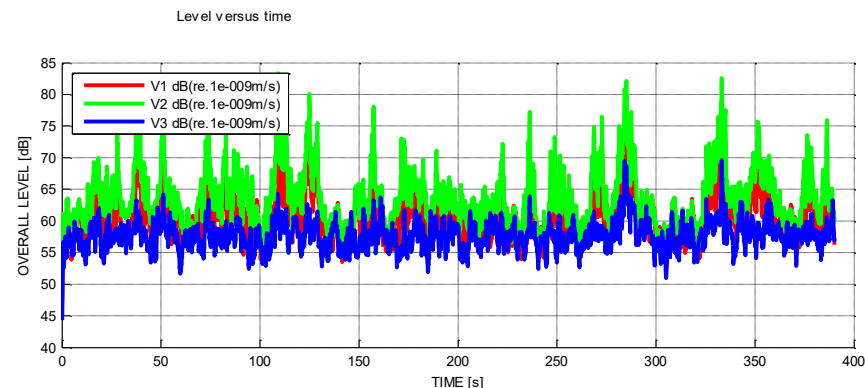
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec06\_02.mat

TIME: 21/01/2025 12:09:07

SECTION: S13

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



PROJECT: N5970

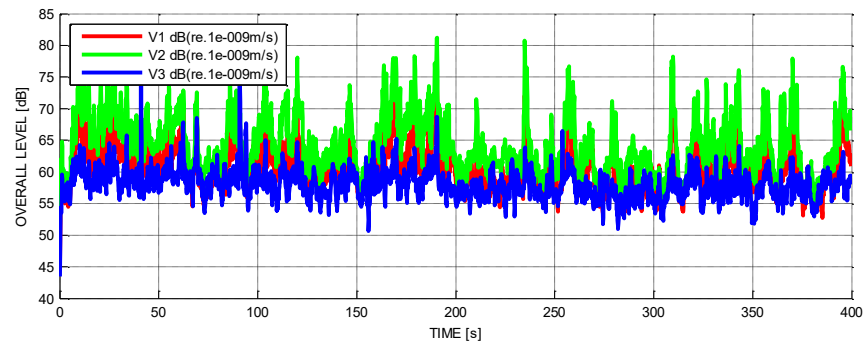
SECTION: S13

REC: sqd229\_rec06\_03.mat

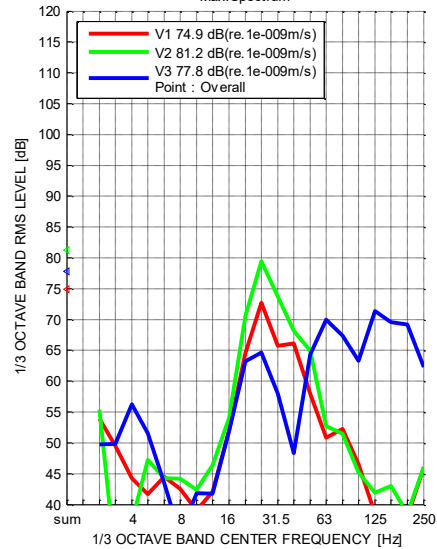
REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 21/01/2025 12:15:37

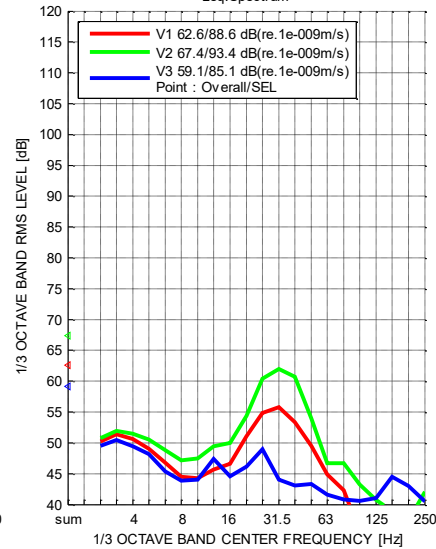
Level versus time



Max. Spectrum



Leq. Spectrum



PROJECT: N5970

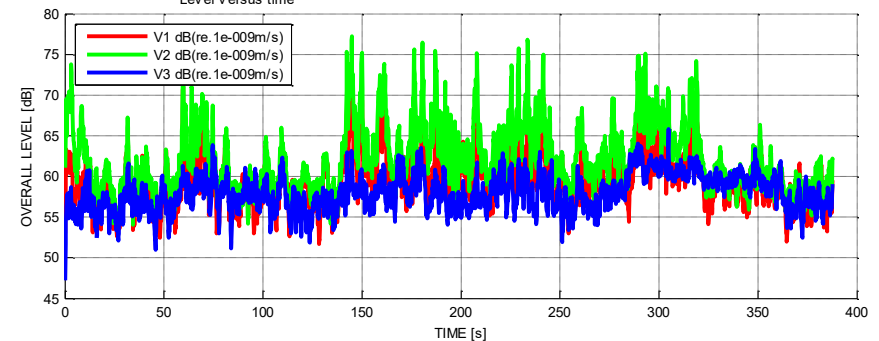
SECTION: S13

REC: sqd229\_rec07\_01.mat

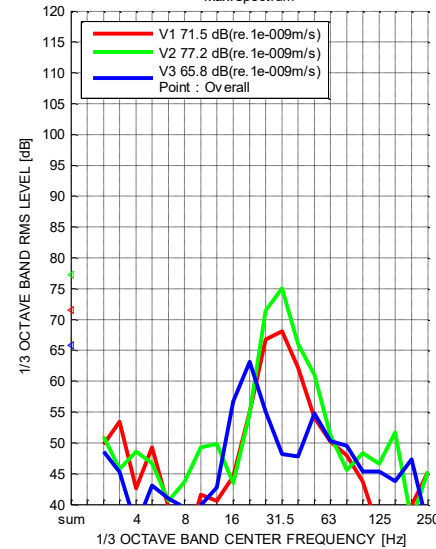
REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 21/01/2025 12:22:19

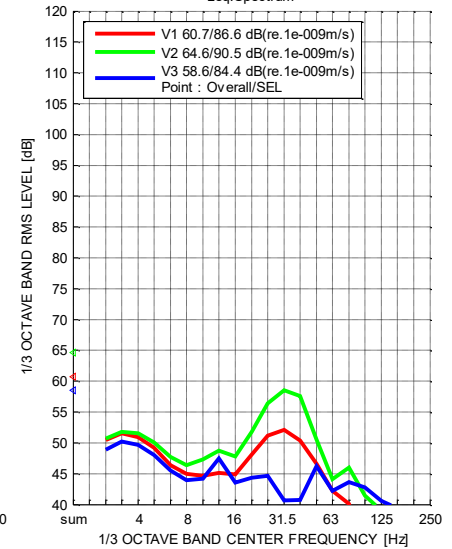
Level versus time



Max. Spectrum



Leq. Spectrum



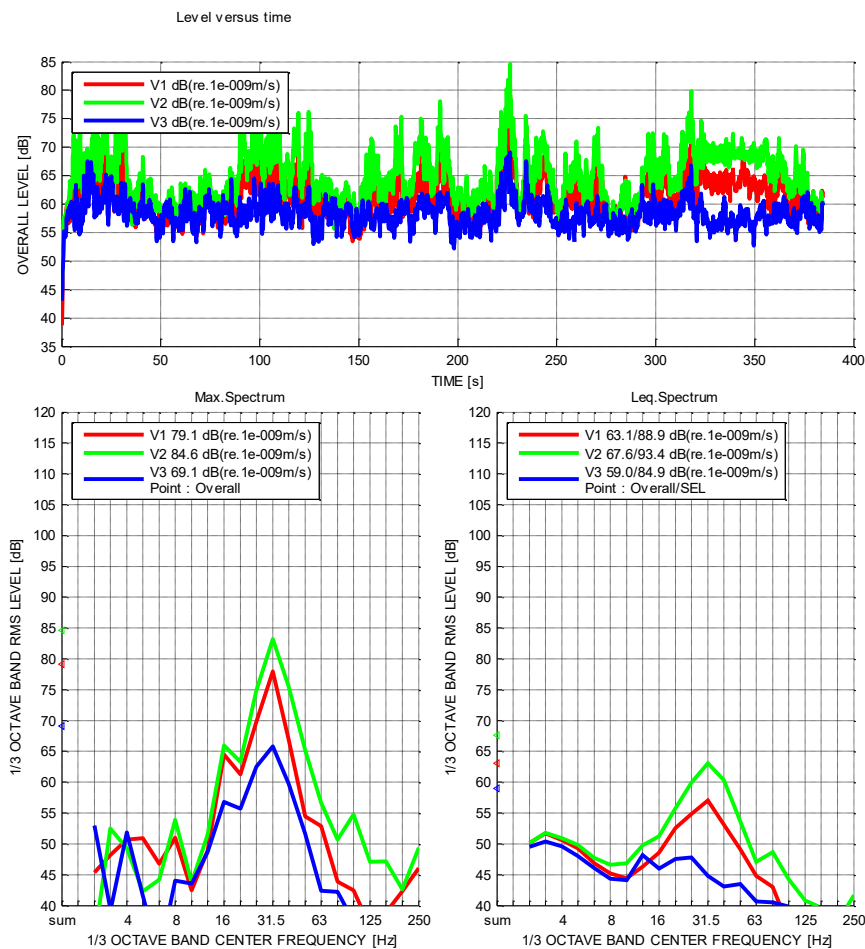
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec07\_02.mat

TIME: 21/01/2025 12:29:15

SECTION: S13

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



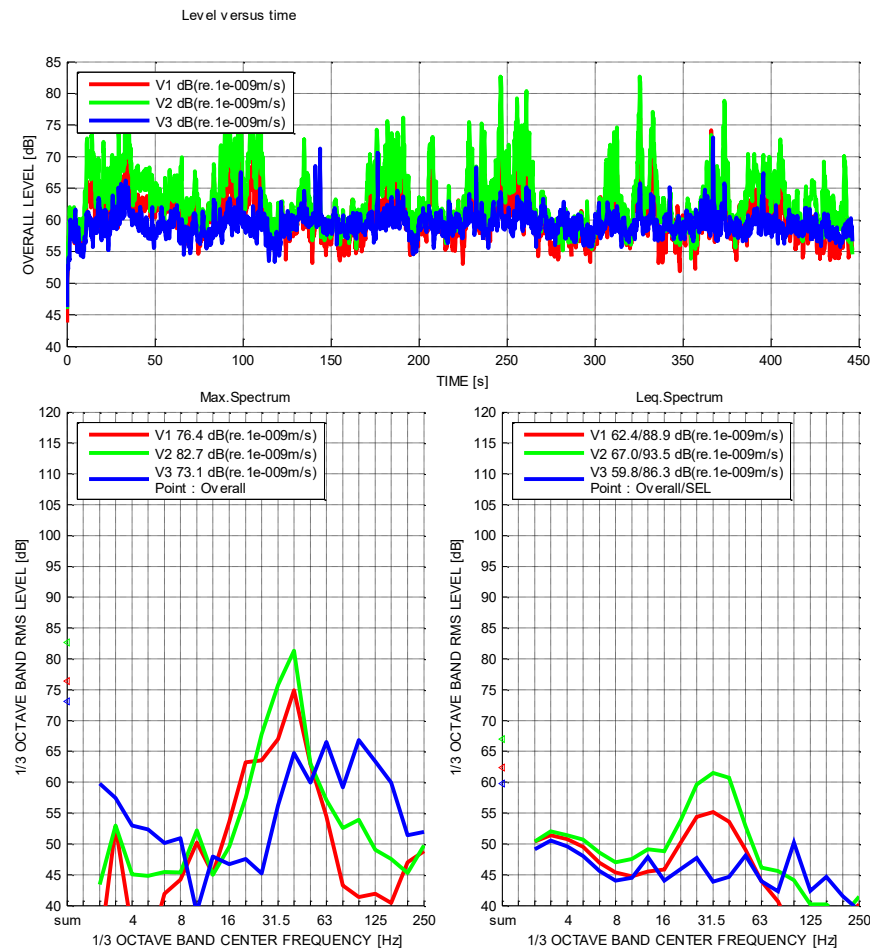
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec07\_03.mat

TIME: 21/01/2025 12:35:37

SECTION: S13

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



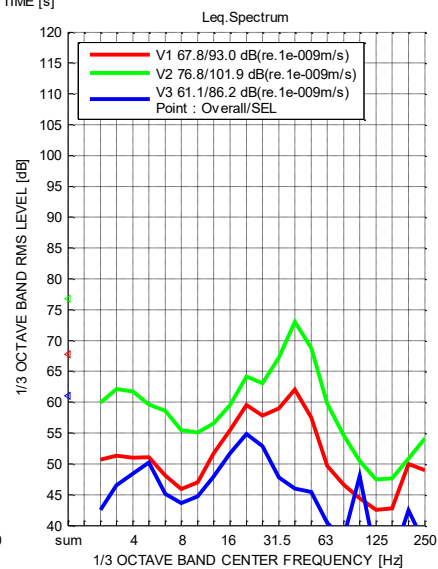
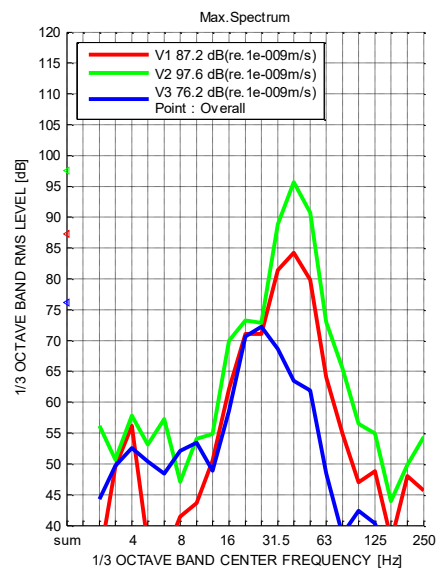
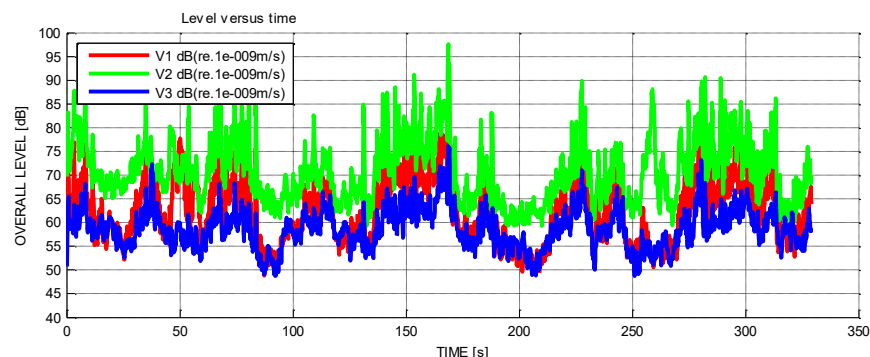
PROJECT: N5970

REC: REC004\_01.mat

TIME: 21/01/2025 10:54:27

SECTION: S14

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



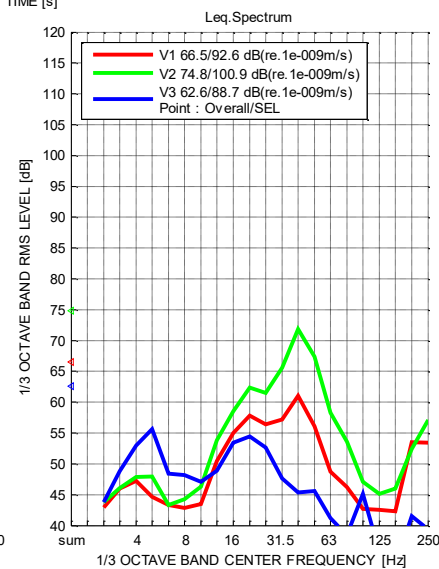
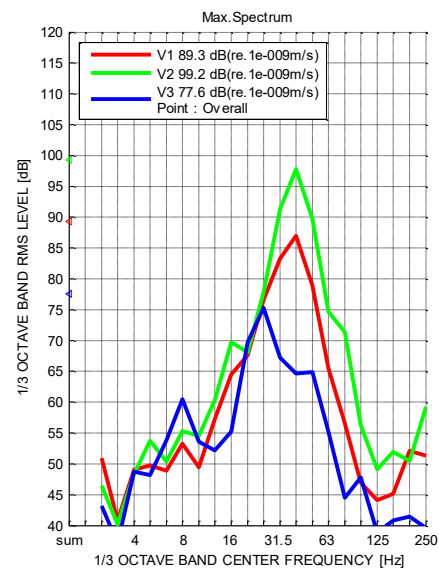
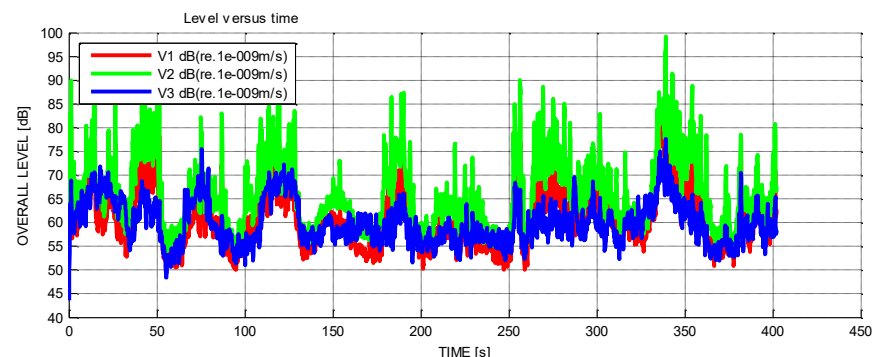
PROJECT: N5970

REC: REC004\_02.mat

TIME: 21/01/2025 11:01:08

SECTION: S14

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





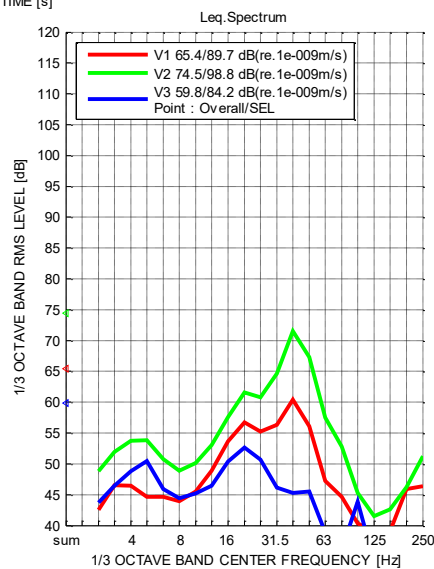
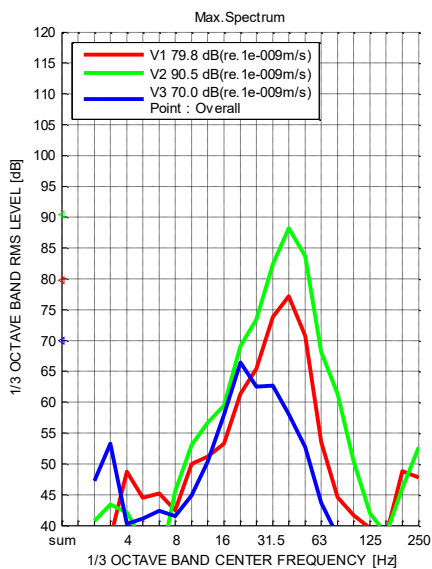
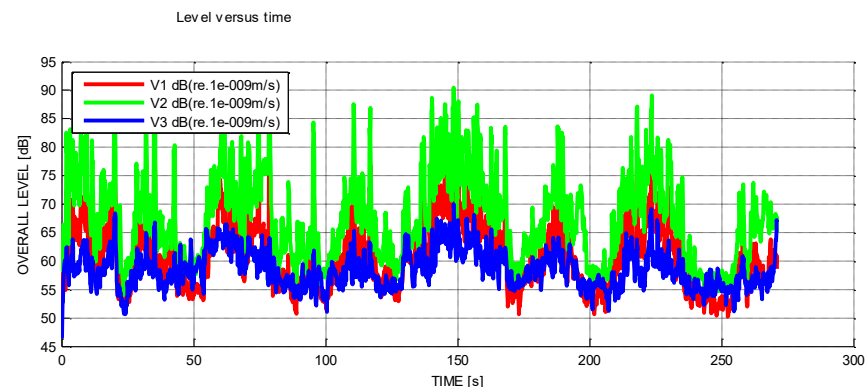
PROJECT: N5970

REC: REC004\_03.mat

TIME: 21/01/2025 11:09:25

SECTION: S14

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



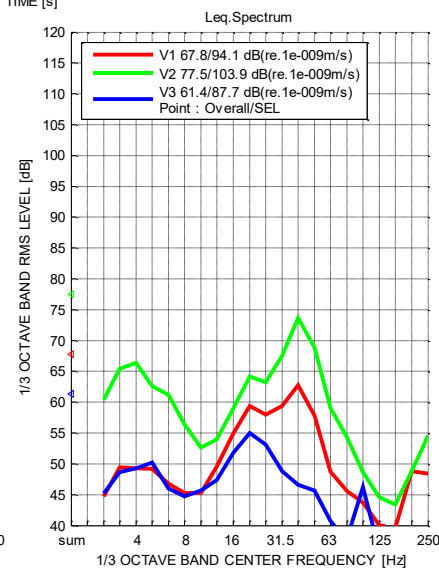
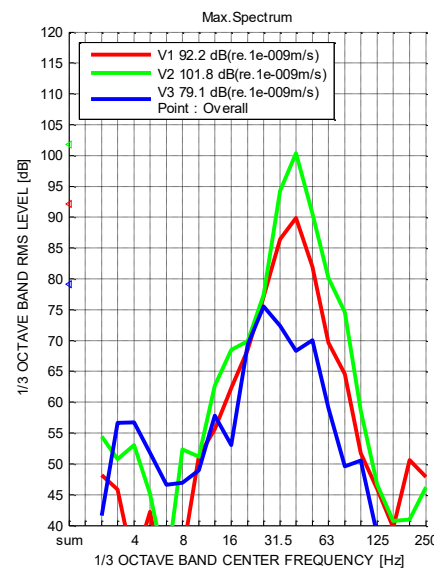
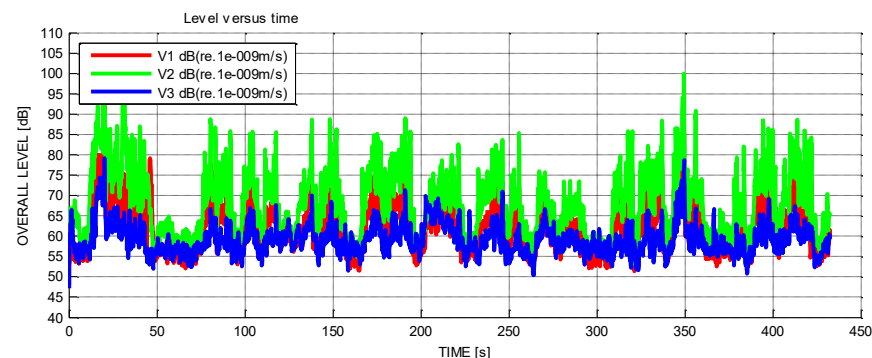
PROJECT: N5970

REC: REC005\_01.mat

TIME: 21/01/2025 11:13:59

SECTION: S14

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



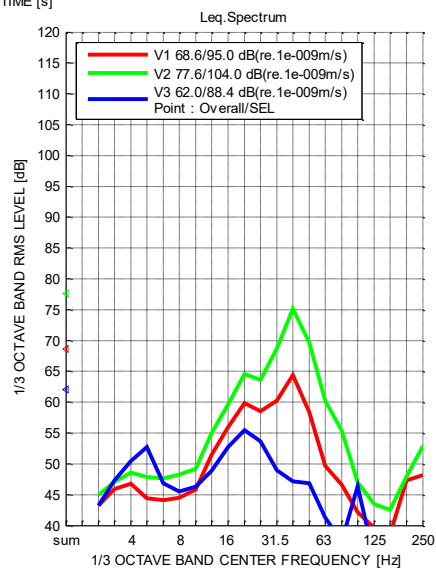
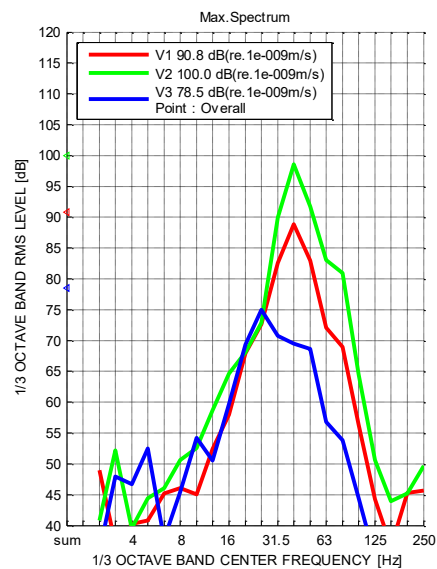
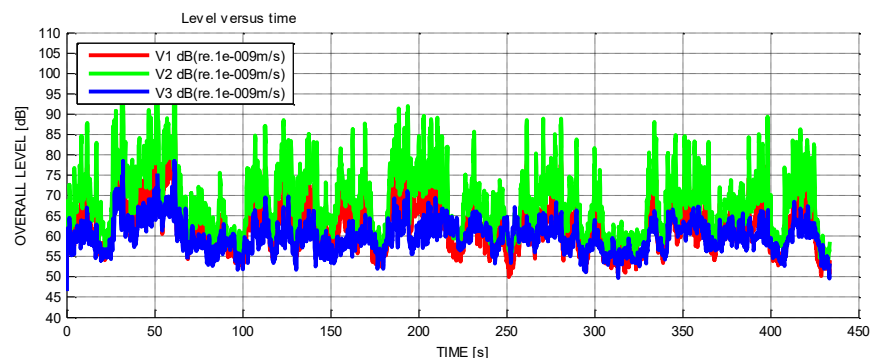
PROJECT: N5970

REC: REC005\_02.mat

TIME: 21/01/2025 11:21:11

SECTION: S14

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



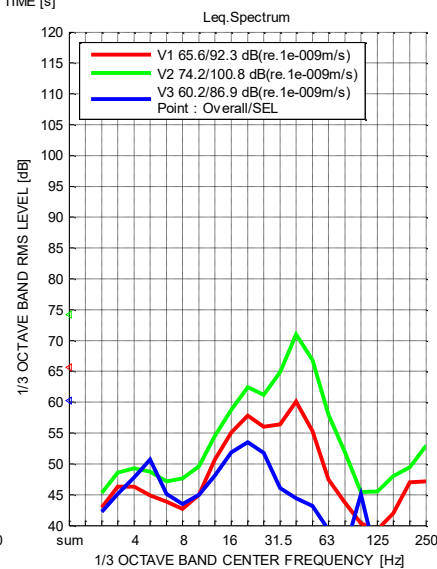
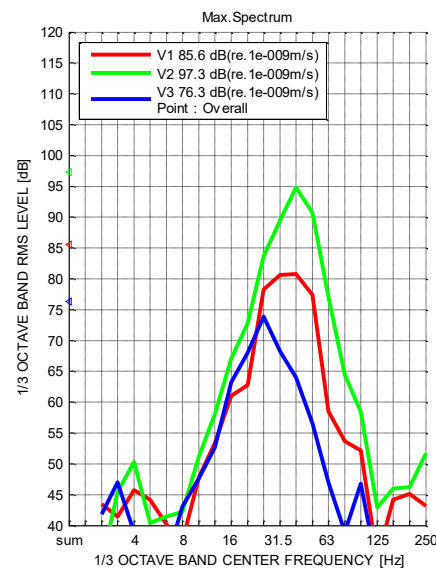
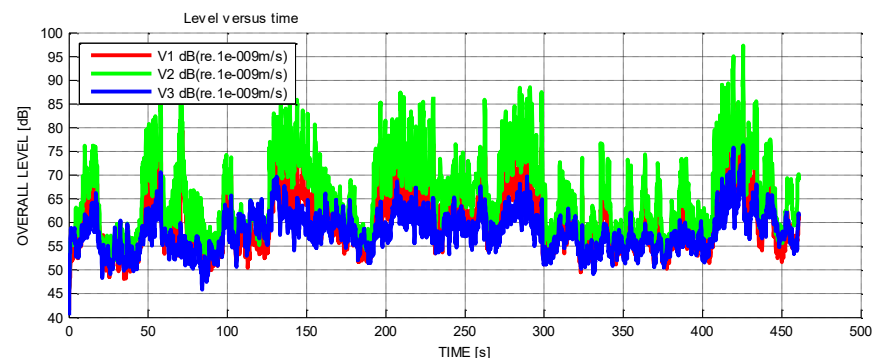
PROJECT: N5970

REC: REC005\_03.mat

TIME: 21/01/2025 11:28:27

SECTION: S14

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



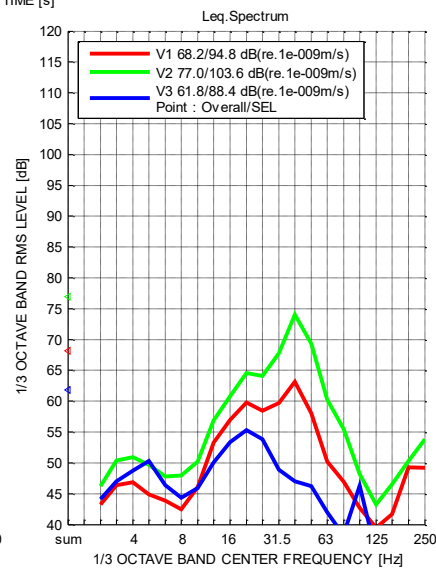
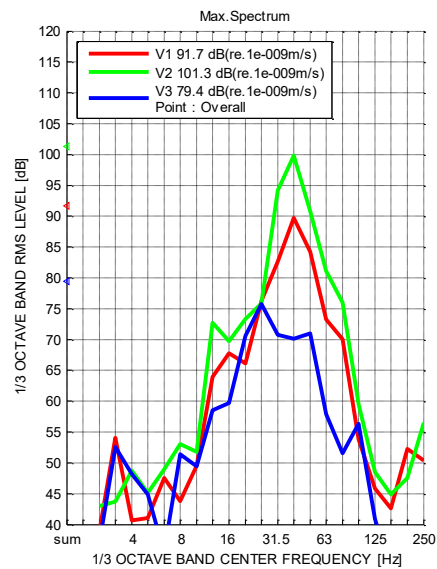
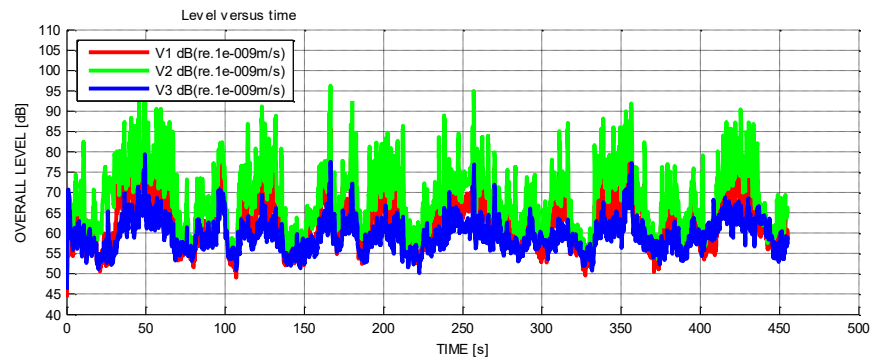
PROJECT: N5970

REC: REC006\_01.mat

TIME: 21/01/2025 11:36:09

SECTION: S14

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



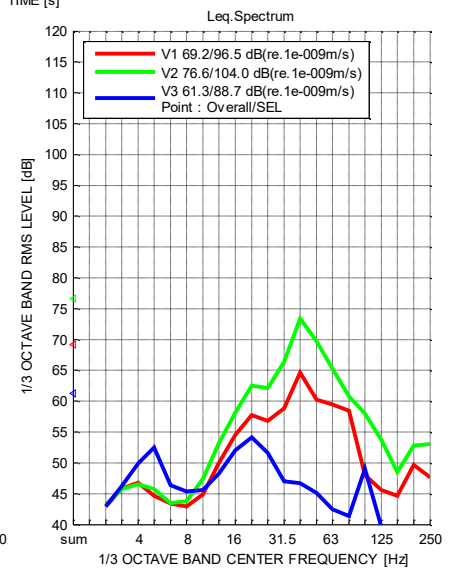
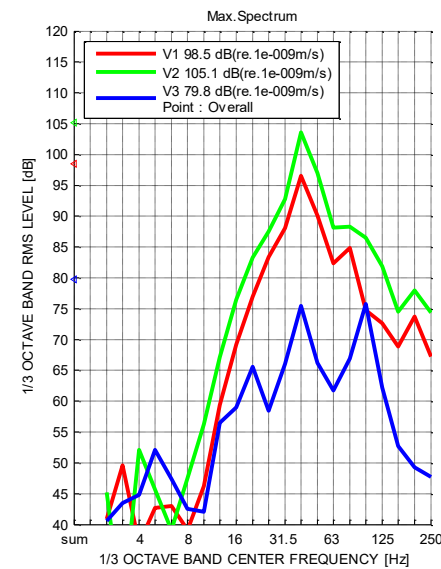
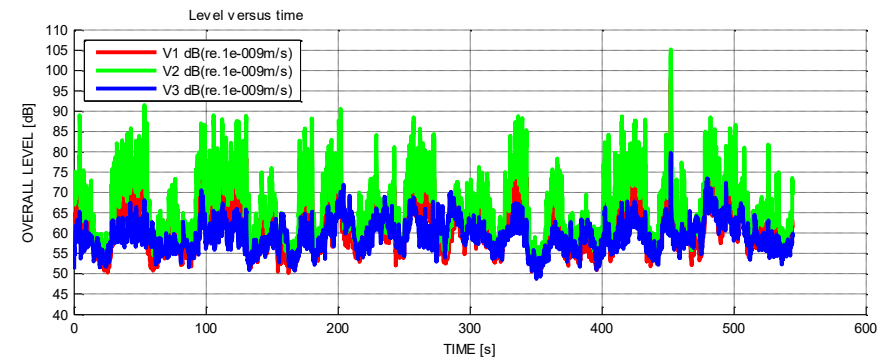
PROJECT: N5970

REC: REC006\_02.mat

TIME: 21/01/2025 11:43:46

SECTION: S14

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



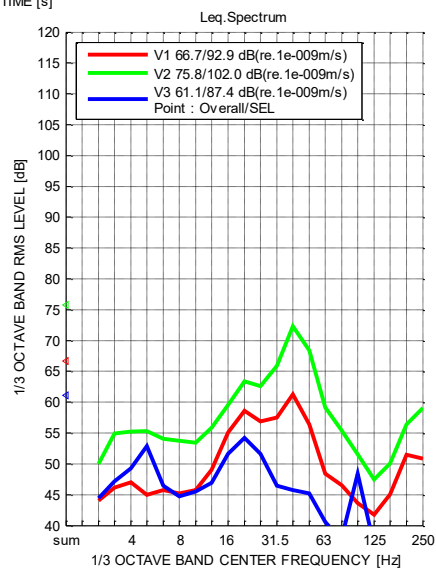
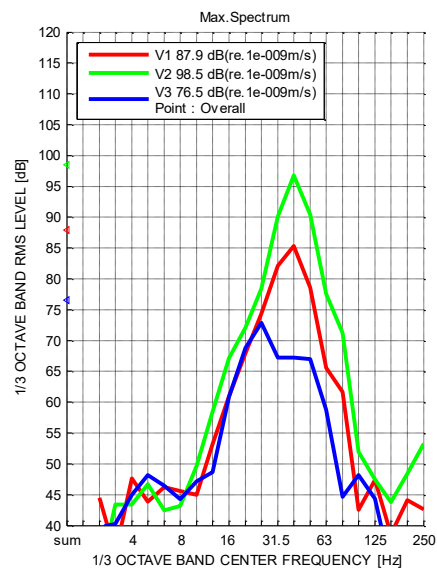
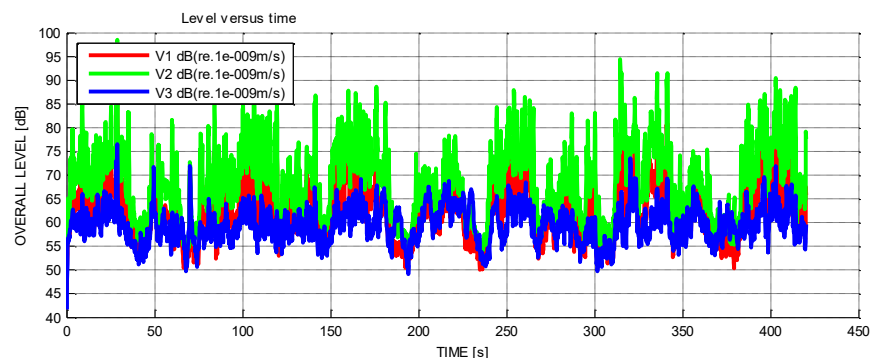
PROJECT: N5970

REC: REC006\_03.mat

TIME: 21/01/2025 11:52:49

SECTION: S14

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



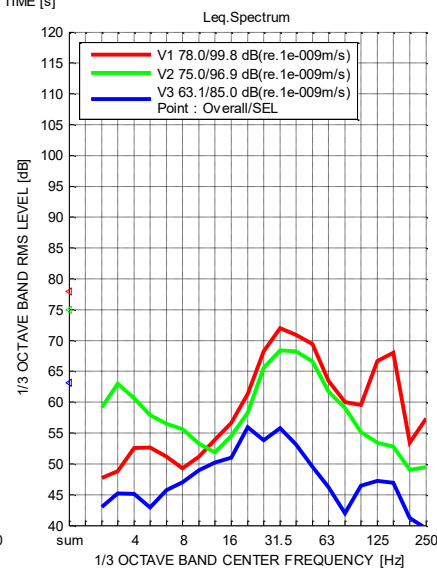
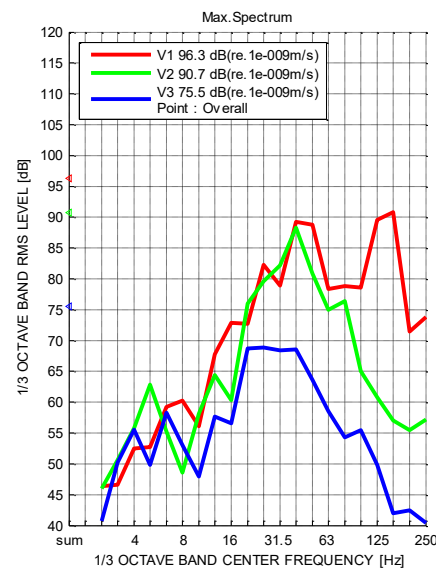
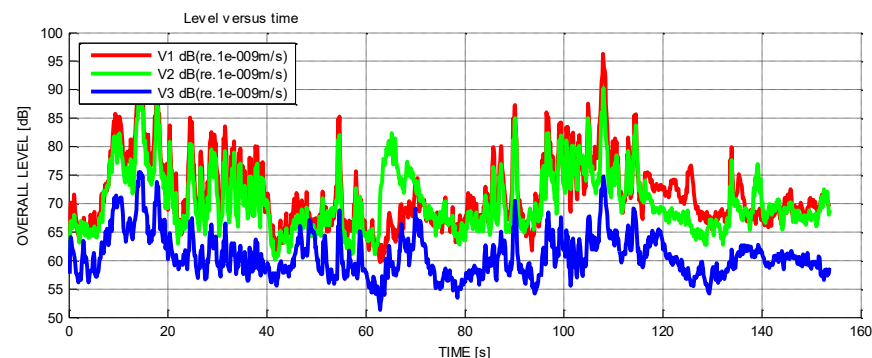
PROJECT: N5970

REC: REC010\_01.mat

TIME: 21/01/2025 14:07:43

SECTION: S15

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





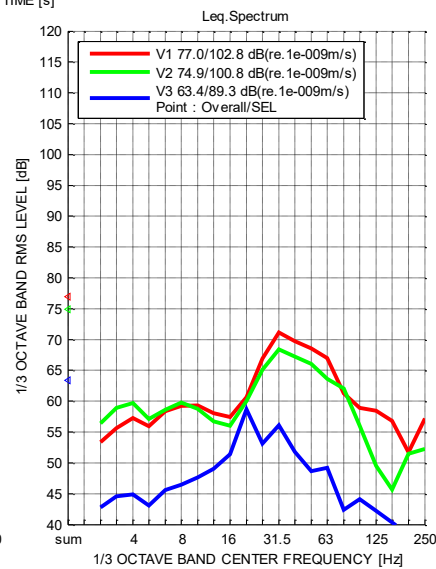
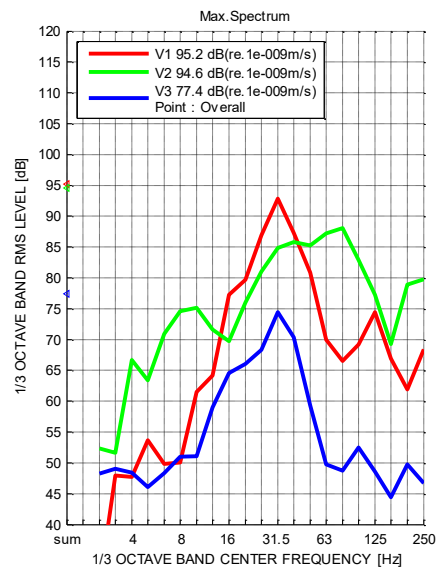
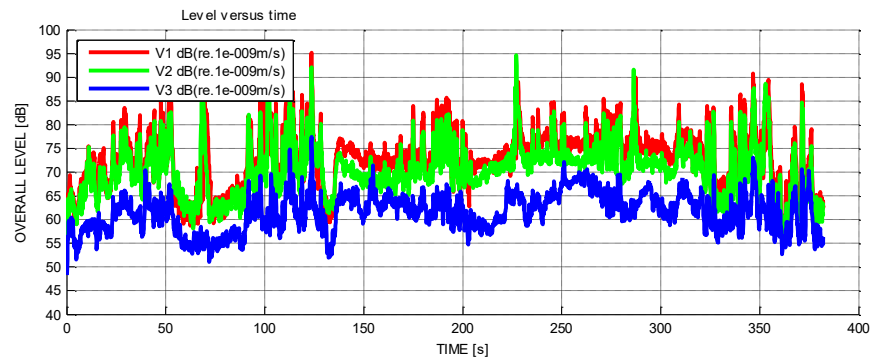
PROJECT: N5970

REC: REC010\_02.mat

TIME: 21/01/2025 14:12:29

SECTION: S15

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



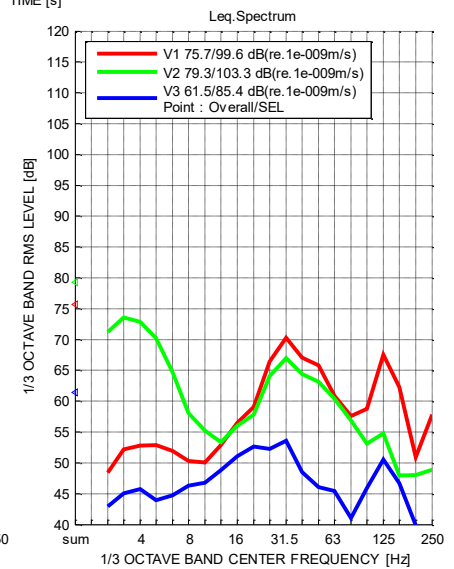
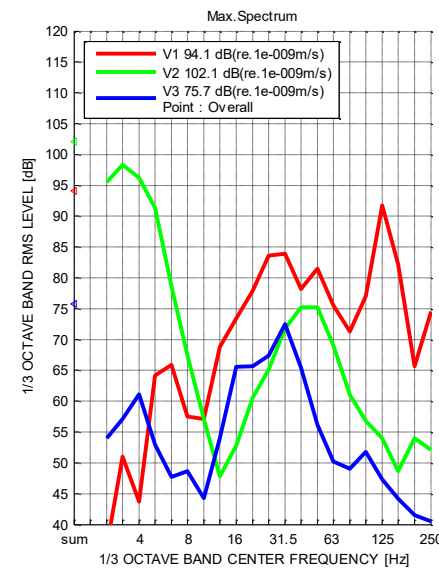
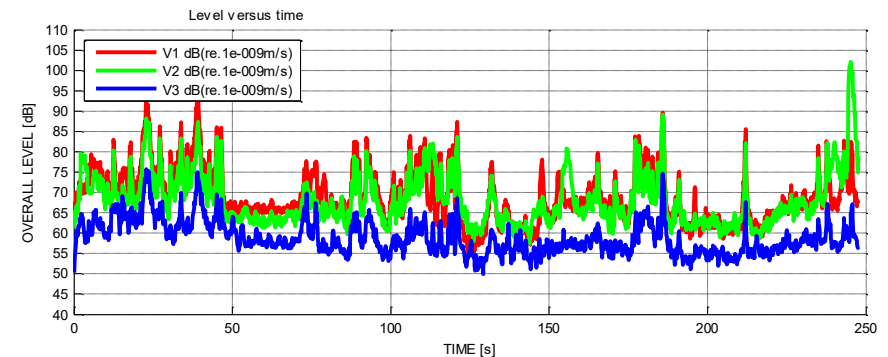
PROJECT: N5970

REC: REC010\_03.mat

TIME: 21/01/2025 14:18:54

SECTION: S15

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



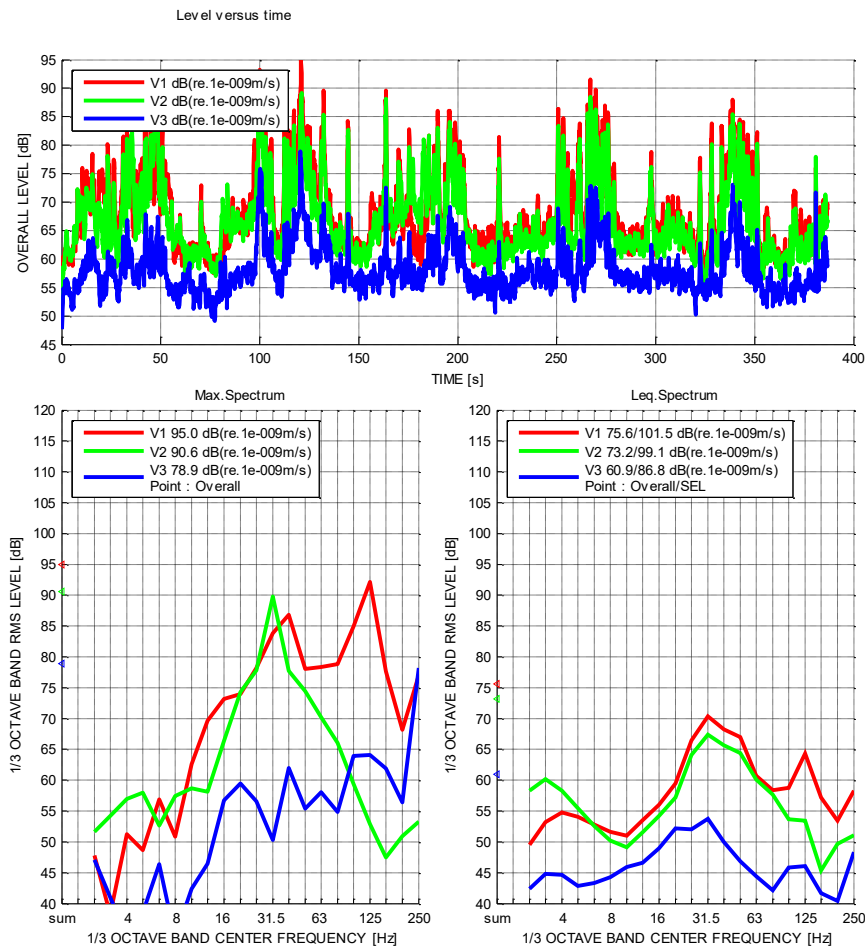
PROJECT: N5970

REC: REC011\_01.mat

TIME: 21/01/2025 14:24:59

SECTION: S15

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



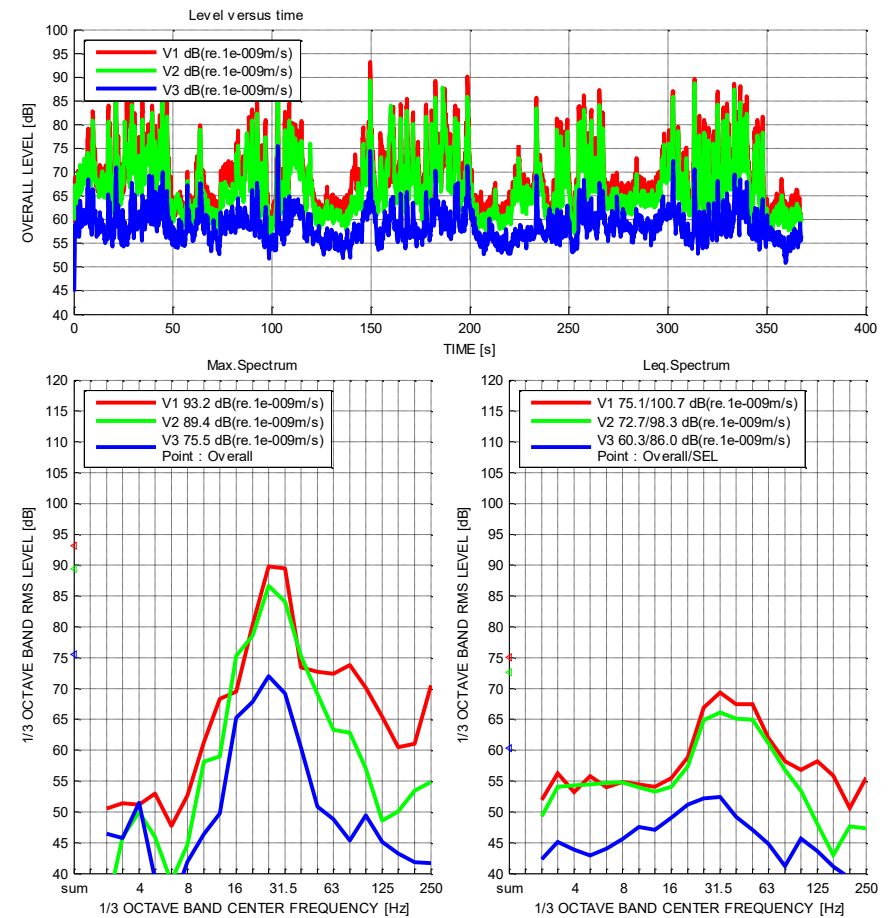
PROJECT: N5970

REC: REC011\_02.mat

TIME: 21/01/2025 14:31:21

SECTION: S15

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



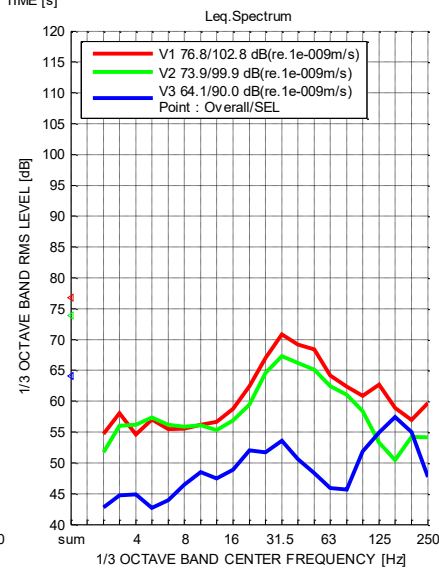
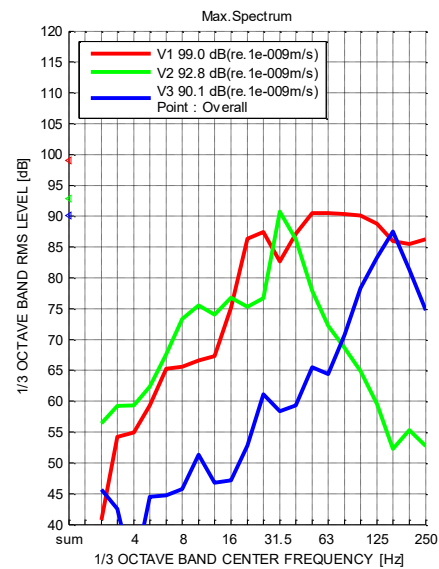
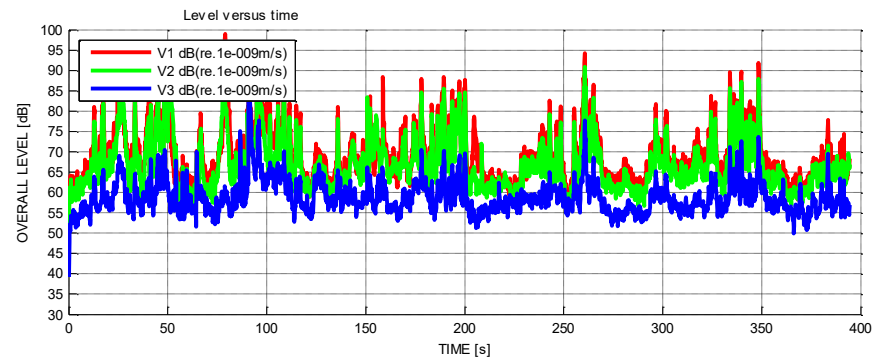
PROJECT: N5970

REC: REC011\_03.mat

TIME: 21/01/2025 14:37:33

SECTION: S15

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



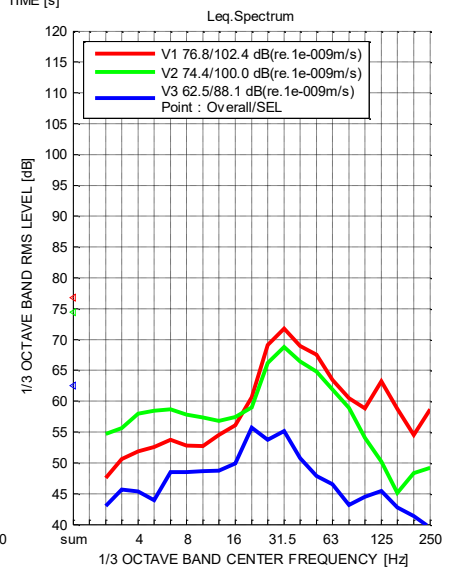
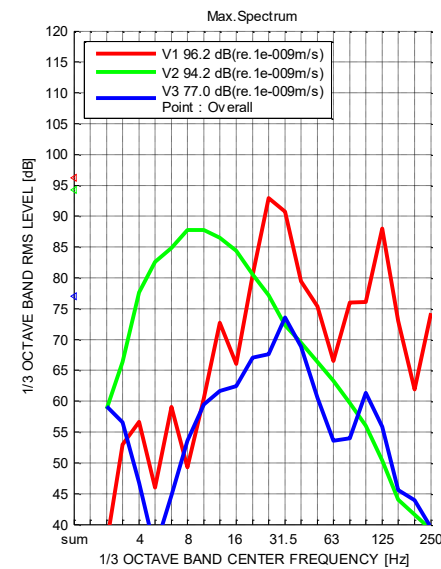
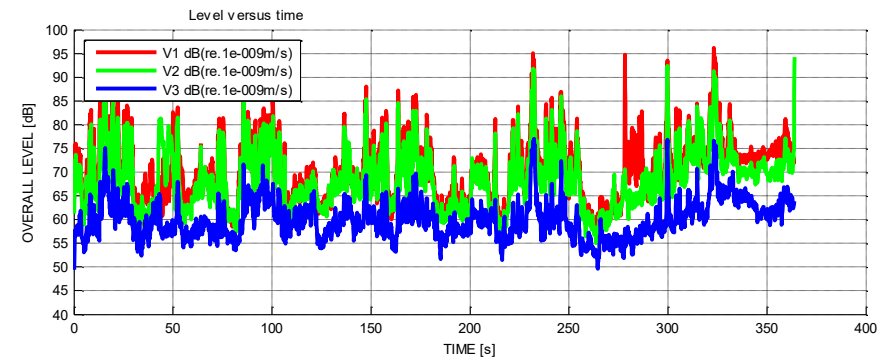
PROJECT: N5970

REC: REC012\_01.mat

TIME: 21/01/2025 14:44:09

SECTION: S15

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



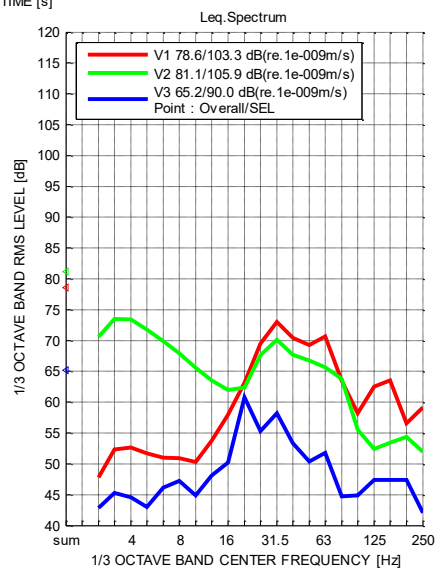
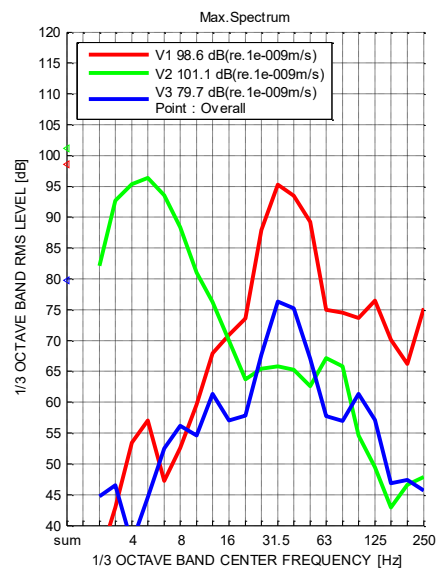
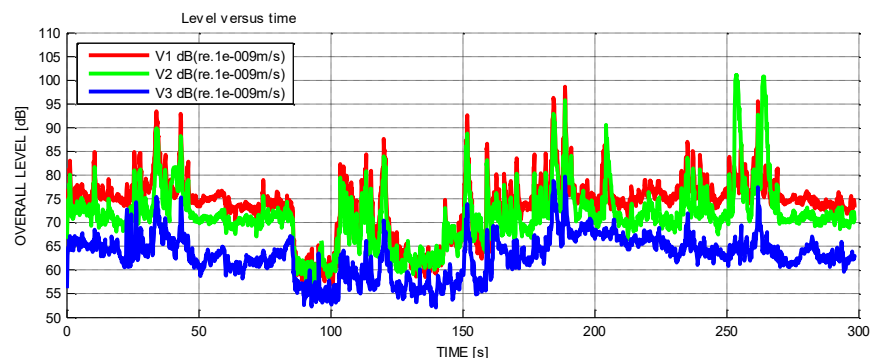
PROJECT: N5970

REC: REC012\_02.mat

TIME: 21/01/2025 14:52:40

SECTION: S15

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



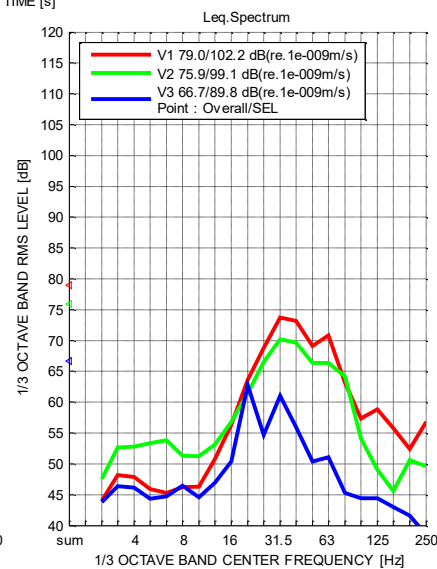
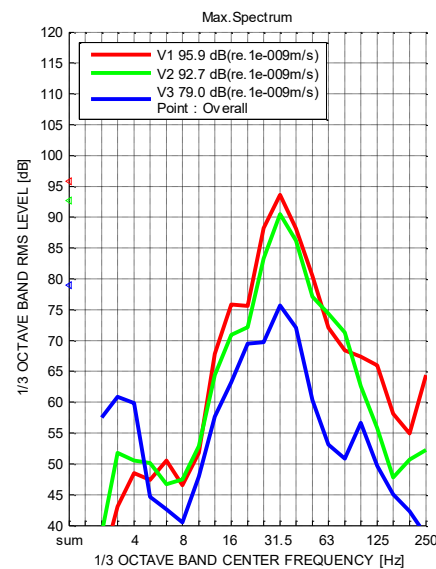
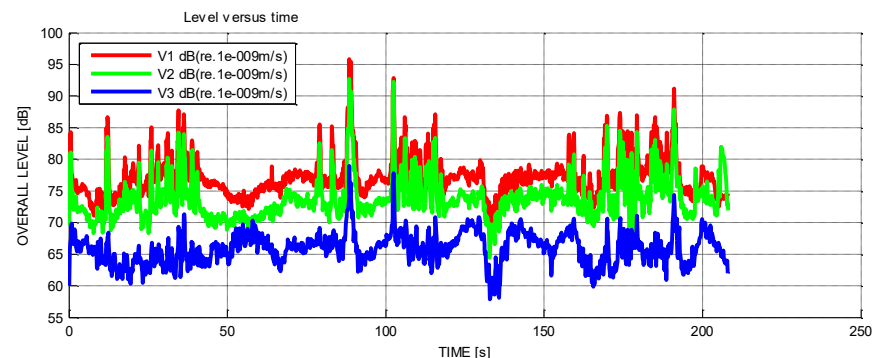
PROJECT: N5970

REC: REC012\_03.mat

TIME: 21/01/2025 14:57:43

SECTION: S15

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





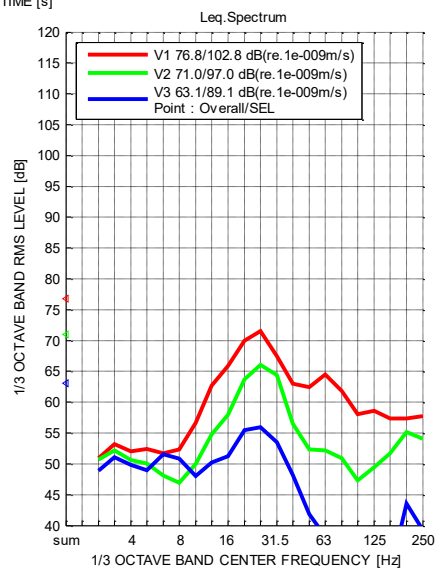
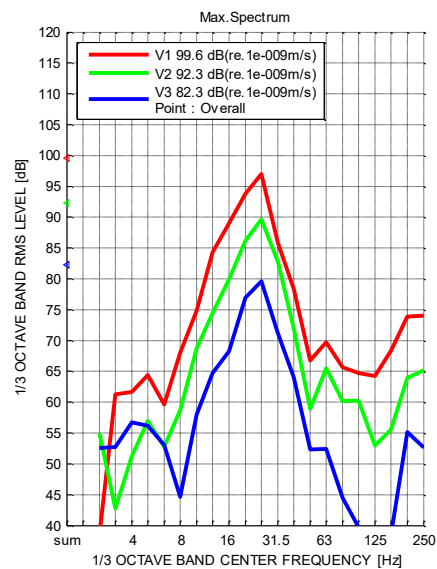
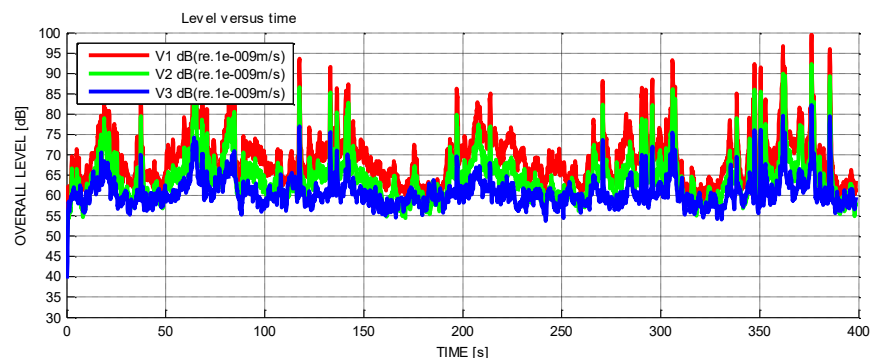
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec12\_01.mat

TIME: 21/01/2025 14:53:39

SECTION: S16

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



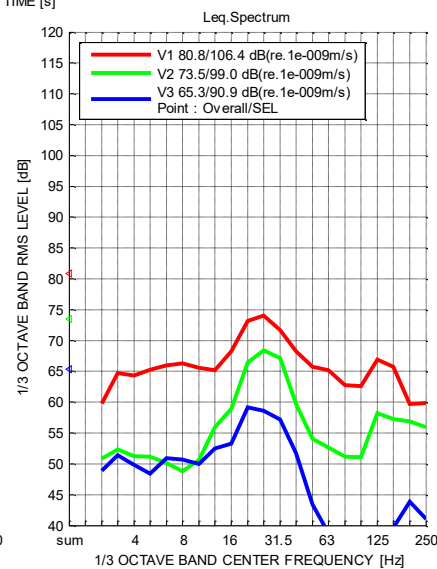
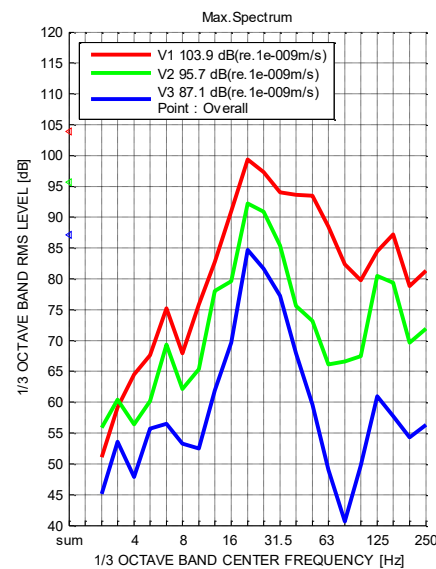
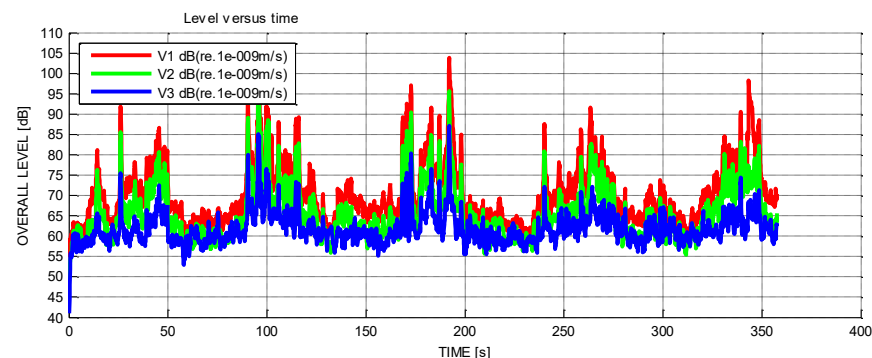
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec12\_02.mat

TIME: 21/01/2025 15:00:20

SECTION: S16

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



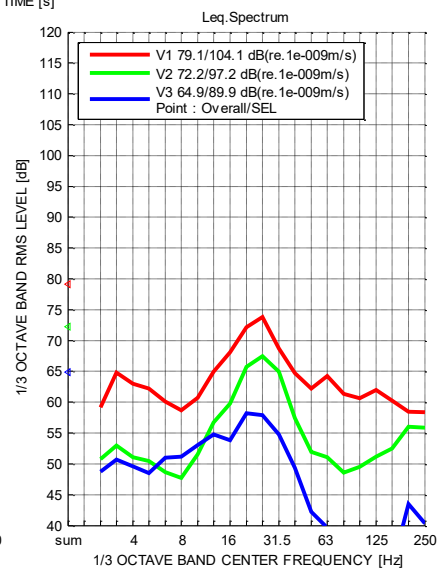
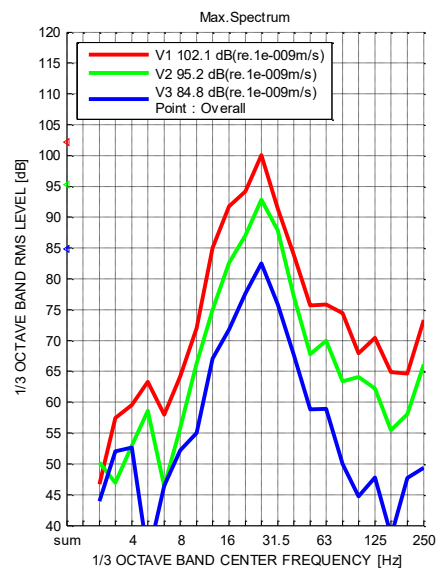
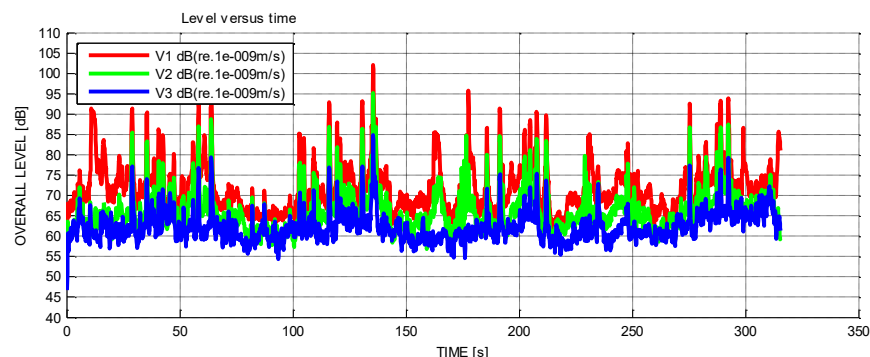
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec12\_03.mat

TIME: 21/01/2025 15:06:17

SECTION: S16

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



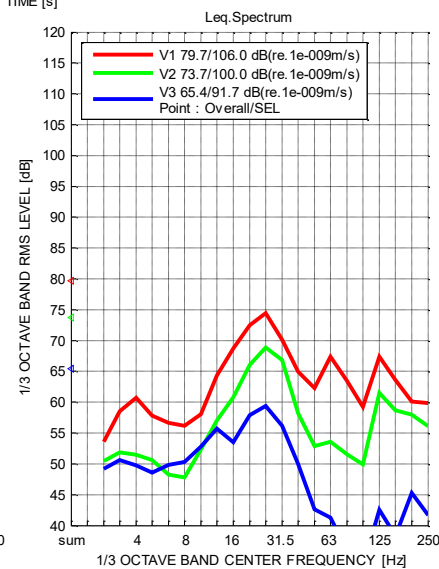
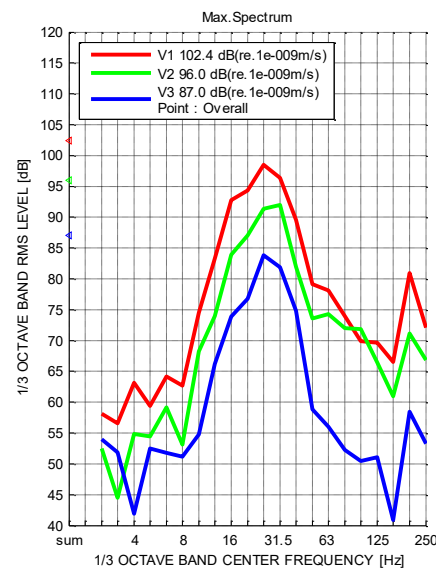
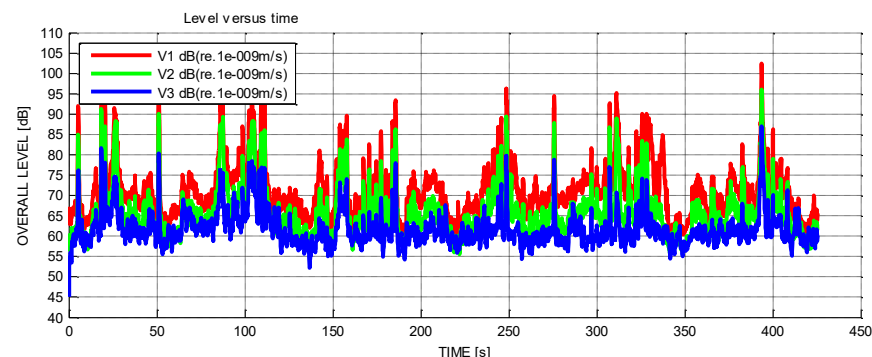
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec13\_01.mat

TIME: 21/01/2025 15:11:51

SECTION: S16

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



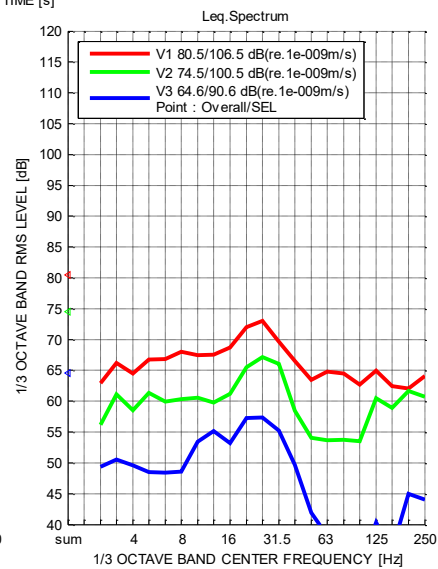
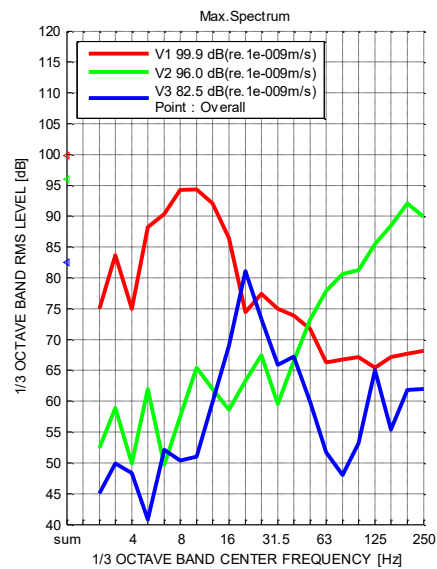
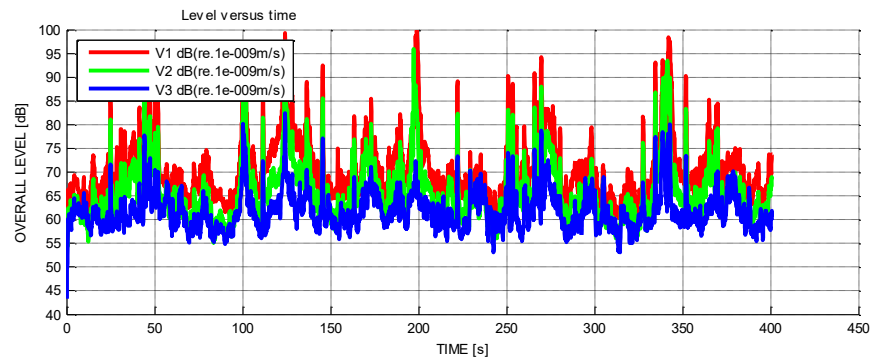
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec13\_02.mat

TIME: 21/01/2025 15:18:58

SECTION: S16

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



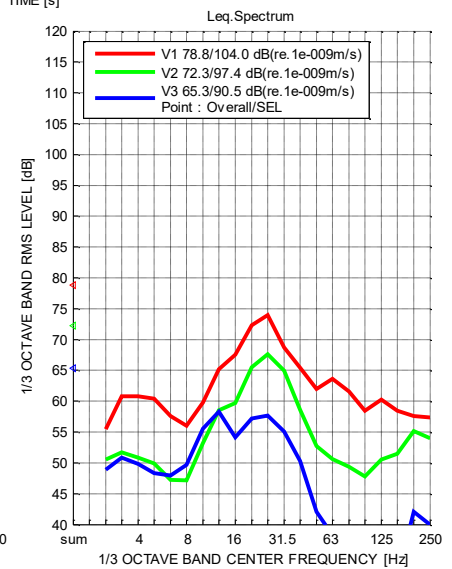
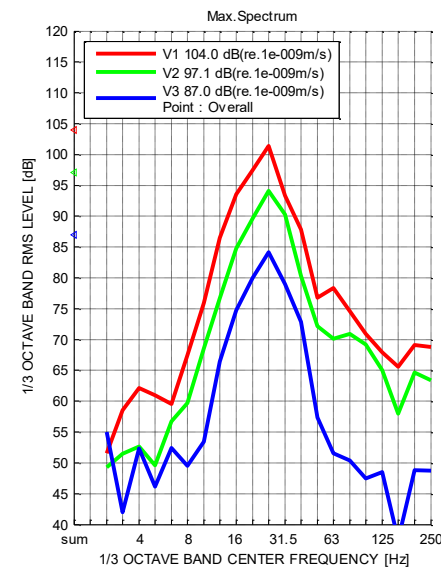
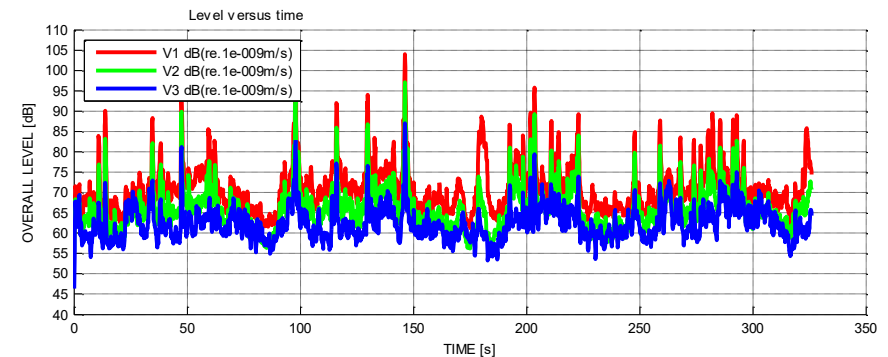
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec13\_03.mat

TIME: 21/01/2025 15:26:14

SECTION: S16

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



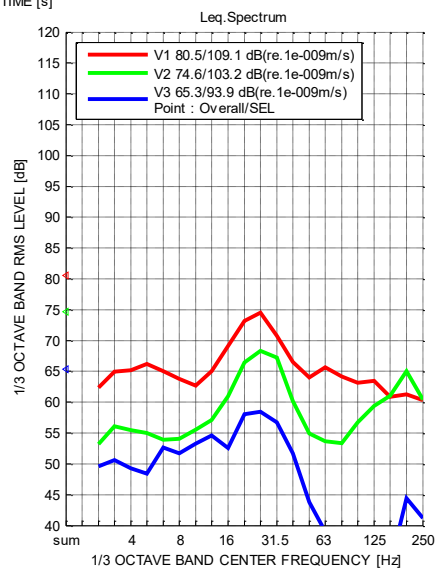
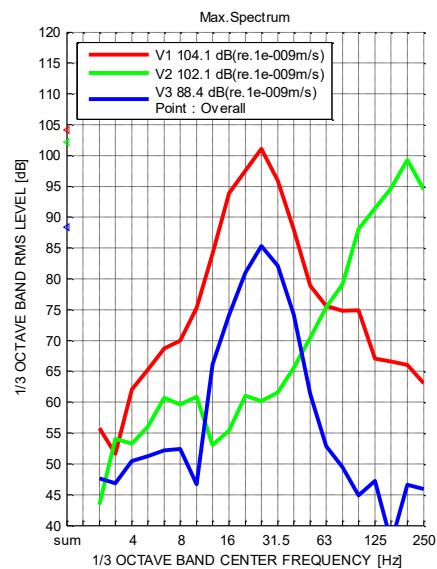
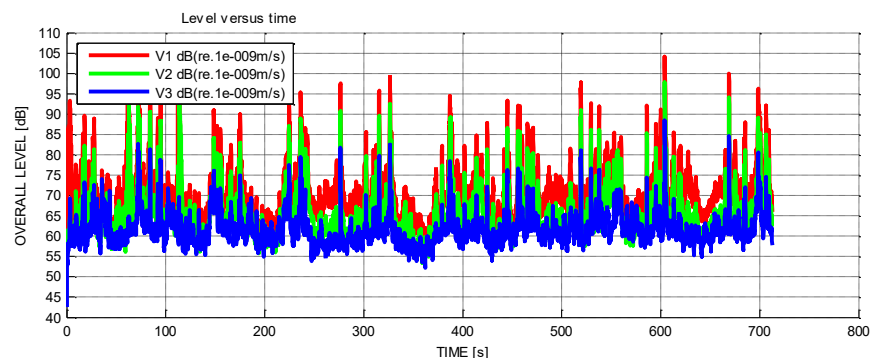
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec14\_01.mat

TIME: 21/01/2025 15:31:56

SECTION: S16

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



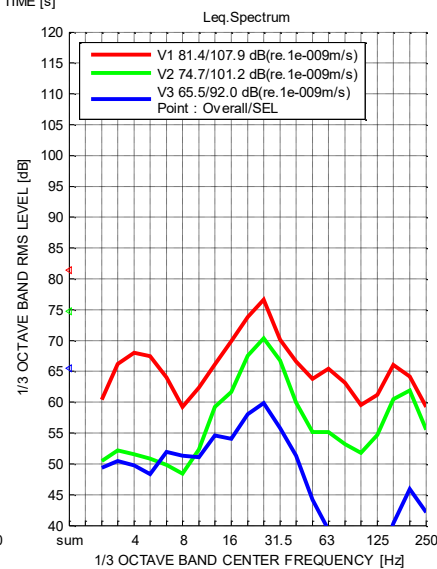
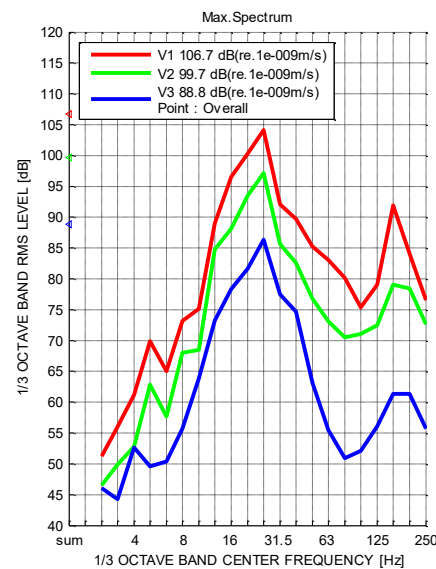
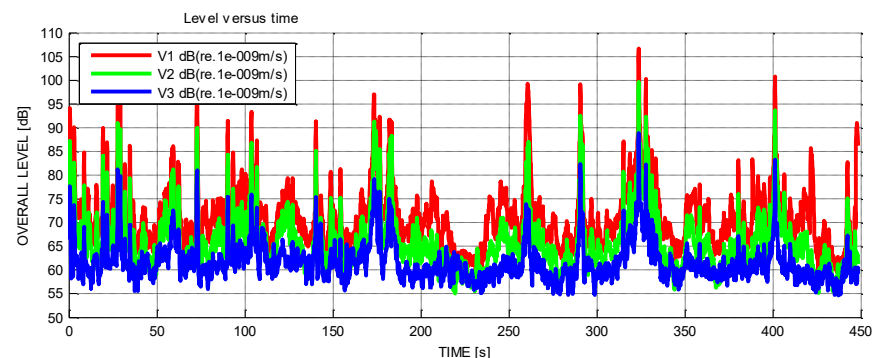
PROJECT: N5970

REC: sqd229\_rec14\_02.mat

TIME: 21/01/2025 15:44:21

SECTION: S16

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





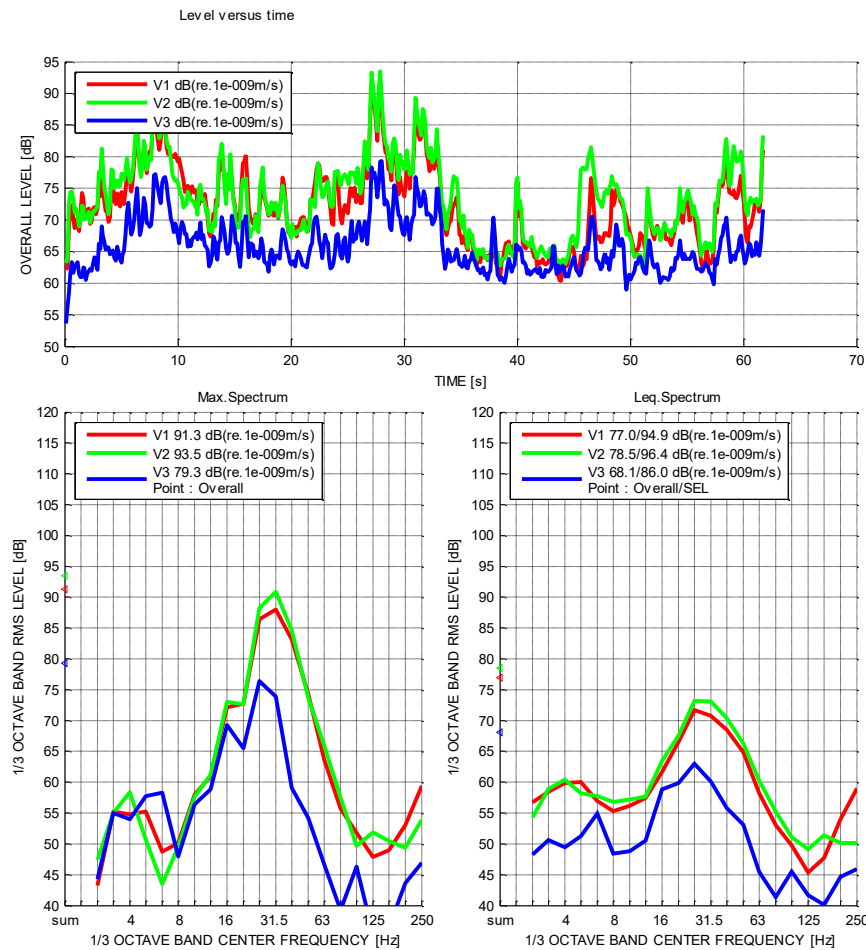
PROJECT: N5970

REC: sqd299\_rec01.dat

TIME: 21/01/2025 13:53:57

SECTION: S17

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



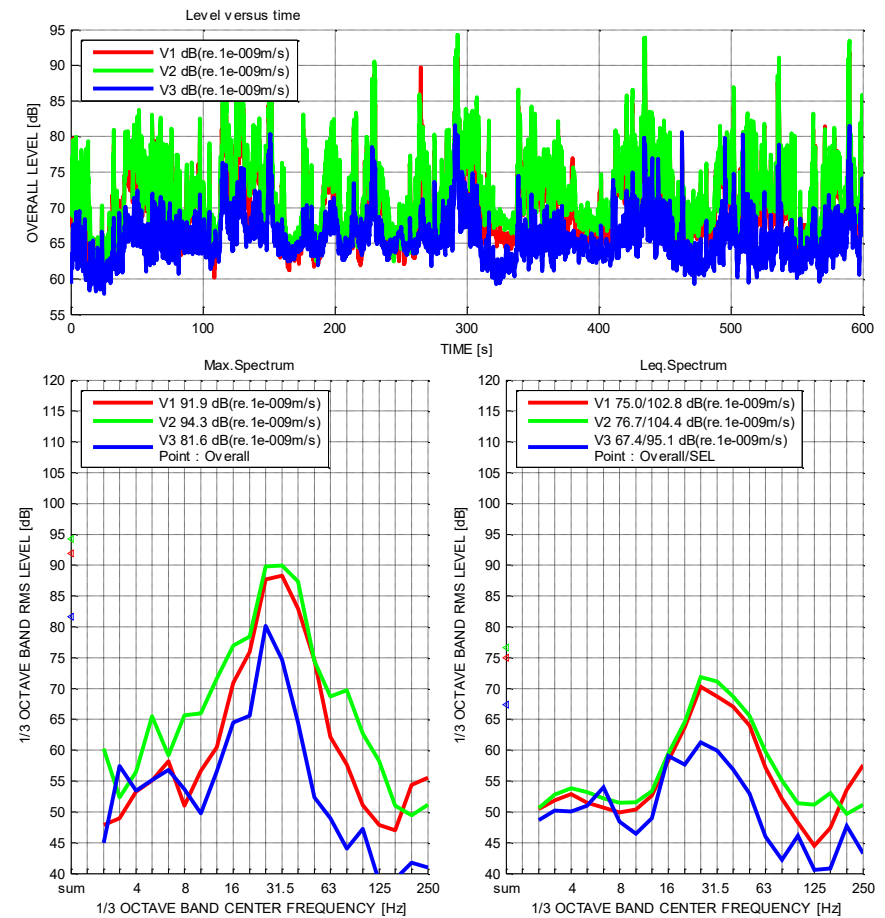
PROJECT: N5970

REC: sqd299\_rec02\_01.mat

TIME: 21/01/2025 13:55:49

SECTION: S17

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



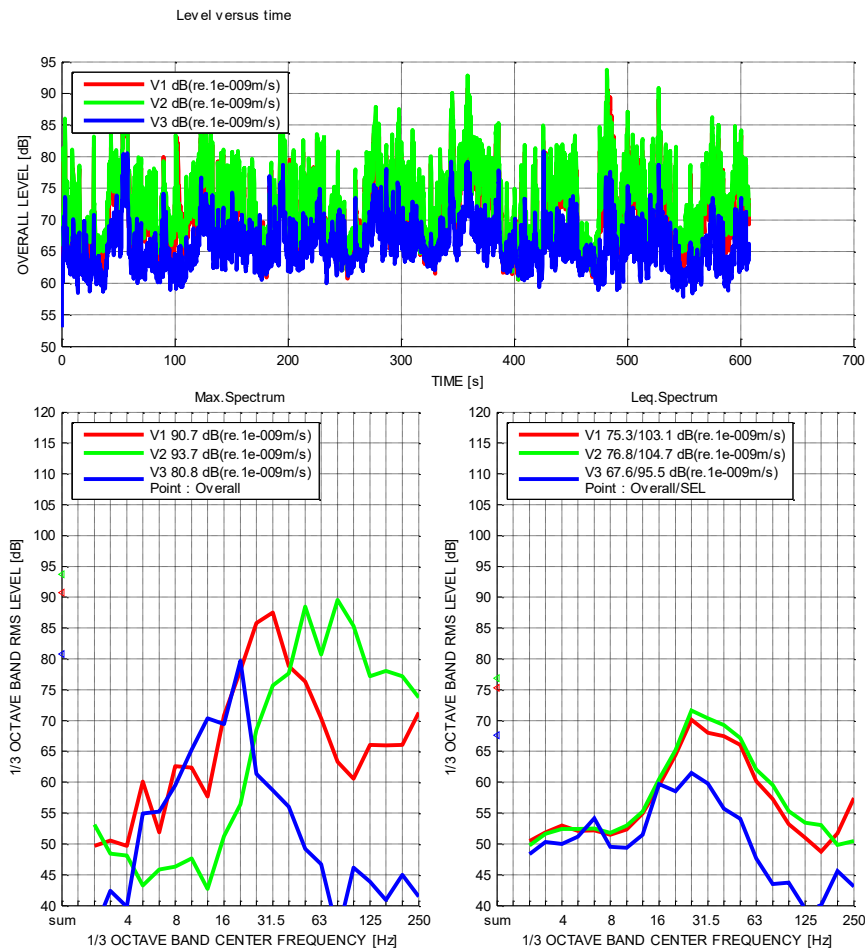
PROJECT: N5970

REC: sqd299\_rec02\_02.mat

TIME: 21/01/2025 14:05:45

SECTION: S17

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



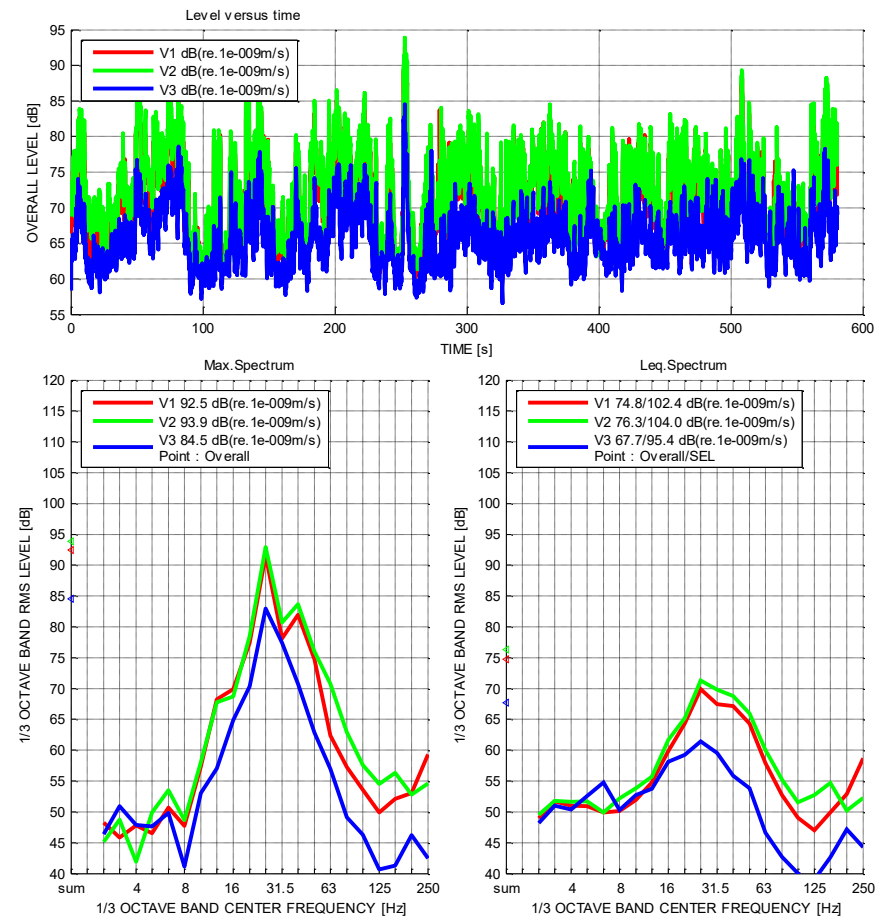
PROJECT: N5970

REC: sqd299\_rec02\_03.mat

TIME: 21/01/2025 14:15:53

SECTION: S17

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



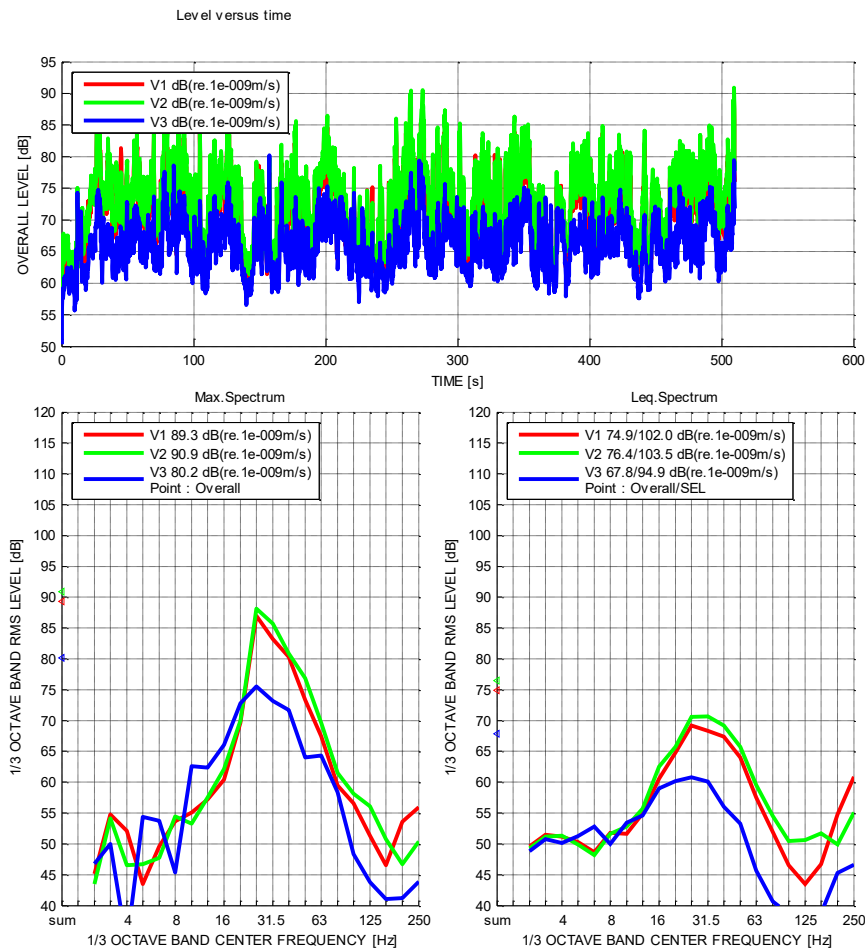
PROJECT: N5970

REC: sqd299\_rec03\_01.mat

TIME: 21/01/2025 14:26:10

SECTION: S17

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



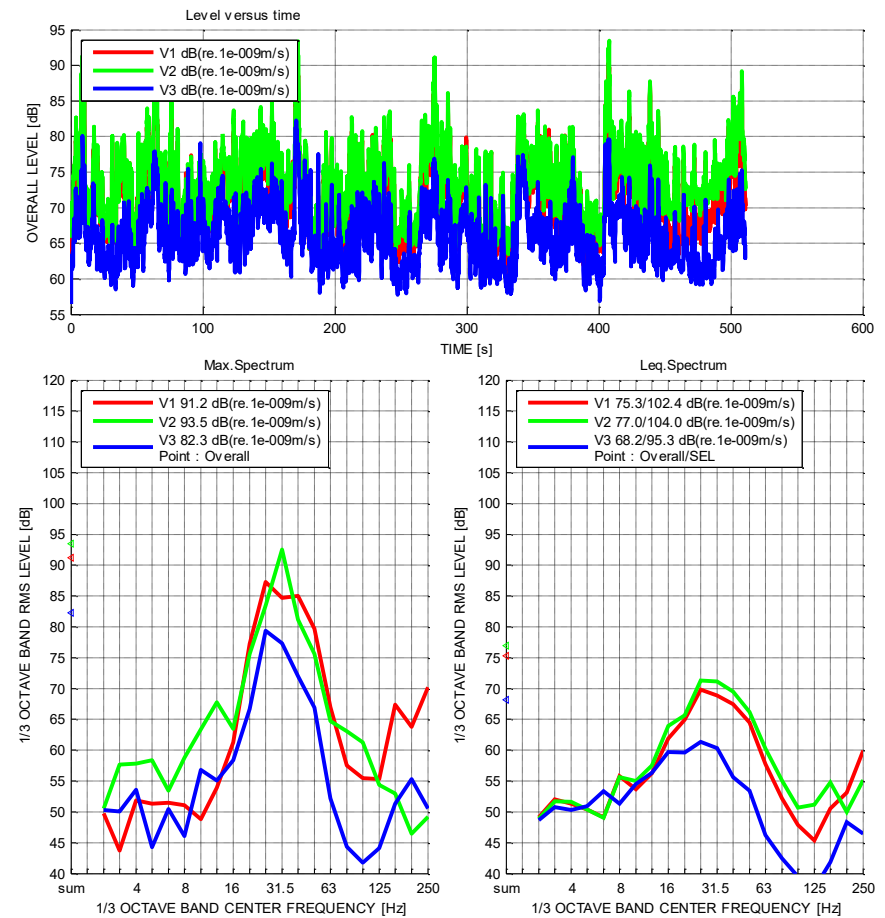
PROJECT: N5970

REC: sqd299\_rec03\_02.mat

TIME: 21/01/2025 14:34:31

SECTION: S17

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



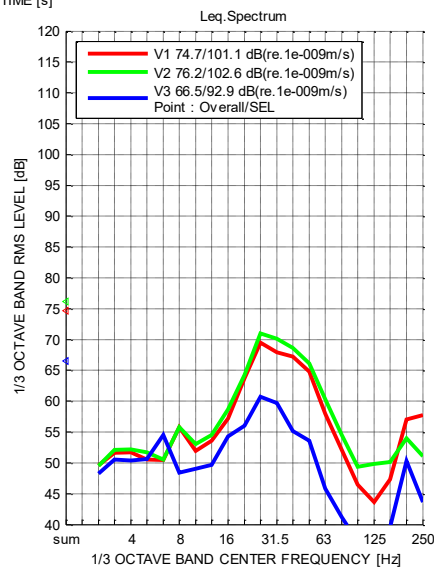
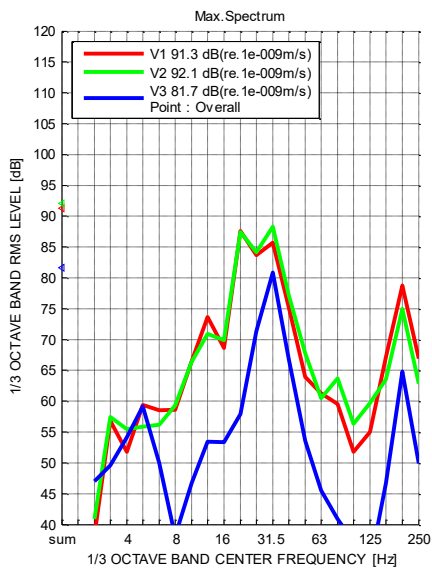
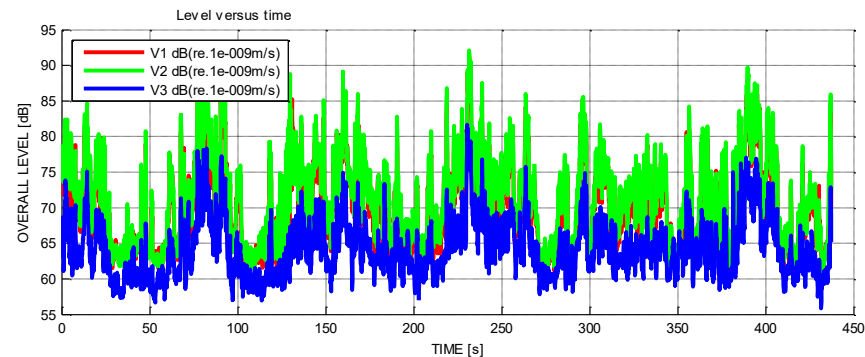
PROJECT: N5970

REC: sqd299\_rec04\_01.mat

TIME: 21/01/2025 14:43:03

SECTION: S17

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



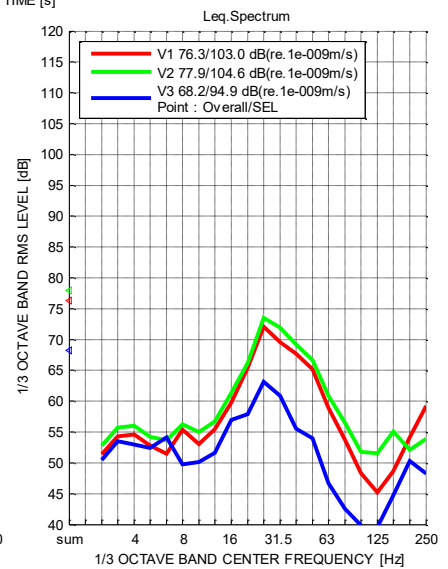
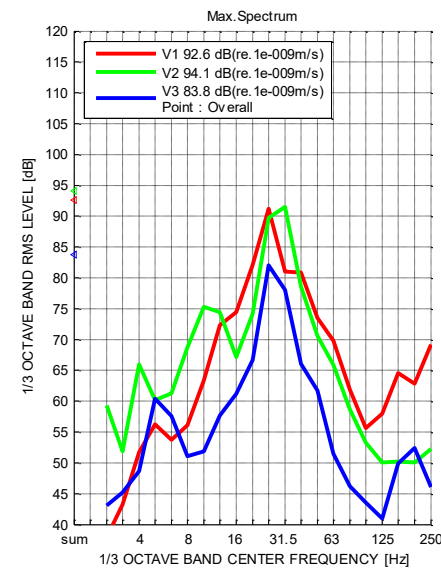
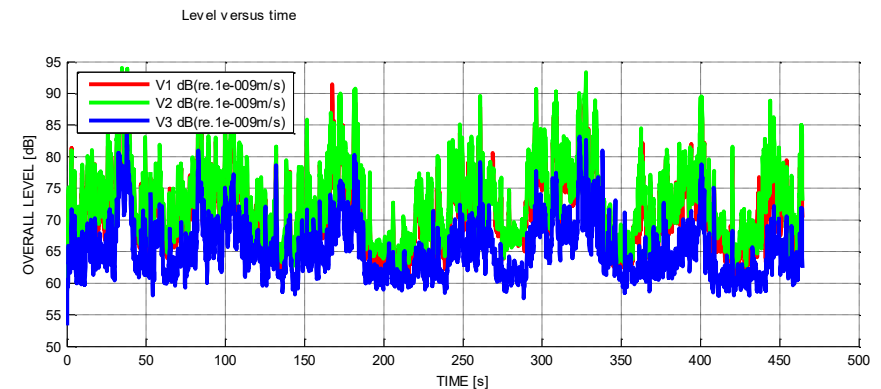
PROJECT: N5970

REC: sqd299\_rec04\_02.mat

TIME: 21/01/2025 14:50:20

SECTION: S17

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





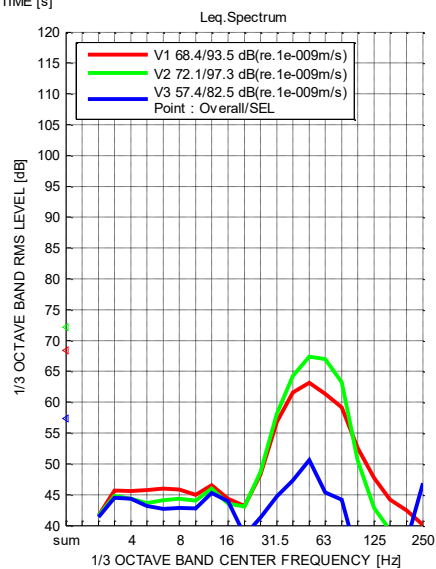
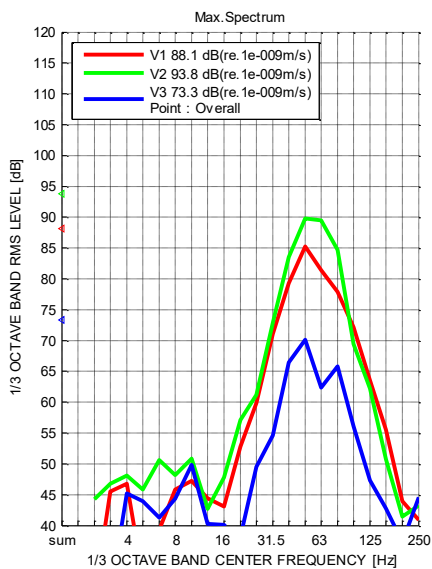
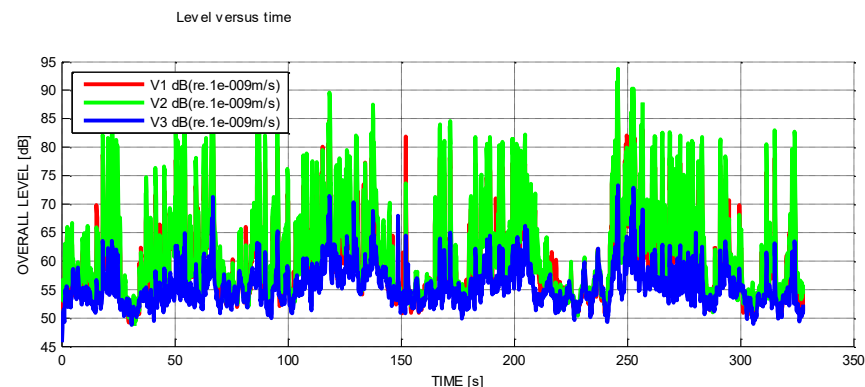
PROJECT: N5970

REC: REC014\_01.mat

TIME: 21/01/2025 14:03:20

SECTION: S18

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



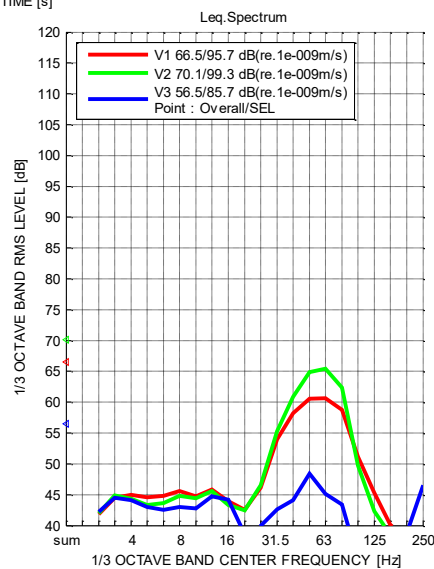
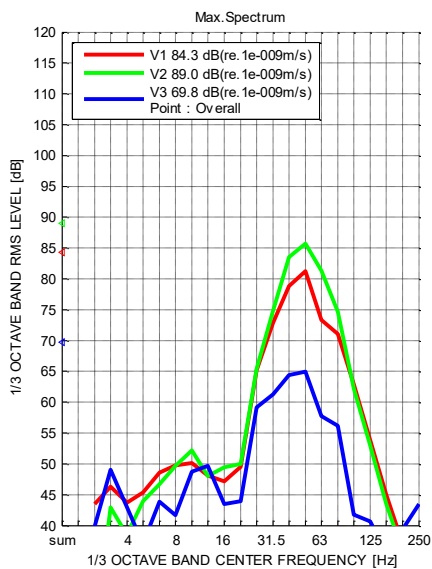
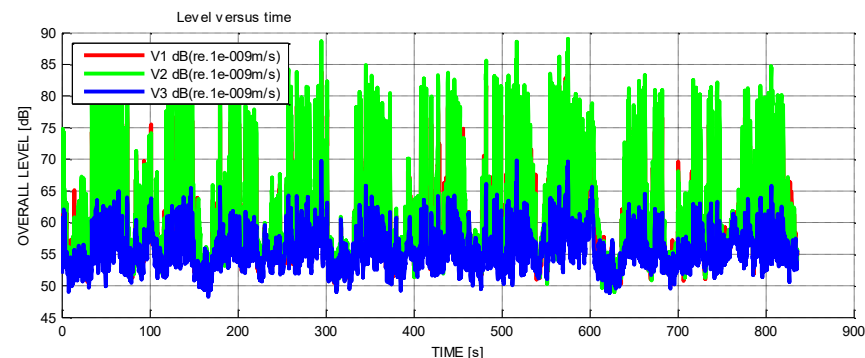
PROJECT: N5970

REC: REC014\_02.mat

TIME: 21/01/2025 14:09:19

SECTION: S18

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



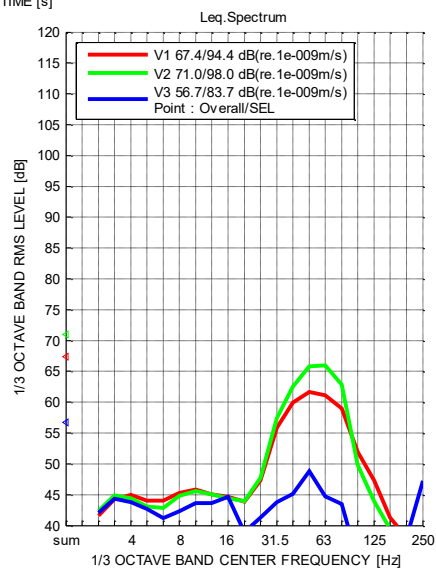
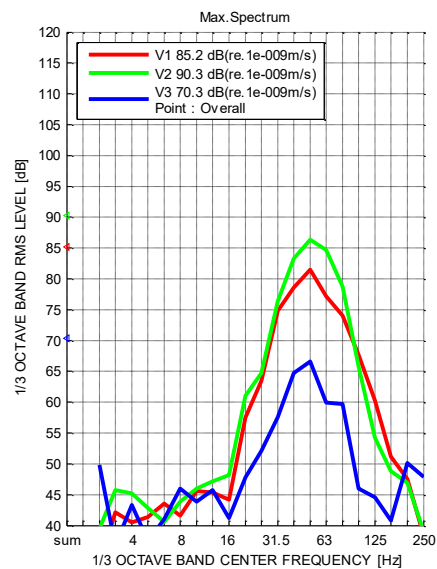
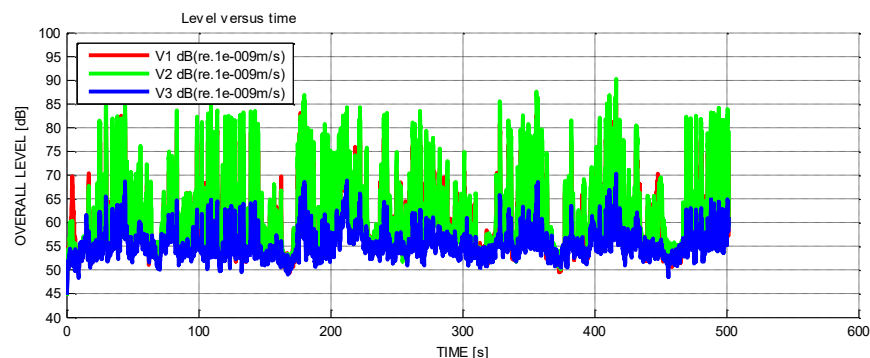
PROJECT: N5970

REC: REC015\_01.mat

TIME: 21/01/2025 14:23:18

SECTION: S18

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



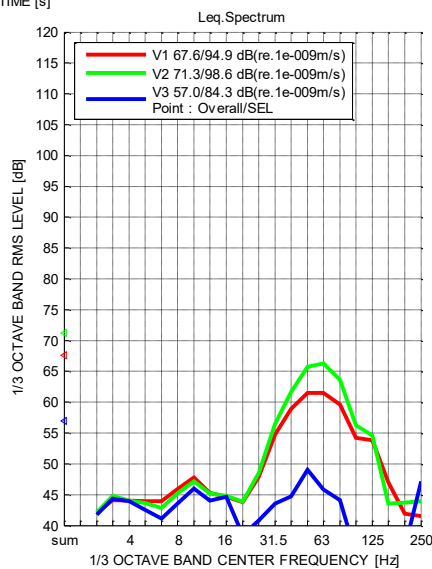
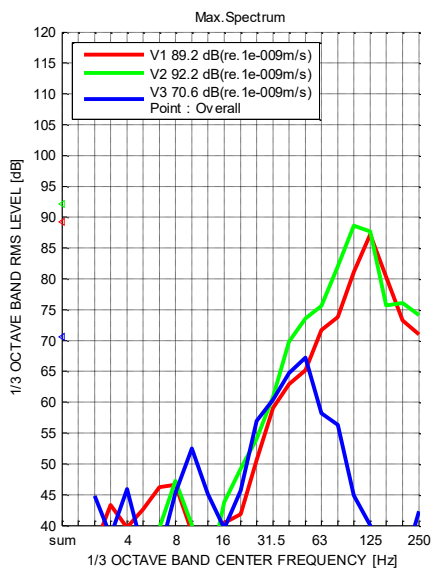
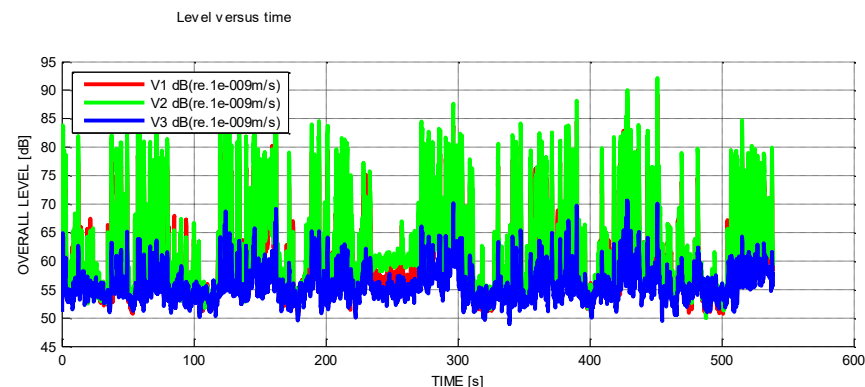
PROJECT: N5970

REC: REC015\_02.mat

TIME: 21/01/2025 14:31:38

SECTION: S18

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



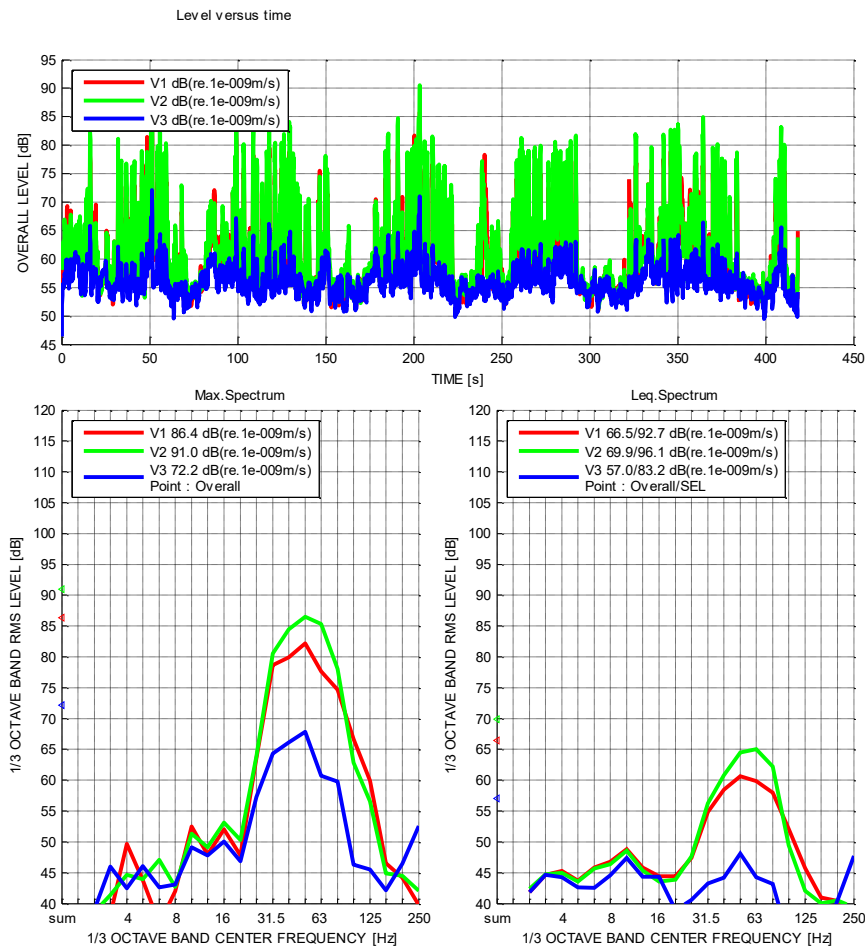
PROJECT: N5970

REC: REC016\_01.mat

TIME: 21/01/2025 14:40:37

SECTION: S18

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



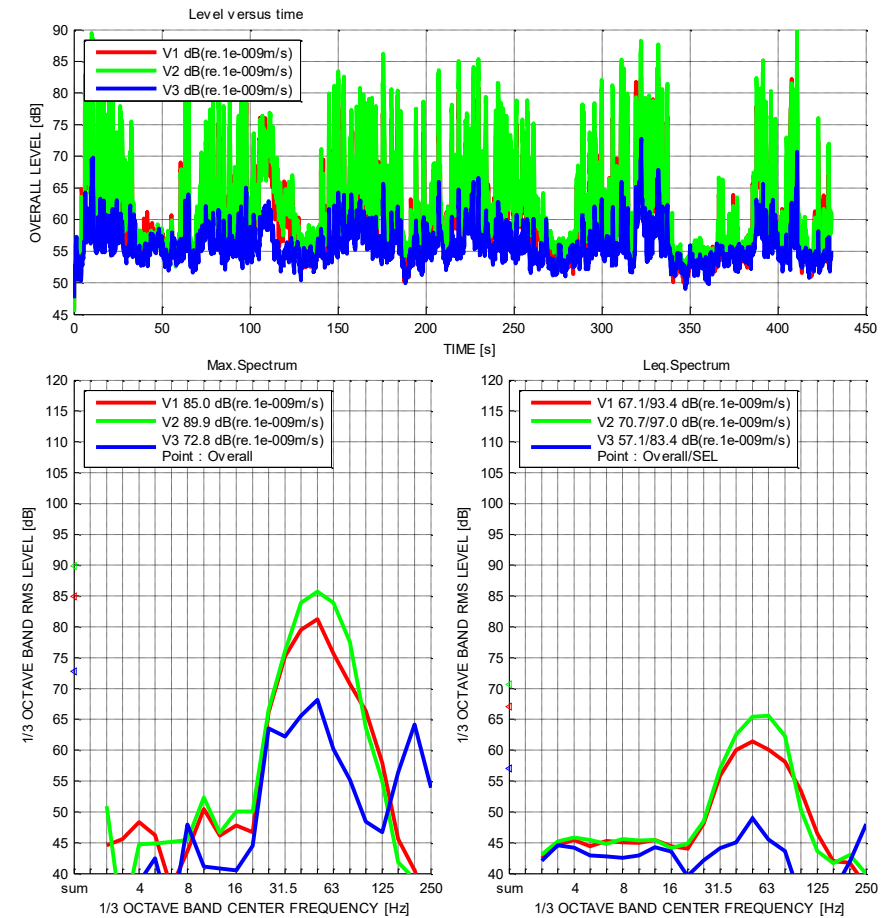
PROJECT: N5970

REC: REC016\_02.mat

TIME: 21/01/2025 14:47:30

SECTION: S18

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



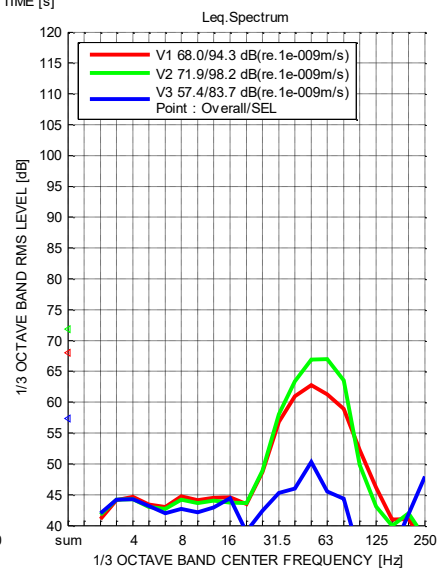
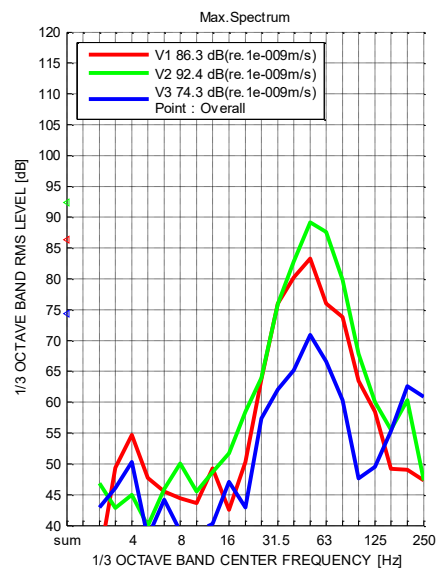
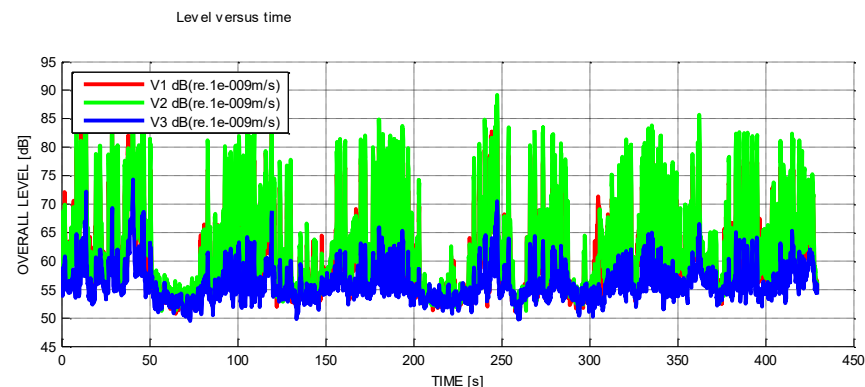
PROJECT: N5970

REC: REC017\_01.mat

TIME: 21/01/2025 14:54:43

SECTION: S18

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



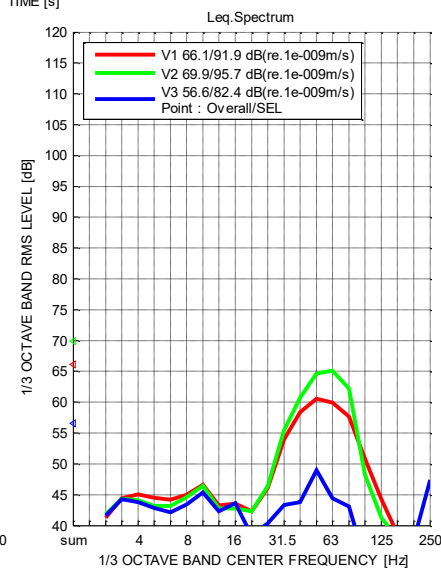
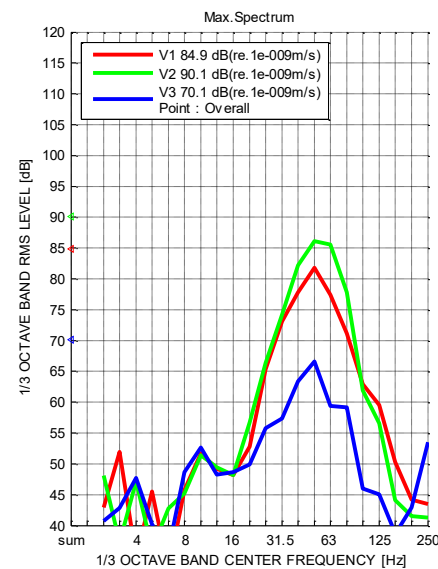
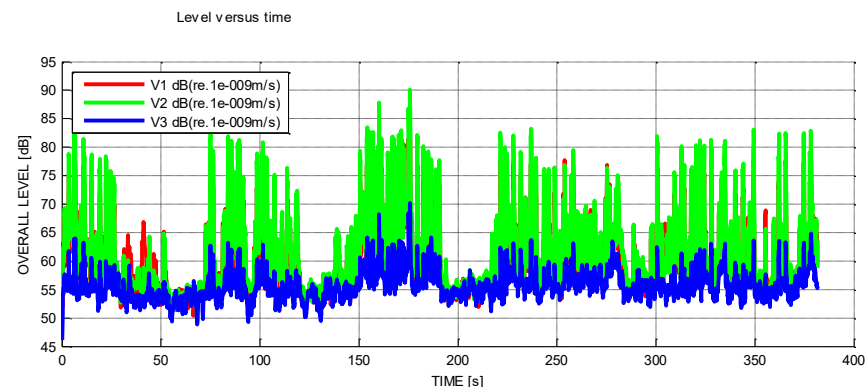
PROJECT: N5970

REC: REC017\_02.mat

TIME: 21/01/2025 15:02:23

SECTION: S18

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





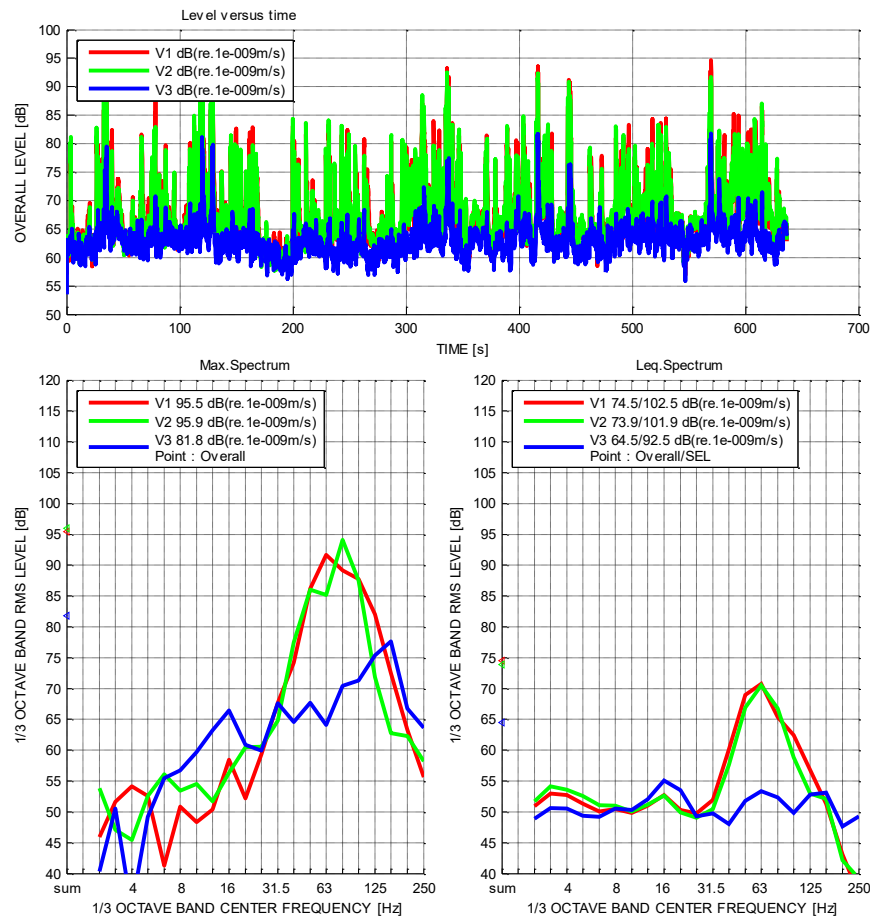
PROJECT: N5970

REC: sq144\_01.mat

TIME: 28/01/2025 09:46:29

SECTION: S19

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



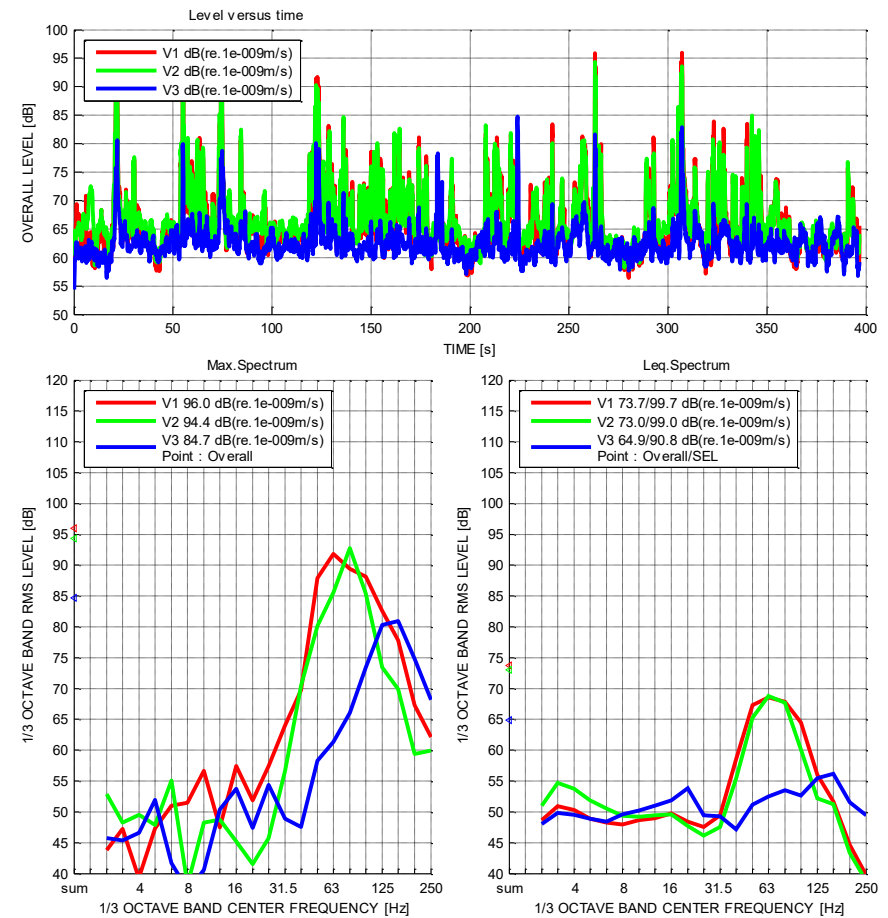
PROJECT: N5970

REC: sq144\_04.mat

TIME: 28/01/2025 10:17:57

SECTION: S19

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



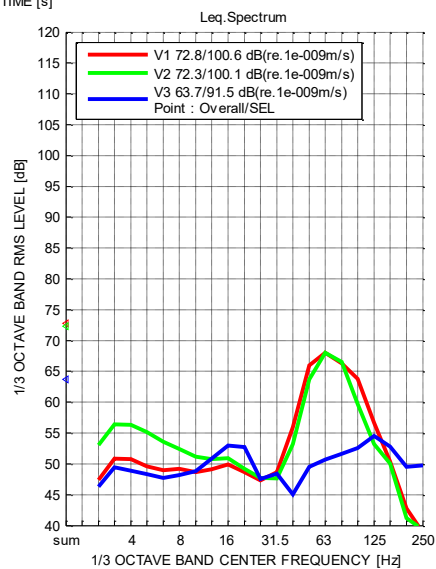
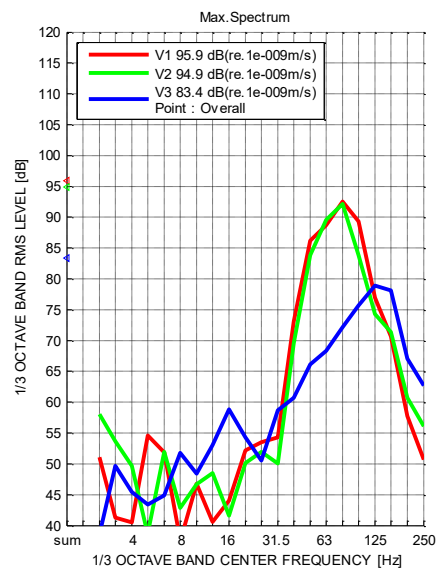
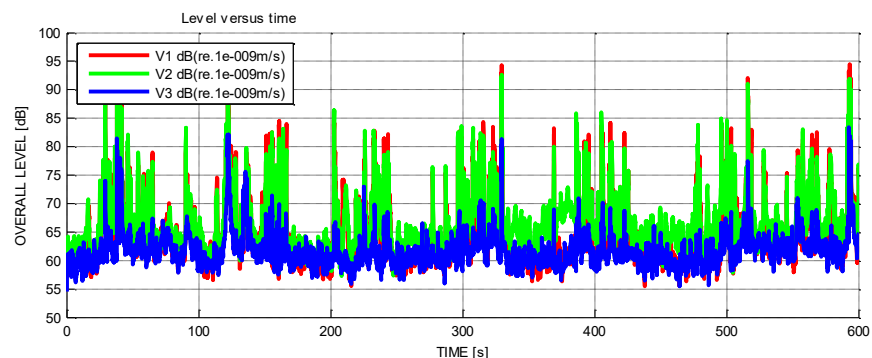
PROJECT: N5970

REC: sq144\_05\_01.mat

TIME: 28/01/2025 10:30:01

SECTION: S19

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



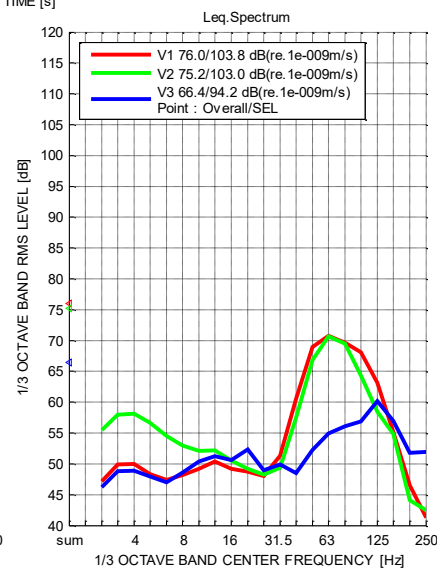
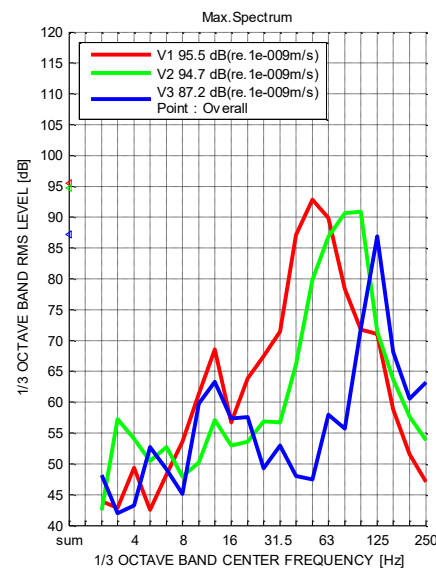
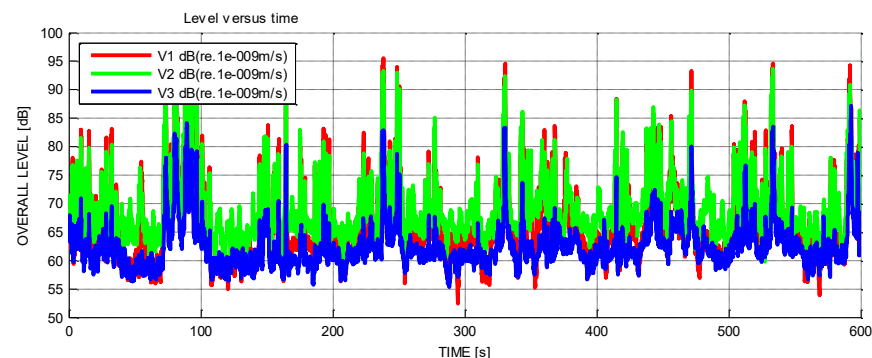
PROJECT: N5970

REC: sq144\_05\_02.mat

TIME: 28/01/2025 10:40:01

SECTION: S19

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



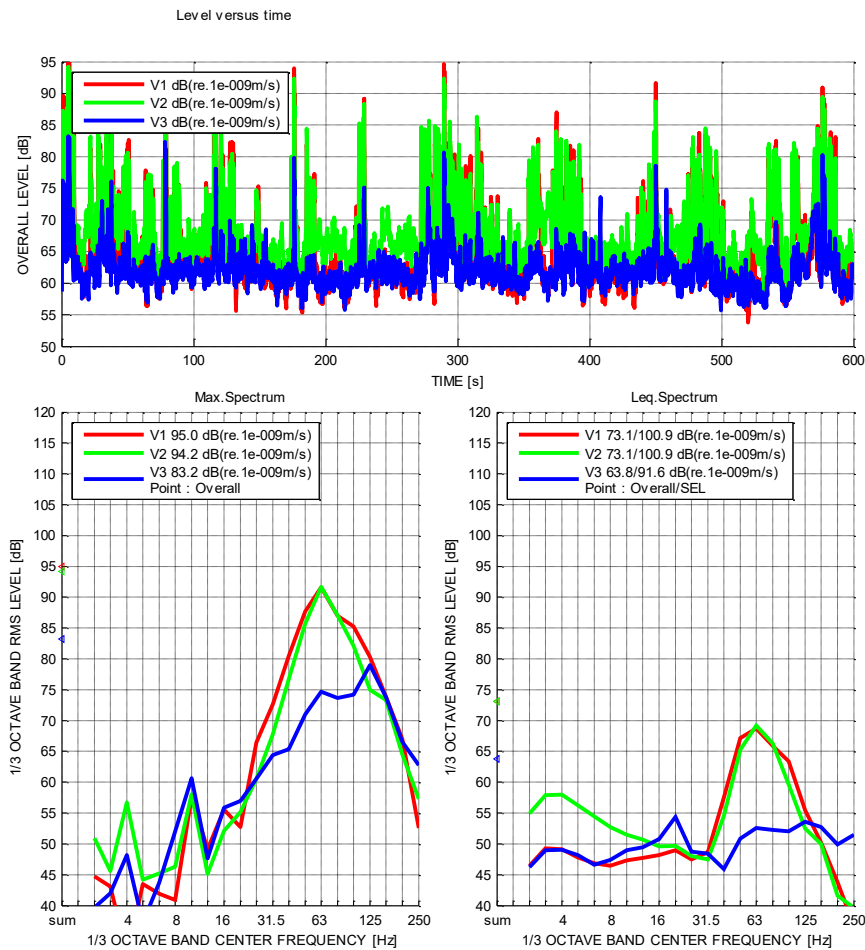
PROJECT: N5970

REC: sq144\_05\_03.mat

TIME: 28/01/2025 10:50:01

SECTION: S19

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



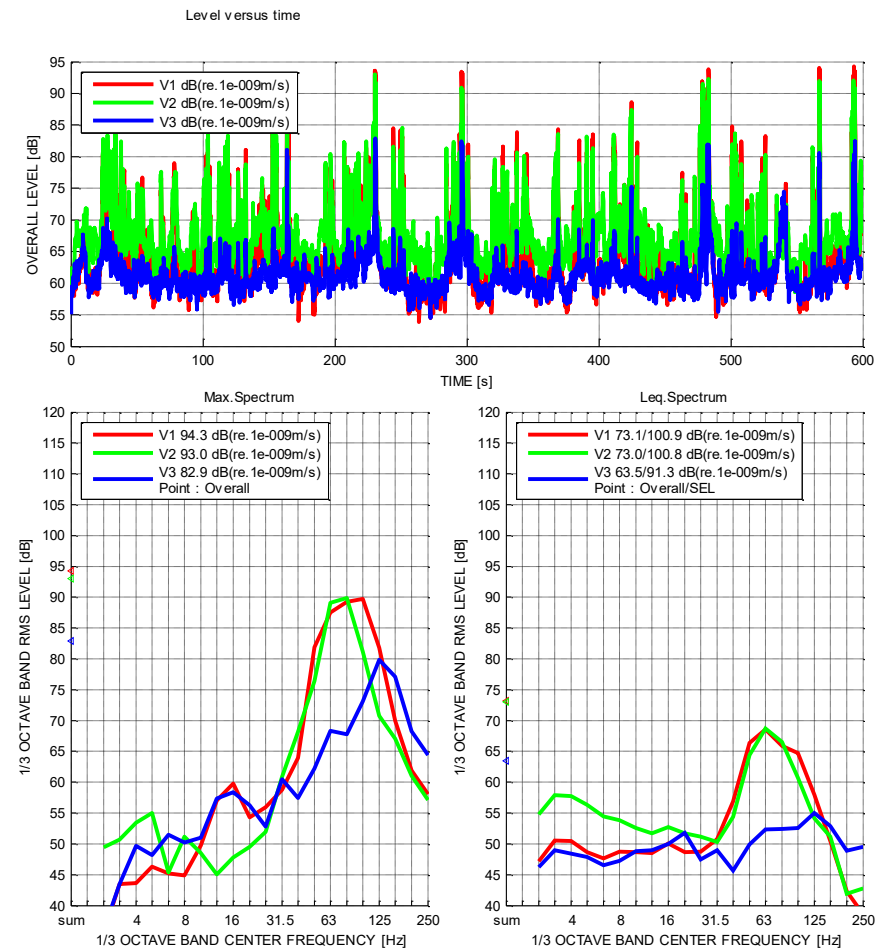
PROJECT: N5970

REC: sq144\_05\_04.mat

TIME: 28/01/2025 11:00:01

SECTION: S19

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



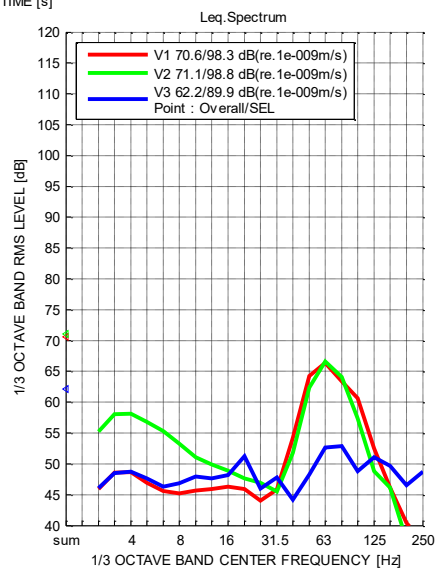
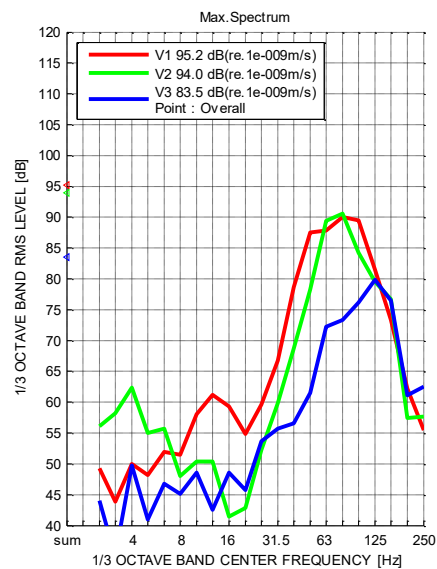
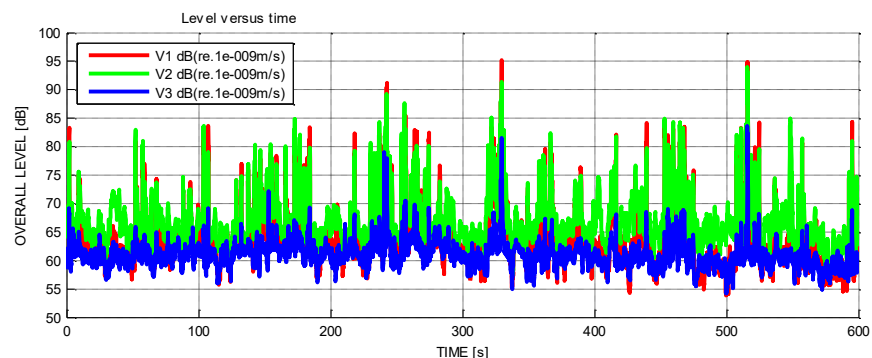
PROJECT: N5970

REC: sq144\_05\_05.mat

TIME: 28/01/2025 11:10:01

SECTION: S19

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



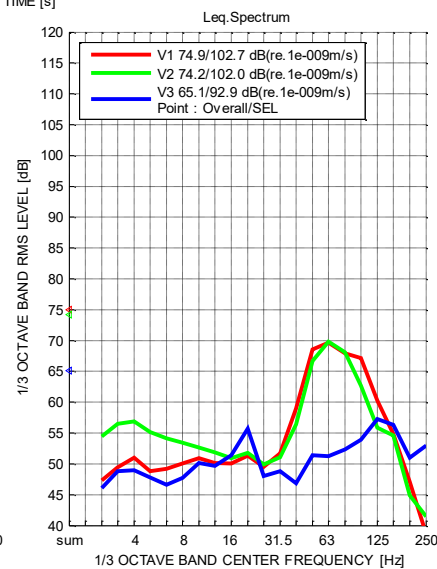
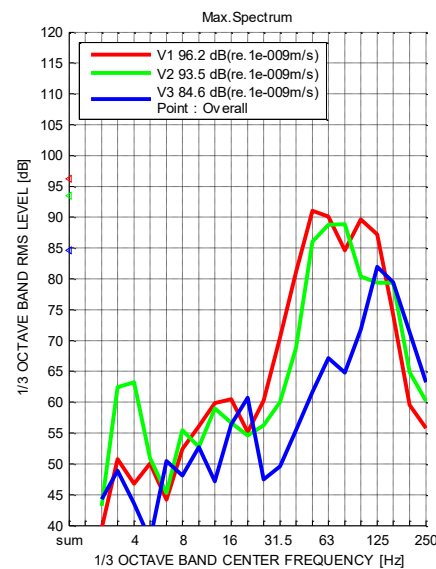
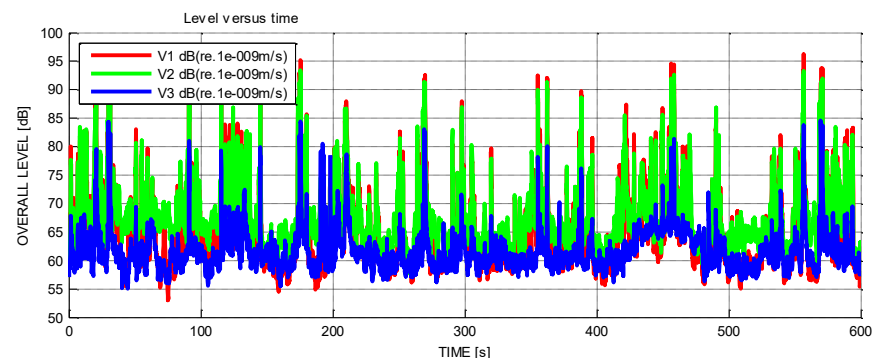
PROJECT: N5970

REC: sq144\_05\_06.mat

TIME: 28/01/2025 11:20:01

SECTION: S19

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





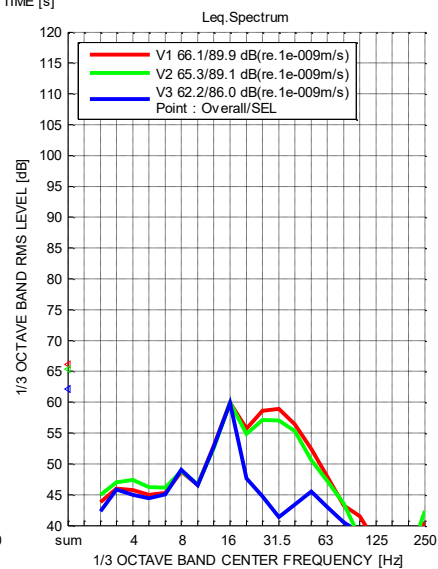
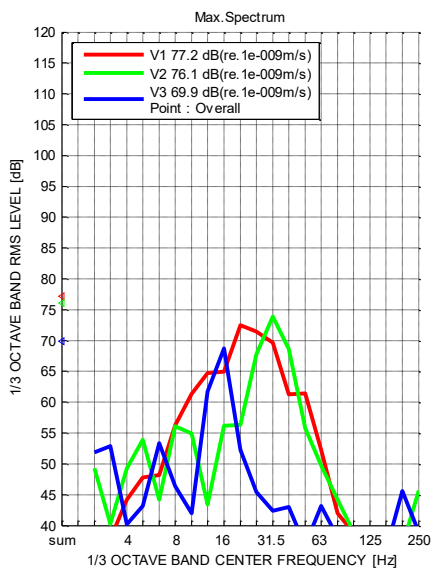
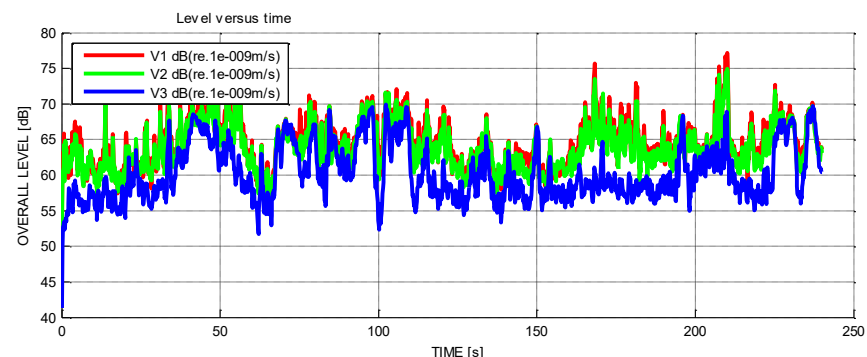
PROJECT: N5970

REC: REC001\_01.mat

TIME: 28/01/2025 09:37:47

SECTION: S20

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



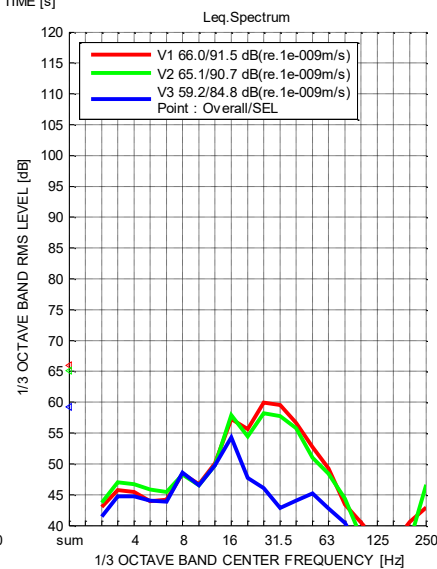
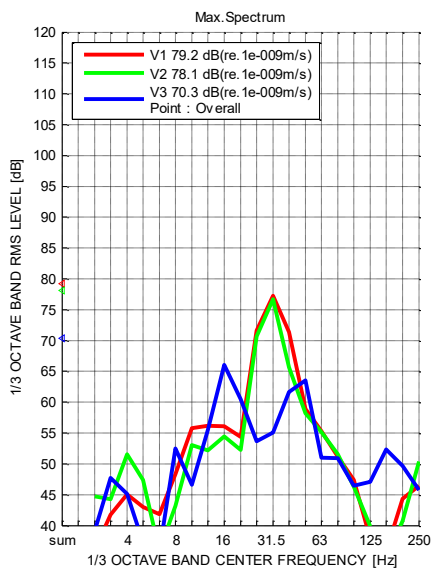
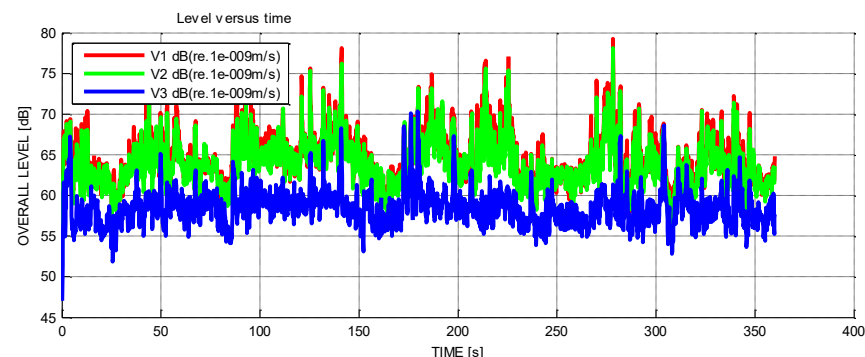
PROJECT: N5970

REC: REC001\_02.mat

TIME: 28/01/2025 09:42:04

SECTION: S20

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



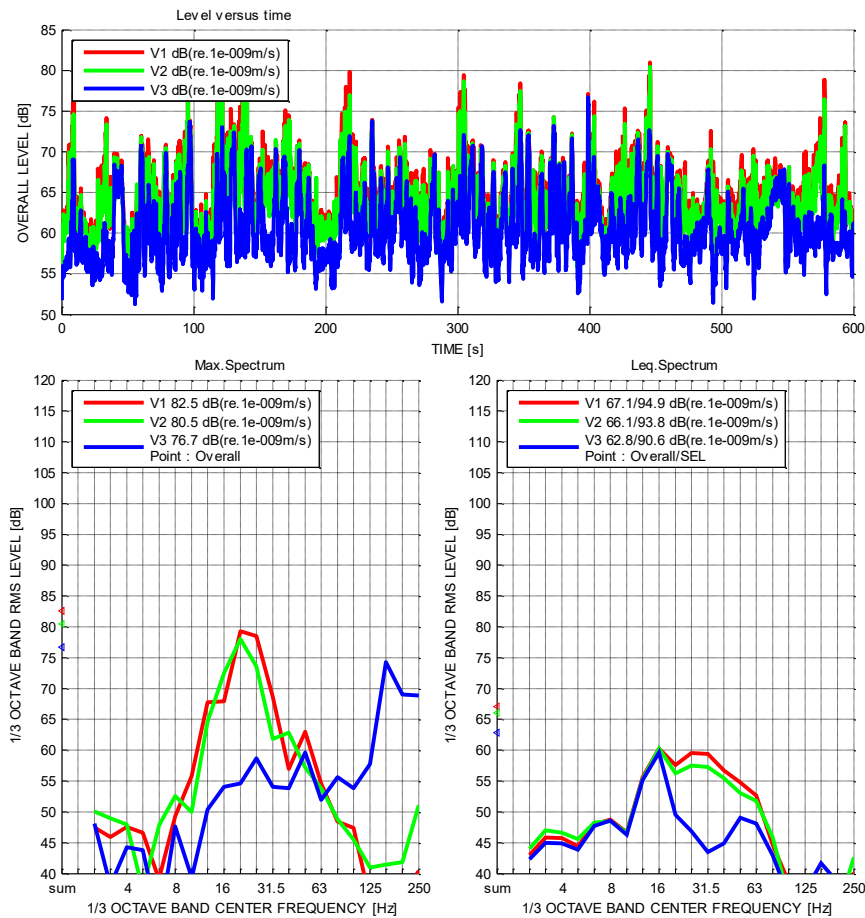
PROJECT: N5970

REC: REC002\_01.mat

TIME: 28/01/2025 09:53:32

SECTION: S20

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



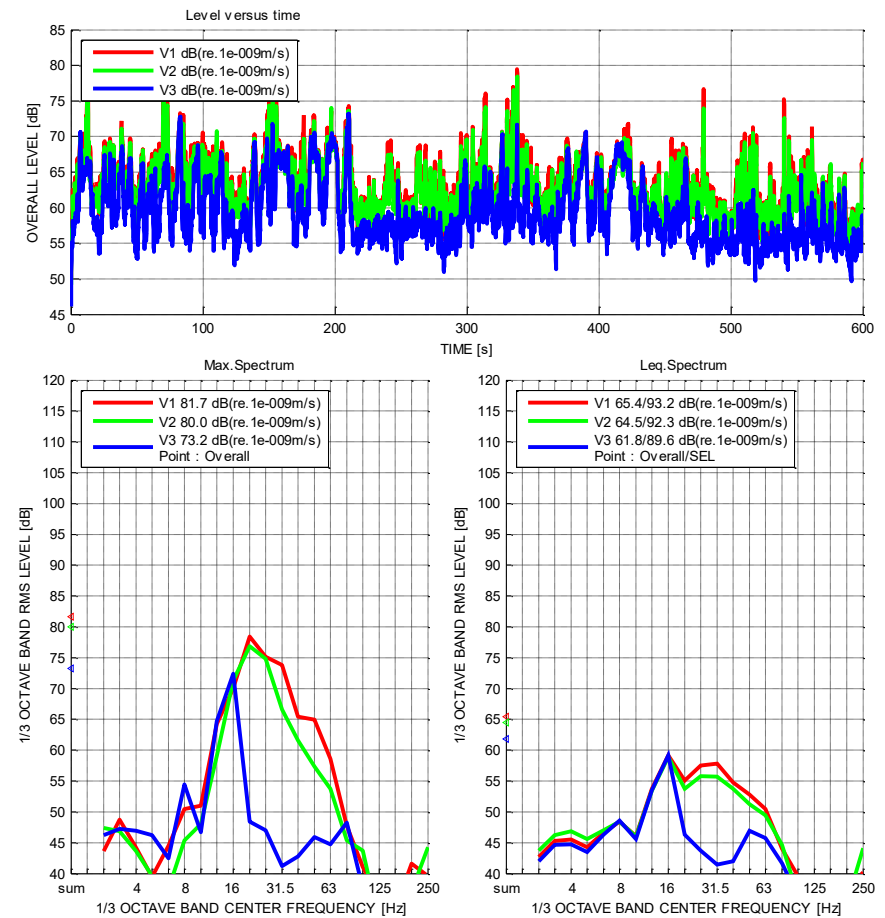
PROJECT: N5970

REC: REC002\_02.mat

TIME: 28/01/2025 10:03:32

SECTION: S20

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



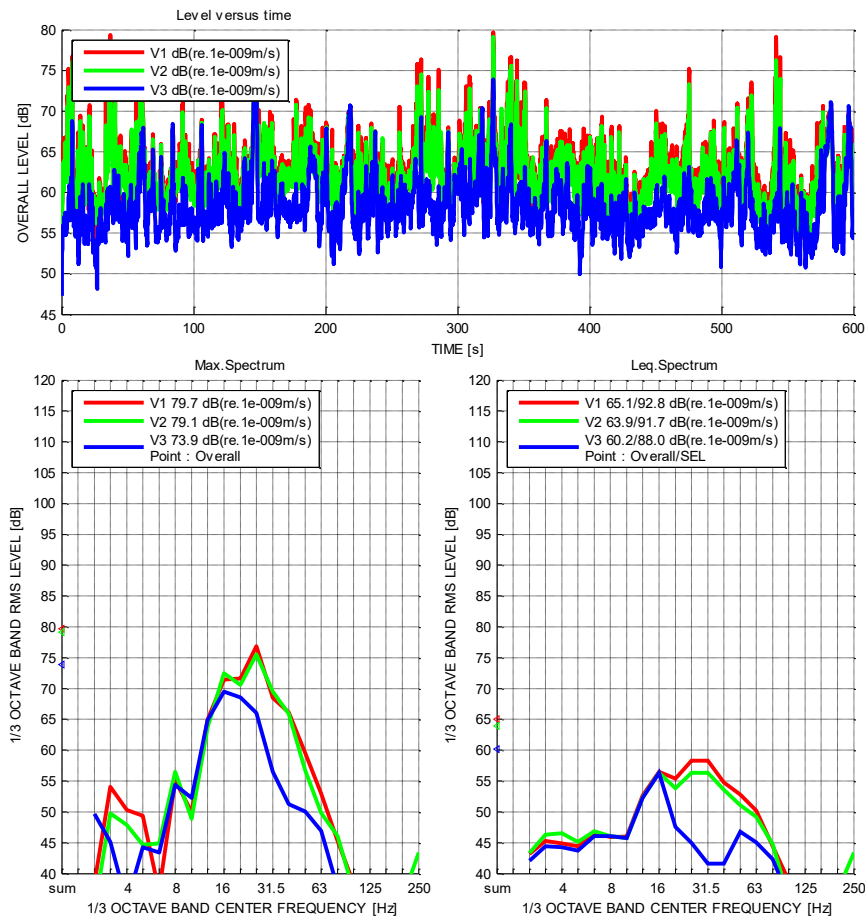
PROJECT: N5970

REC: REC002\_03.mat

TIME: 28/01/2025 10:13:32

SECTION: S20

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



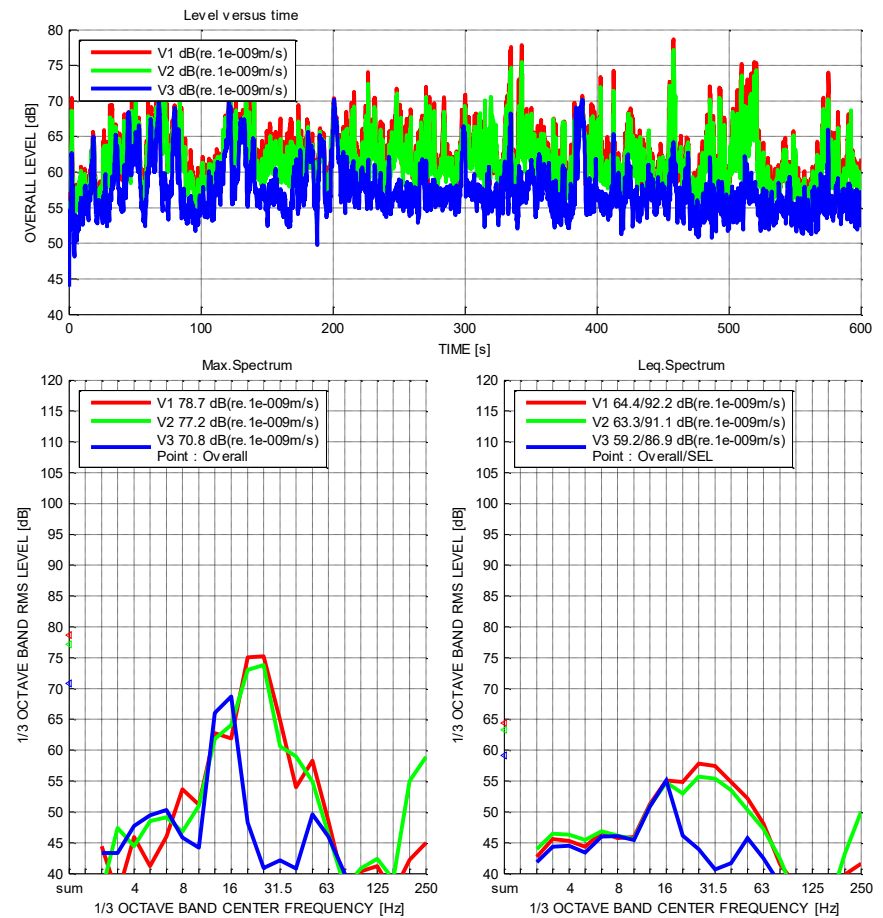
PROJECT: N5970

REC: REC002\_04.mat

TIME: 28/01/2025 10:23:32

SECTION: S20

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



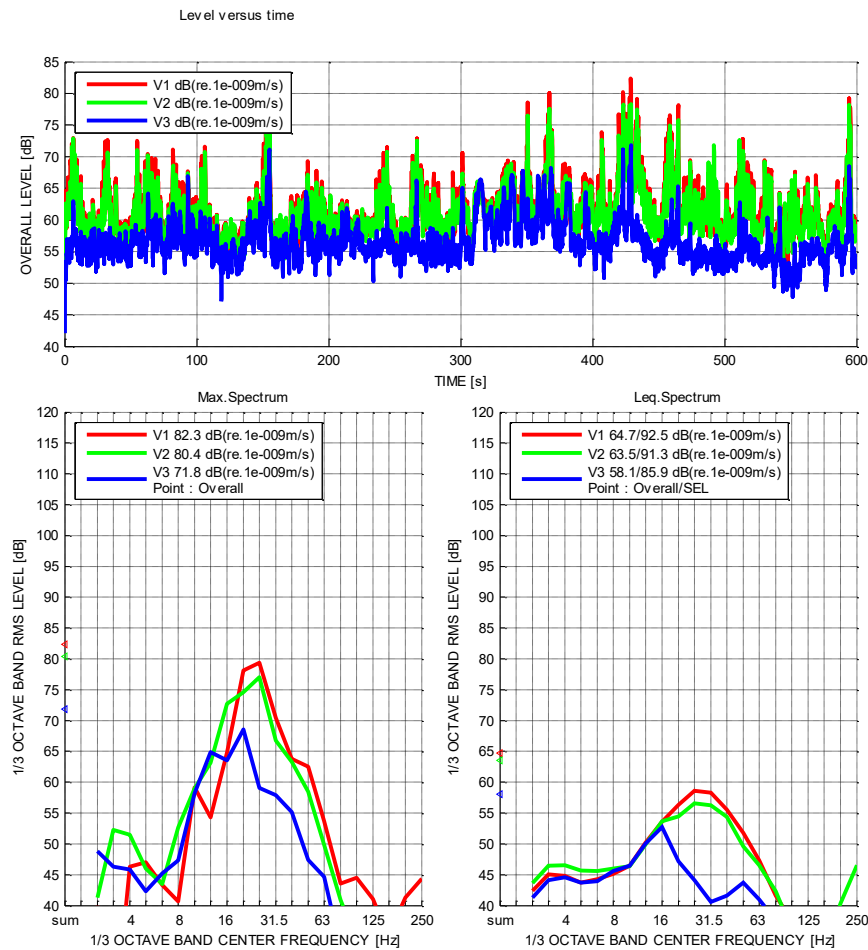
PROJECT: N5970

REC: REC002\_05.mat

TIME: 28/01/2025 10:33:32

SECTION: S20

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



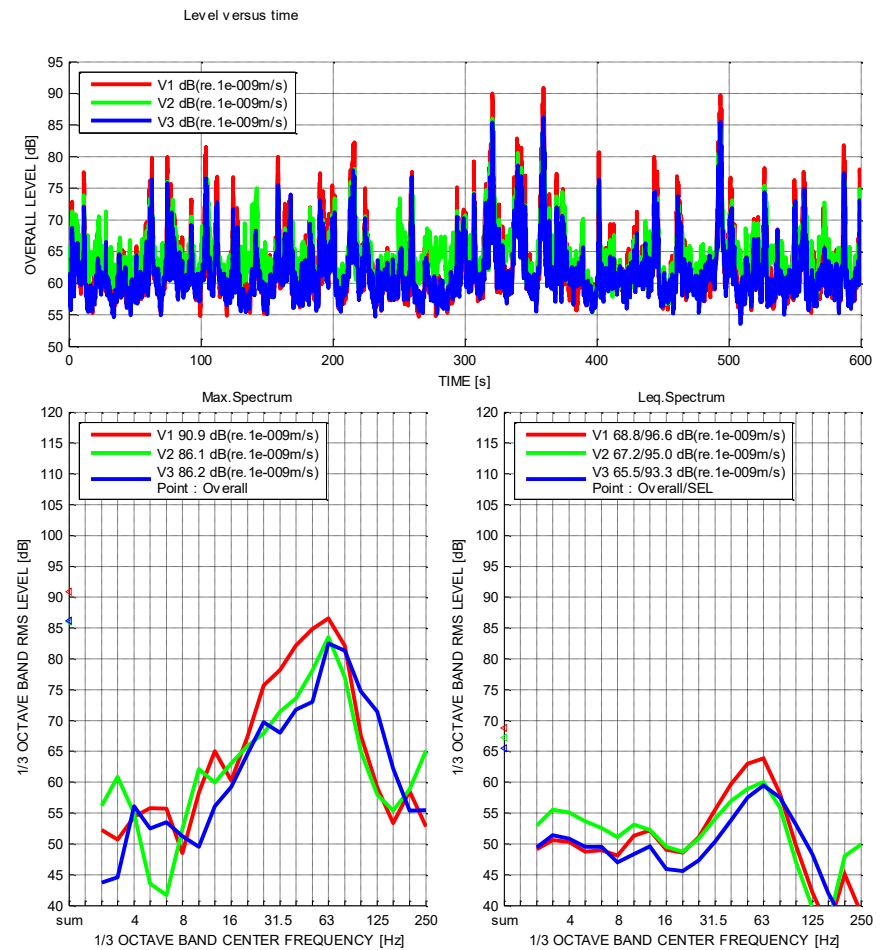
PROJECT: N5970

REC: sq299\_02\_01.mat

TIME: 28/01/2025 11:11:03

SECTION: S21

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





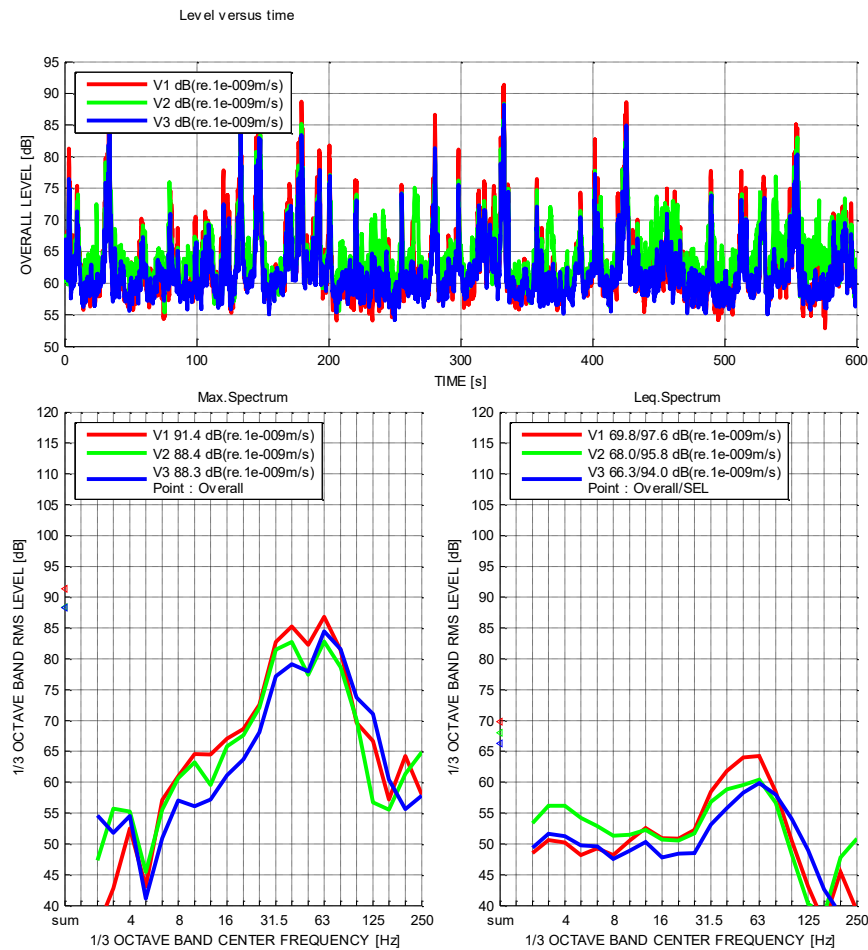
PROJECT: N5970

REC: sq299\_02\_02.mat

TIME: 28/01/2025 11:21:03

SECTION: S21

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



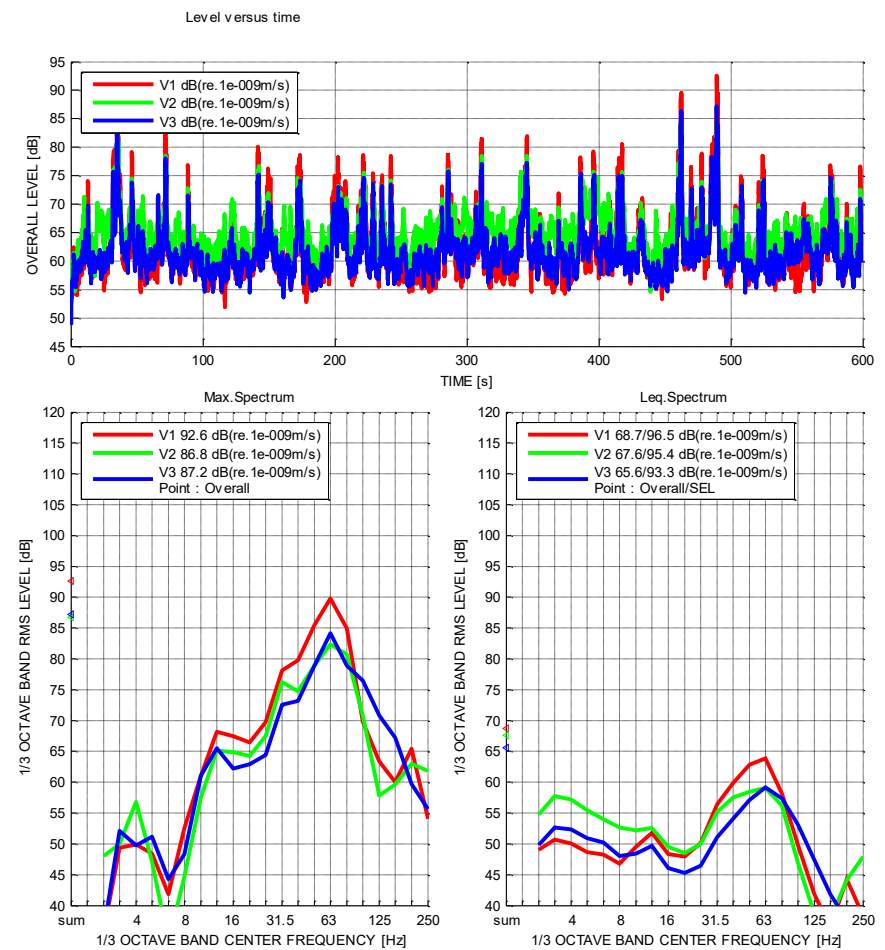
PROJECT: N5970

REC: sq299\_02\_03.mat

TIME: 28/01/2025 11:31:03

SECTION: S21

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



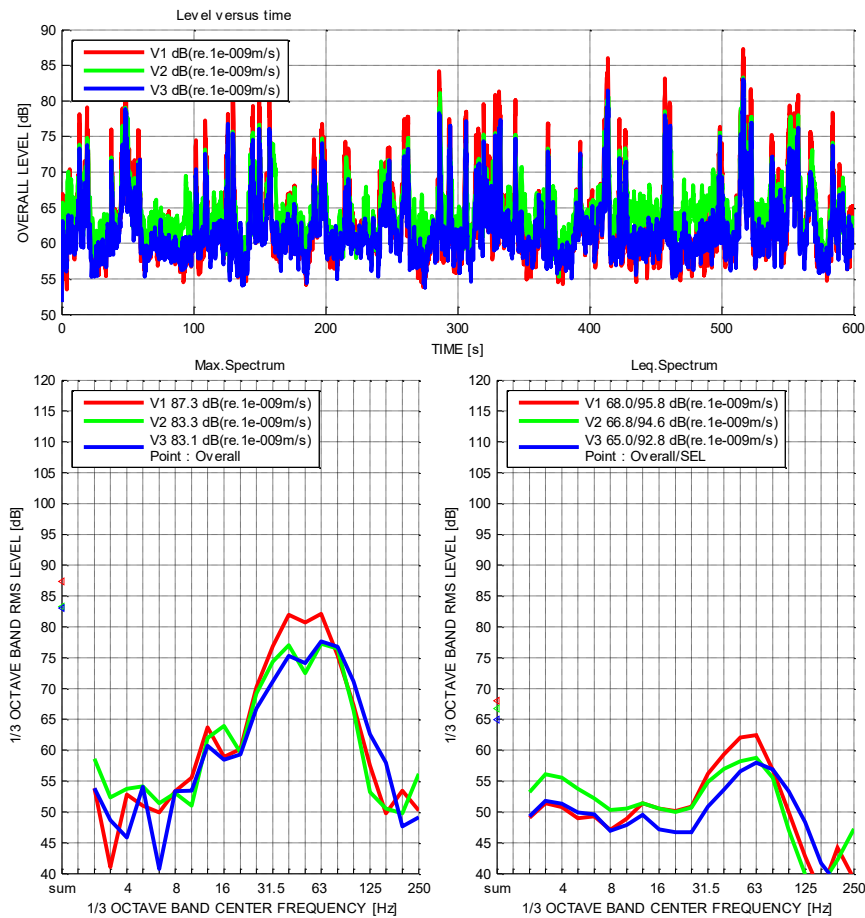
PROJECT: N5970

REC: sq299\_02\_04.mat

TIME: 28/01/2025 11:41:03

SECTION: S21

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



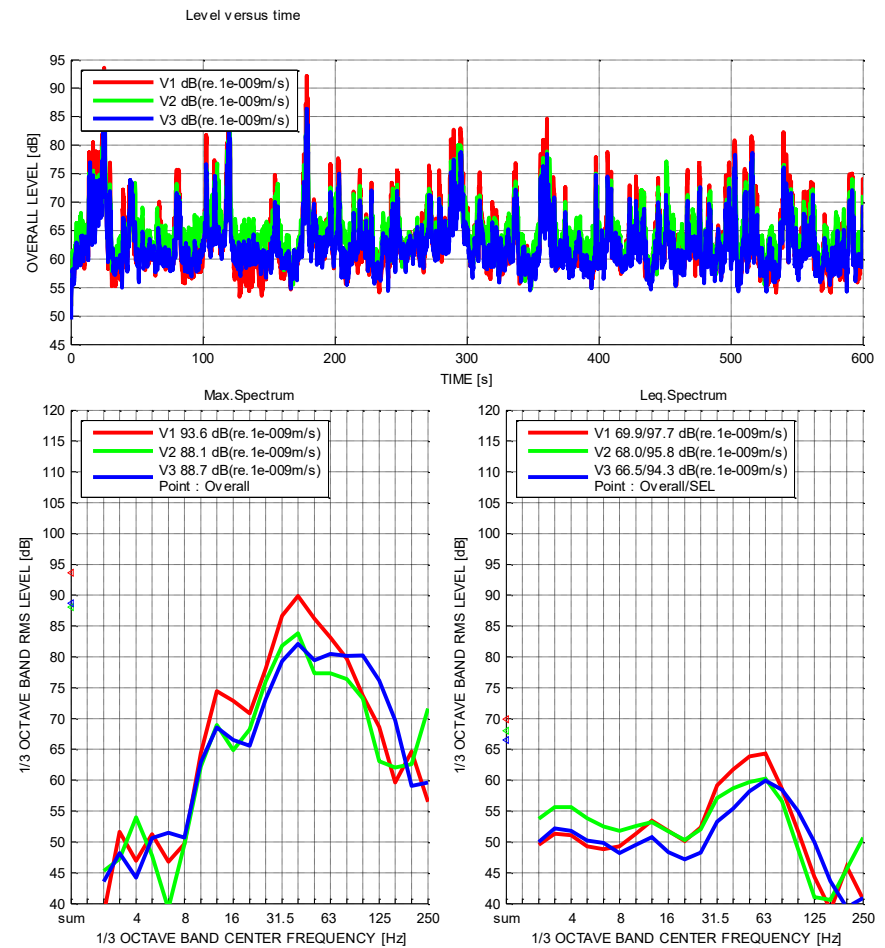
PROJECT: N5970

REC: sq299\_02\_05.mat

TIME: 28/01/2025 11:51:03

SECTION: S21

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



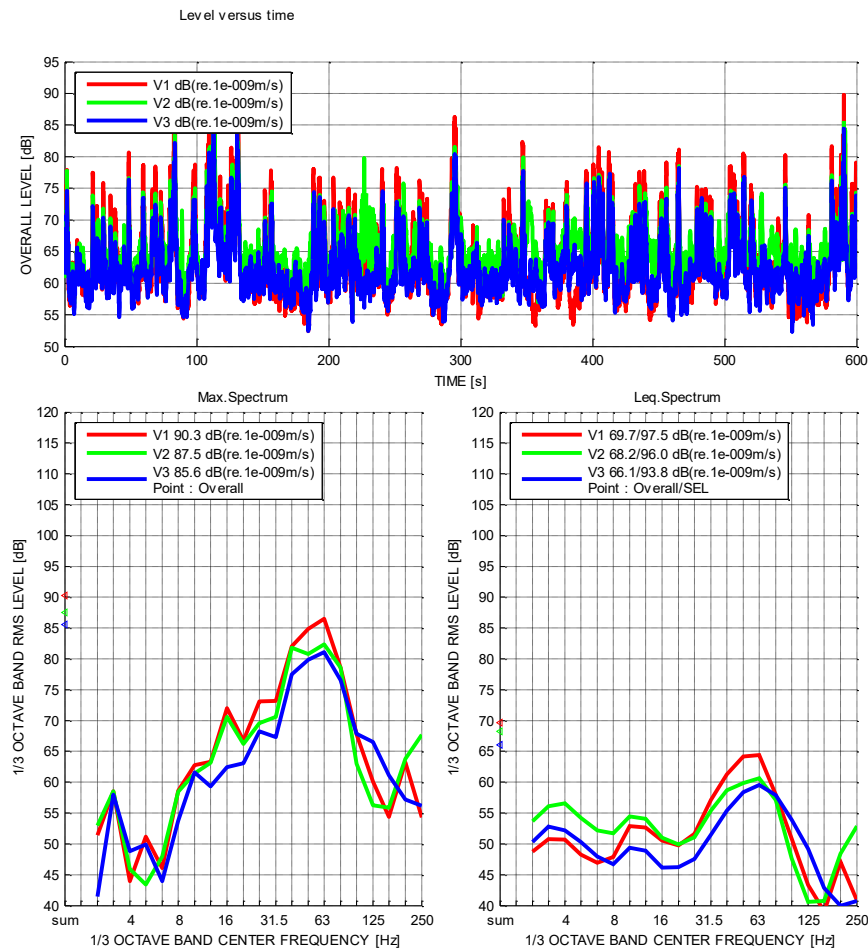
PROJECT: N5970

REC: sq299\_02\_06.mat

TIME: 28/01/2025 12:01:03

SECTION: S21

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



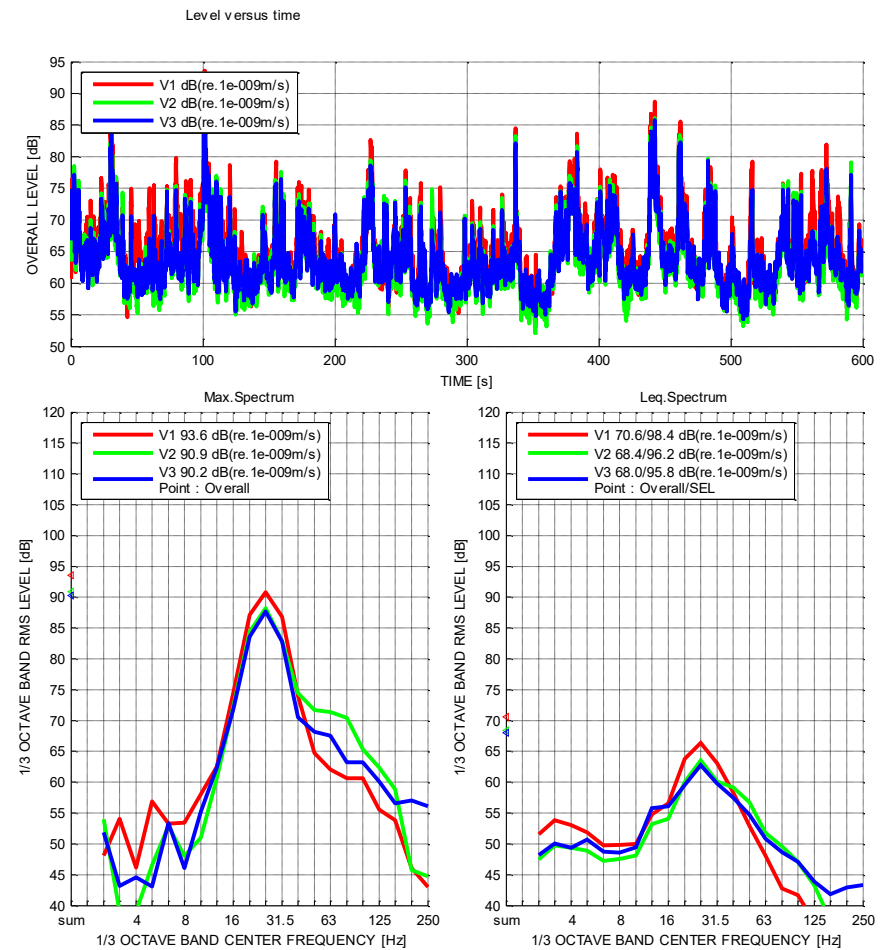
PROJECT: N5970

REC: Sq299\_03\_01.mat

TIME: 28/01/2025 15:10:25

SECTION: S22

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



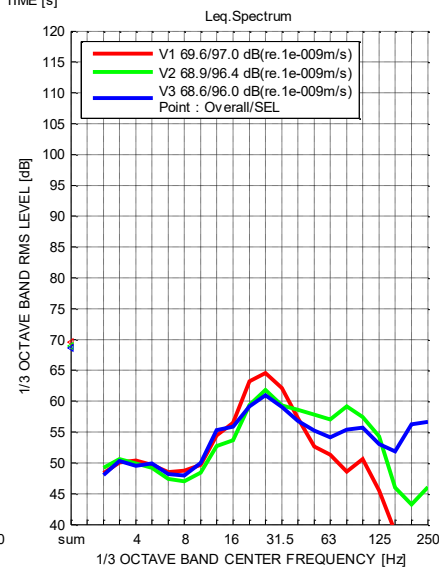
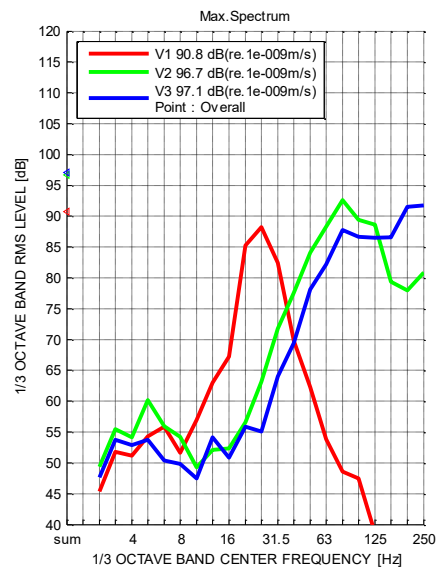
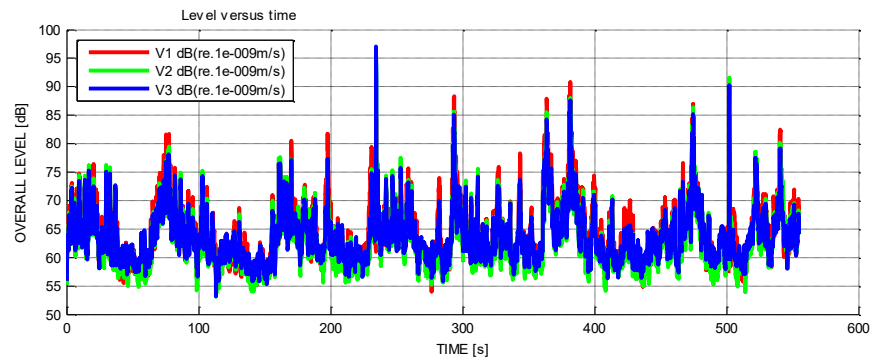
PROJECT: N5970

REC: Sq299\_03\_02.mat

TIME: 28/01/2025 15:20:25

SECTION: S22

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



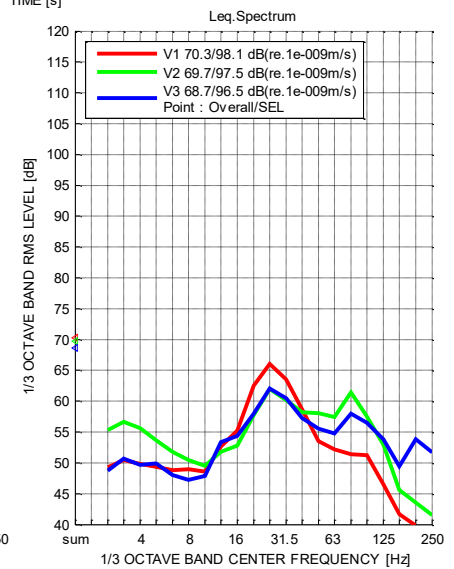
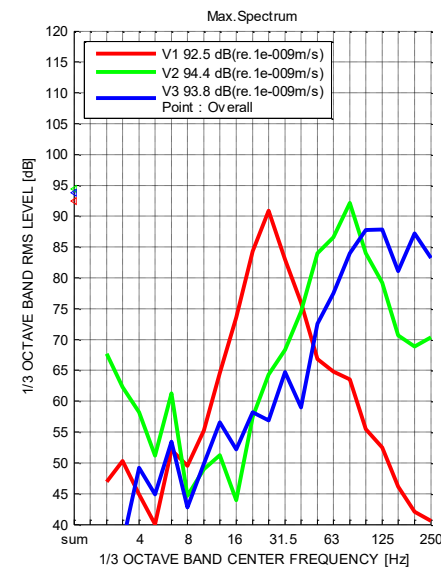
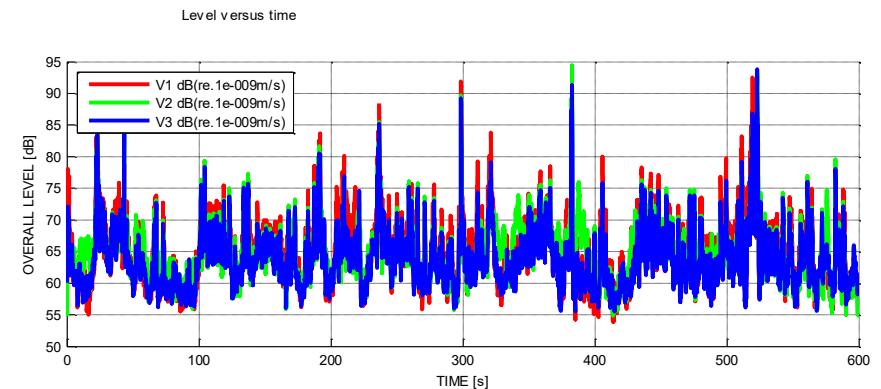
PROJECT: N5970

REC: Sq299\_04\_01.mat

TIME: 28/01/2025 15:43:41

SECTION: S22

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





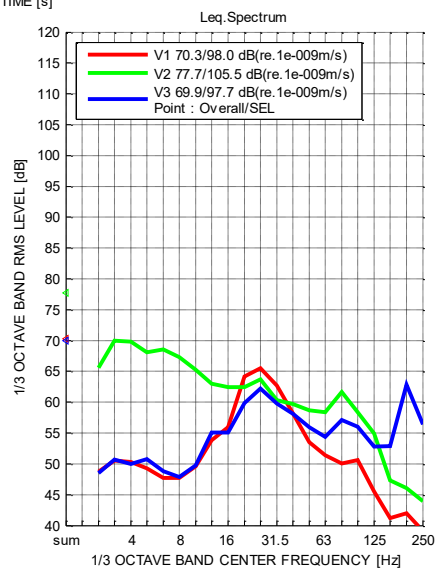
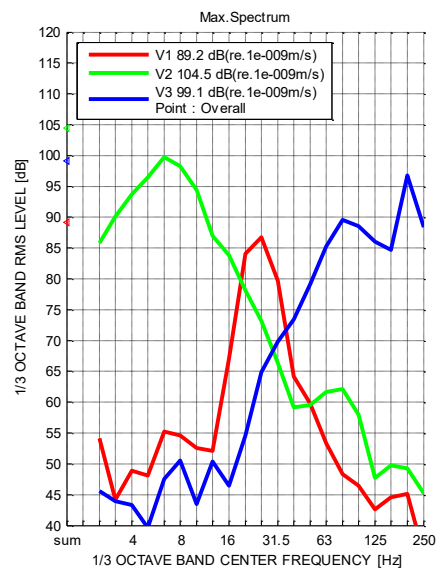
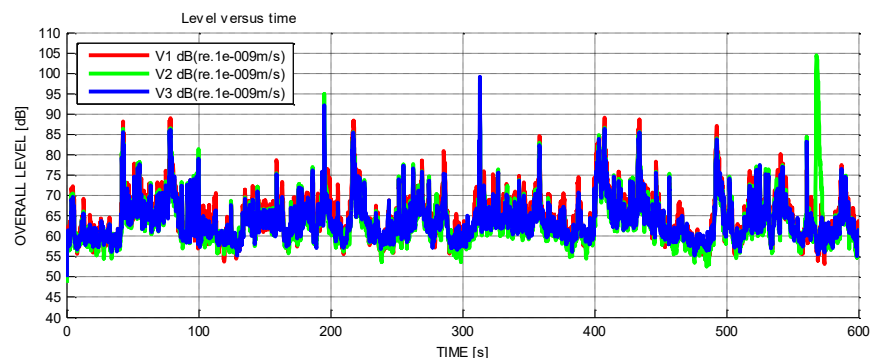
PROJECT: N5970

REC: Sq299\_04\_03.mat

TIME: 28/01/2025 16:03:41

SECTION: S22

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



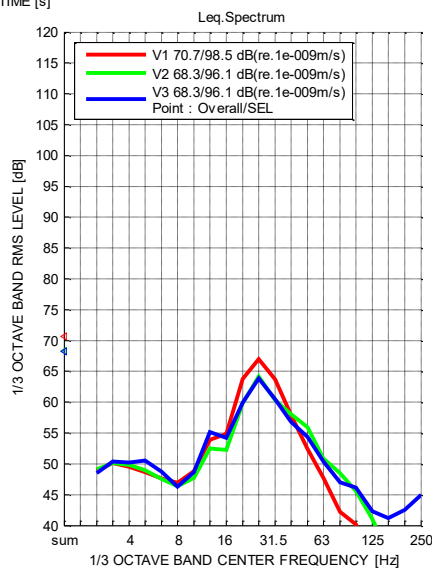
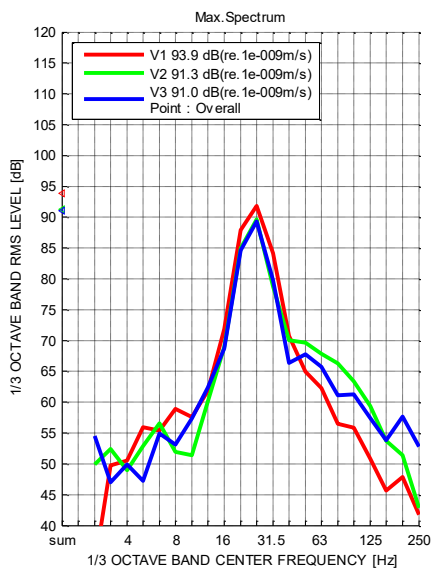
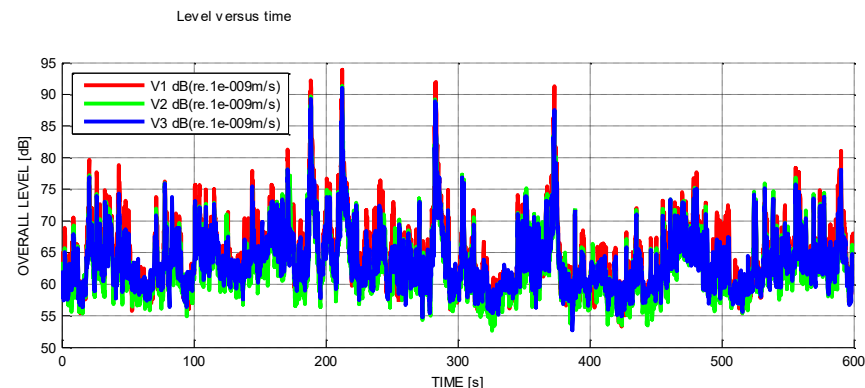
PROJECT: N5970

REC: Sq299\_04\_04.mat

TIME: 28/01/2025 16:13:41

SECTION: S22

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



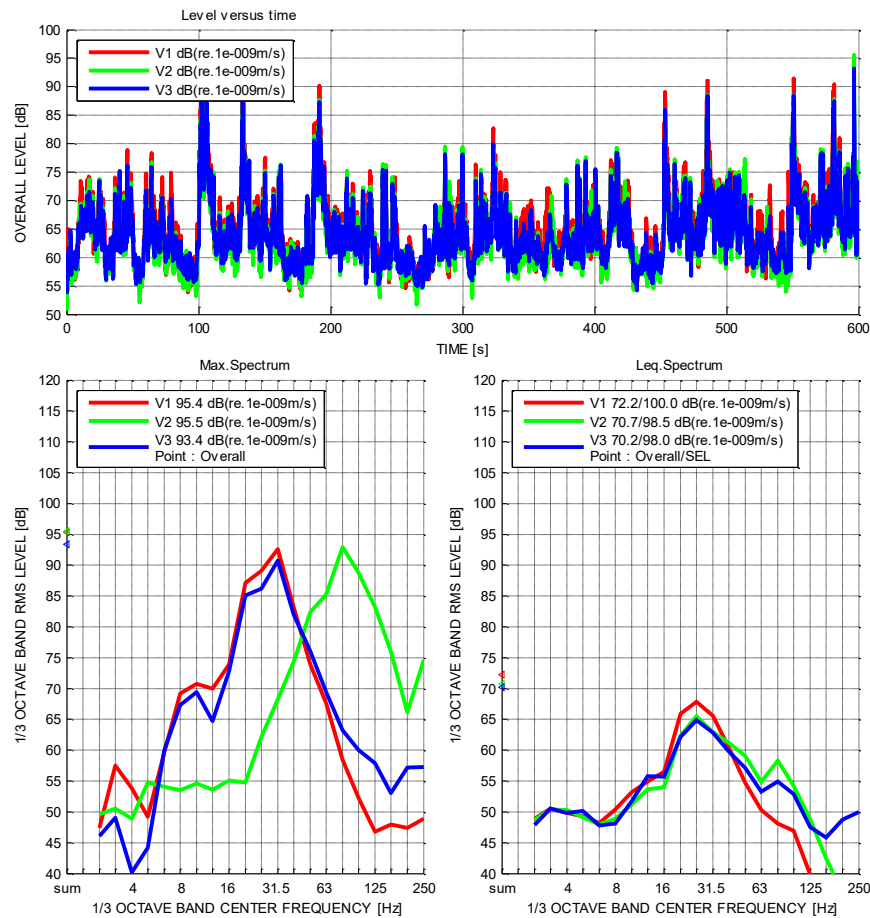
PROJECT: N5970

REC: Sq299\_04\_05.mat

TIME: 28/01/2025 16:23:41

SECTION: S22

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



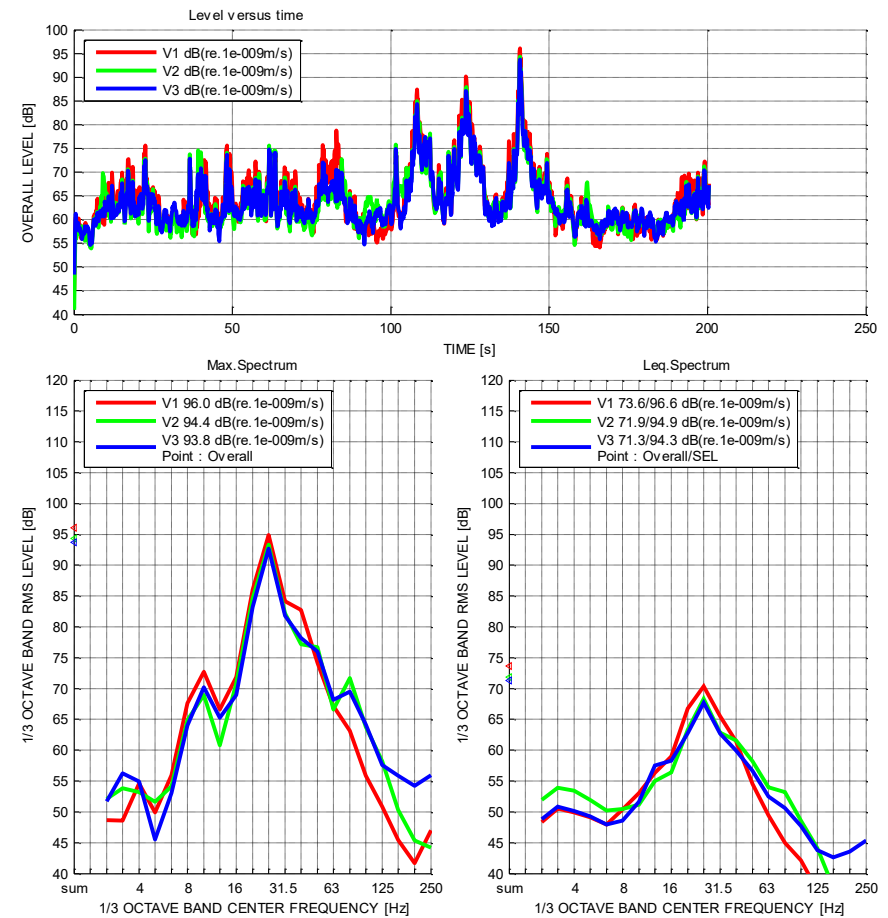
PROJECT: N5970

REC: Sq299\_04\_021.mat

TIME: 28/01/2025 15:53:41

SECTION: S22

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



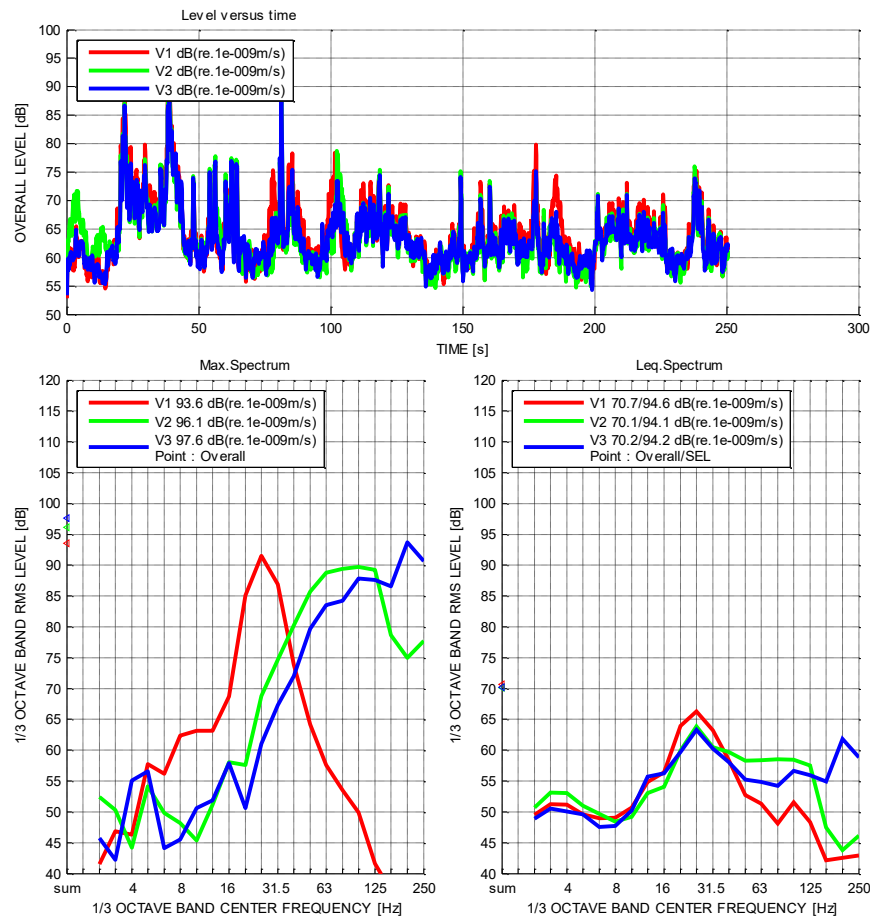
PROJECT: N5970

REC: Sq299\_04\_022.mat

TIME: 28/01/2025 15:59:30

SECTION: S22

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



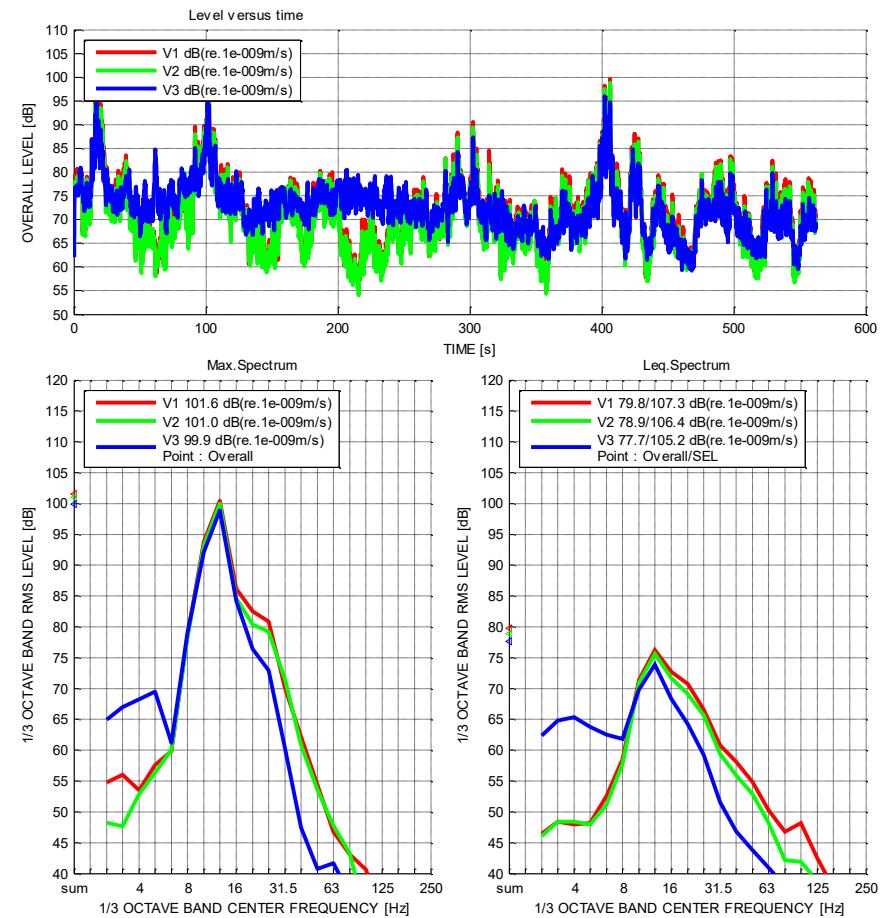
PROJECT: N5970

REC: REC004\_02.mat

TIME: 28/01/2025 15:36:27

SECTION: S23

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



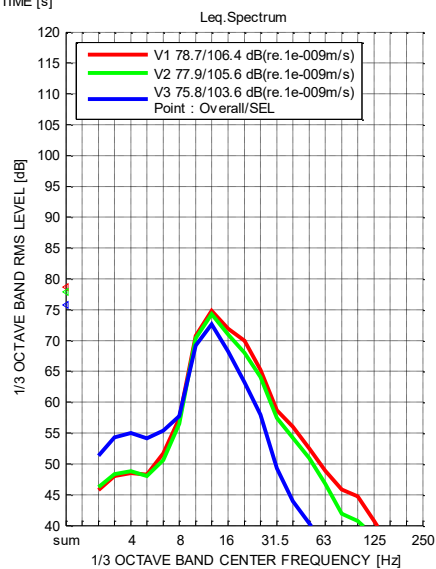
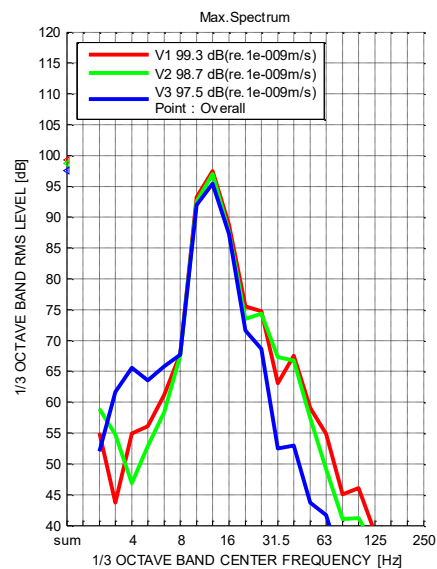
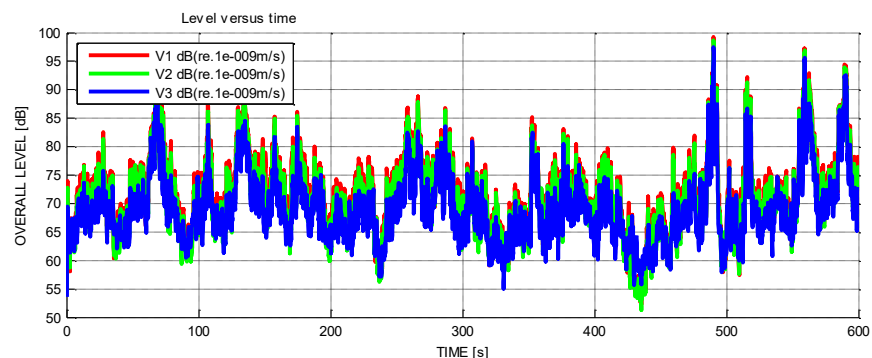
PROJECT: N5970

REC: REC004\_03.mat

TIME: 28/01/2025 15:46:27

SECTION: S23

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



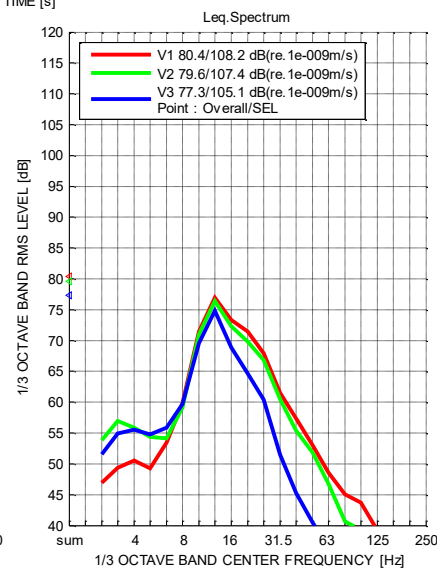
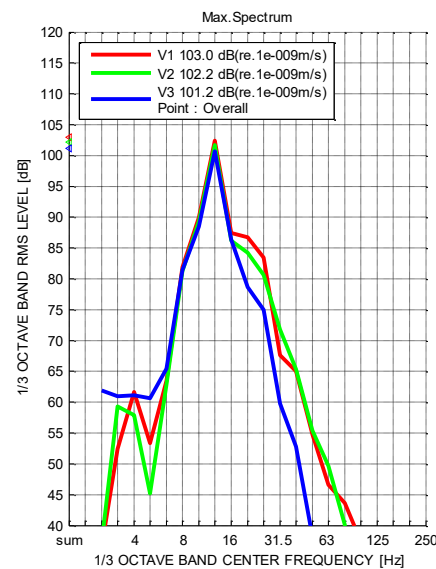
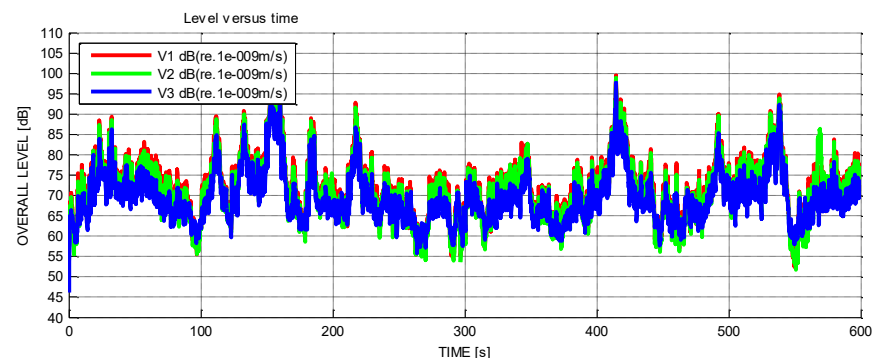
PROJECT: N5970

REC: REC004\_04.mat

TIME: 28/01/2025 15:56:27

SECTION: S23

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





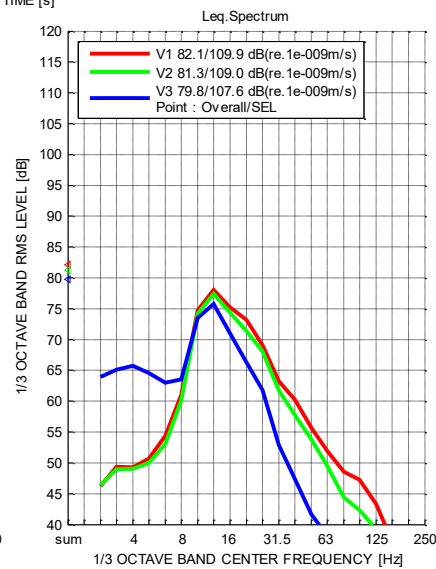
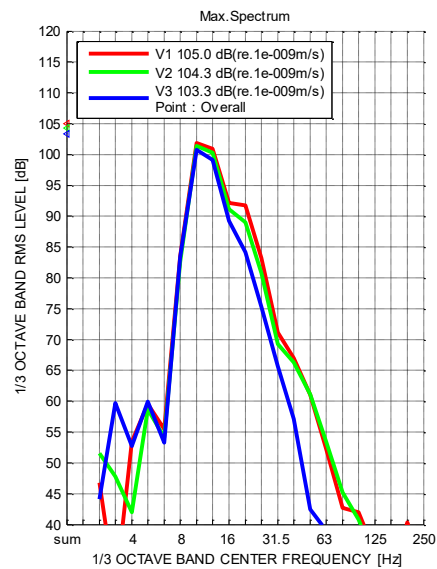
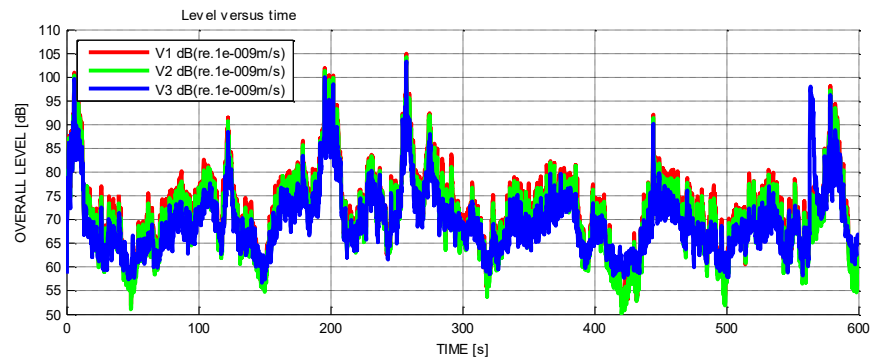
PROJECT: N5970

REC: REC004\_05.mat

TIME: 28/01/2025 16:06:27

SECTION: S23

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



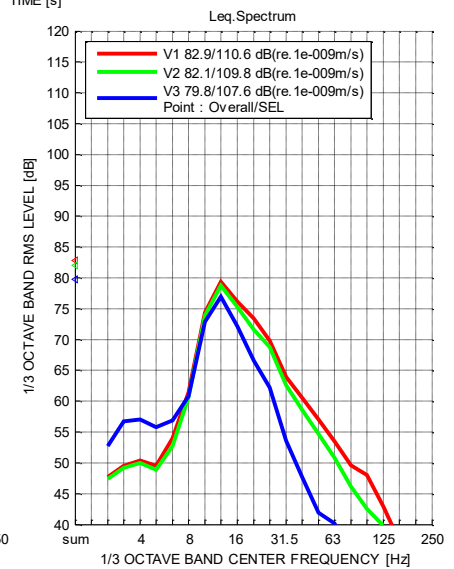
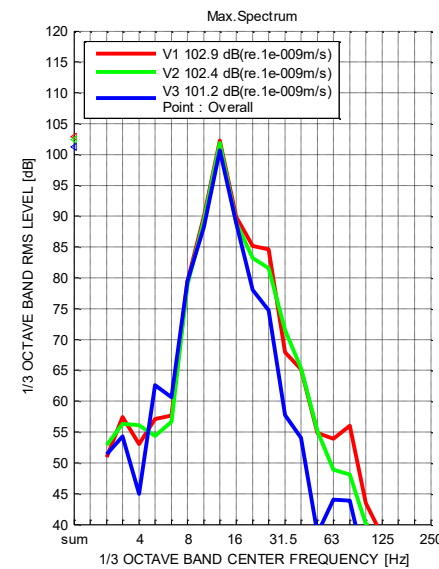
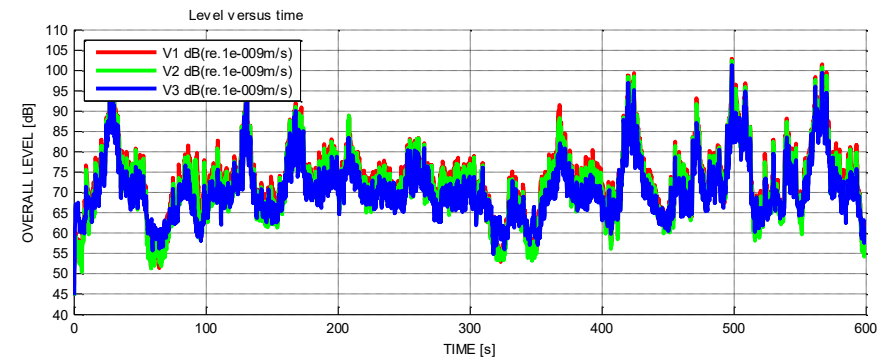
PROJECT: N5970

REC: REC004\_06.mat

TIME: 28/01/2025 16:16:27

SECTION: S23

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



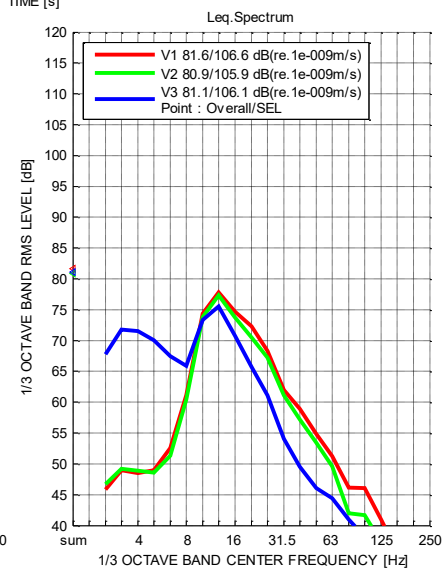
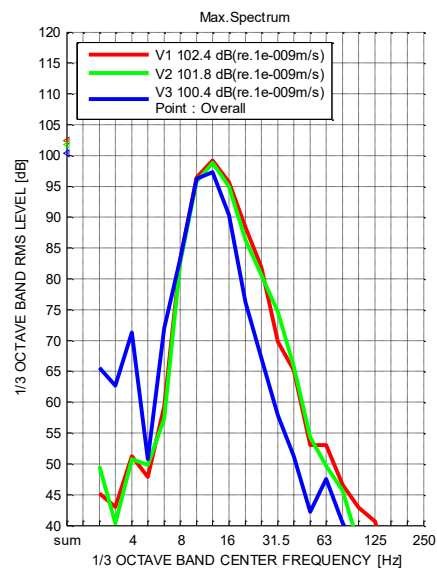
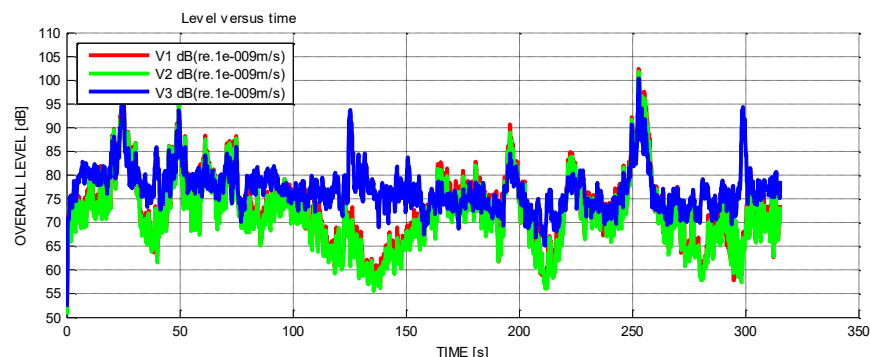
PROJECT: N5970

REC: REC004\_011.mat

TIME: 28/01/2025 15:26:27

SECTION: S23

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



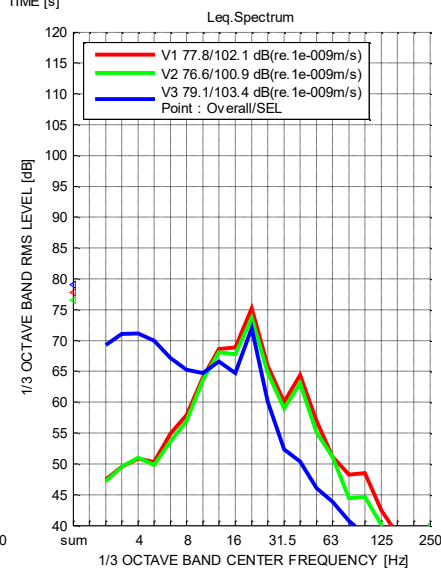
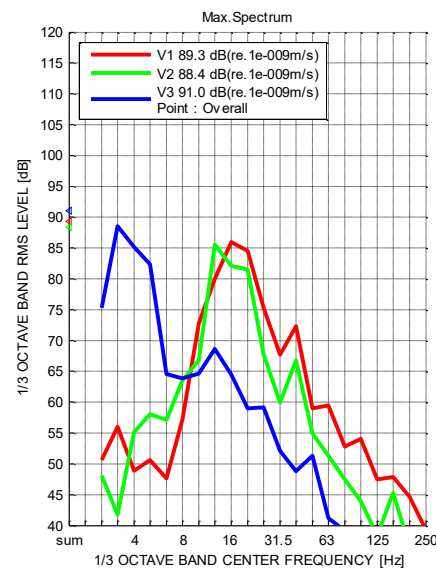
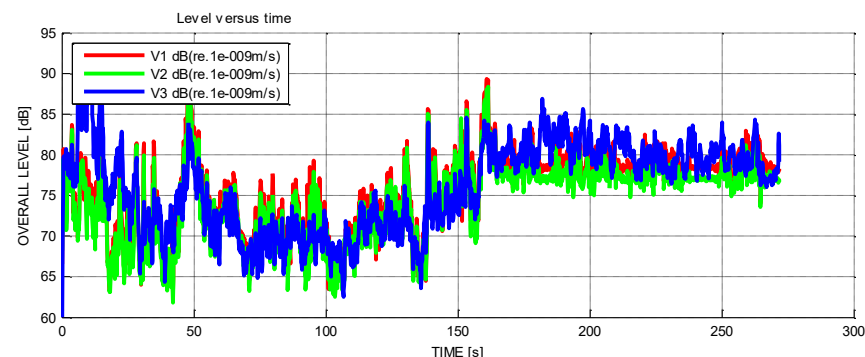
PROJECT: N5970

REC: REC004\_012.mat

TIME: 28/01/2025 15:31:55

SECTION: S23

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



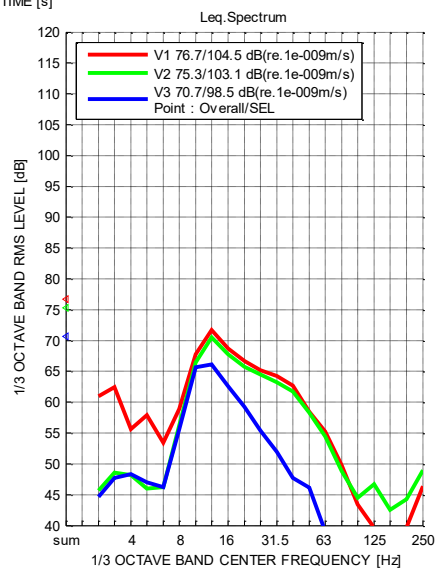
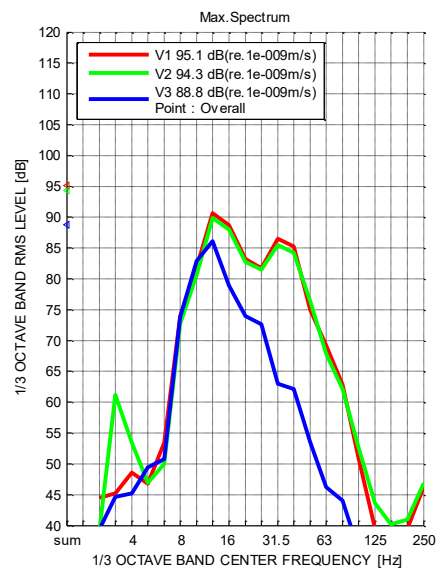
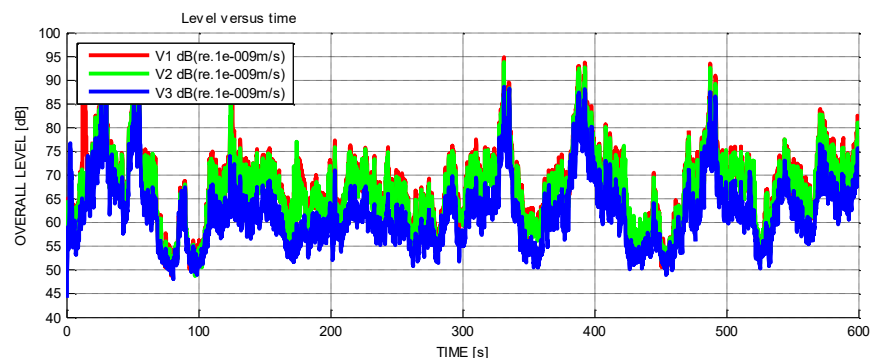
PROJECT: N5970

REC: REC005.mat

TIME: 28/01/2025 17:01:21

SECTION: S24

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



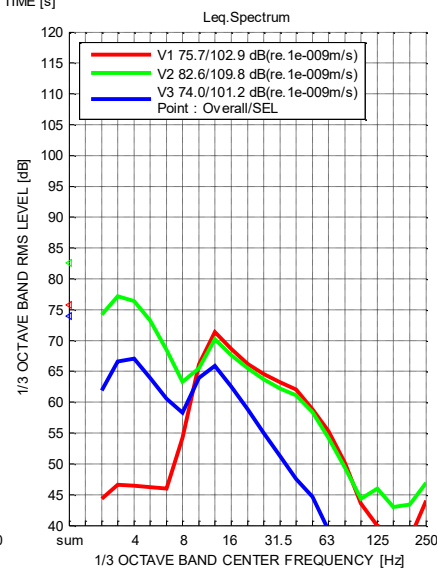
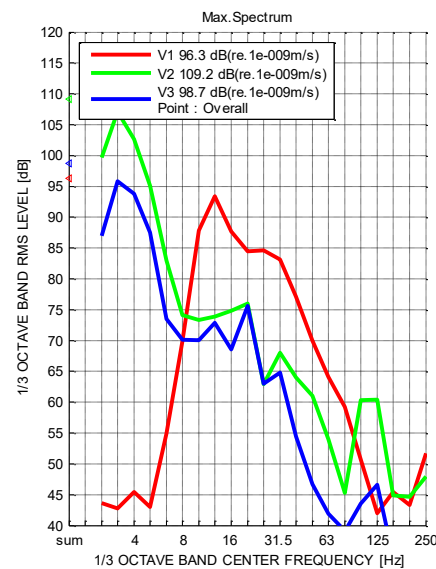
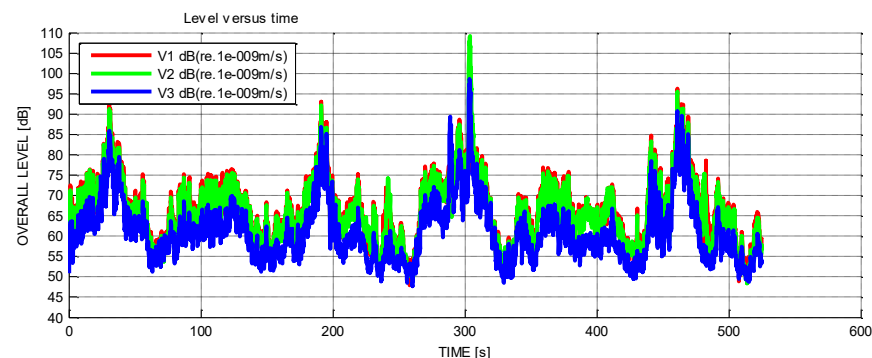
PROJECT: N5970

REC: REC006\_01.mat

TIME: 28/01/2025 17:15:16

SECTION: S24

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



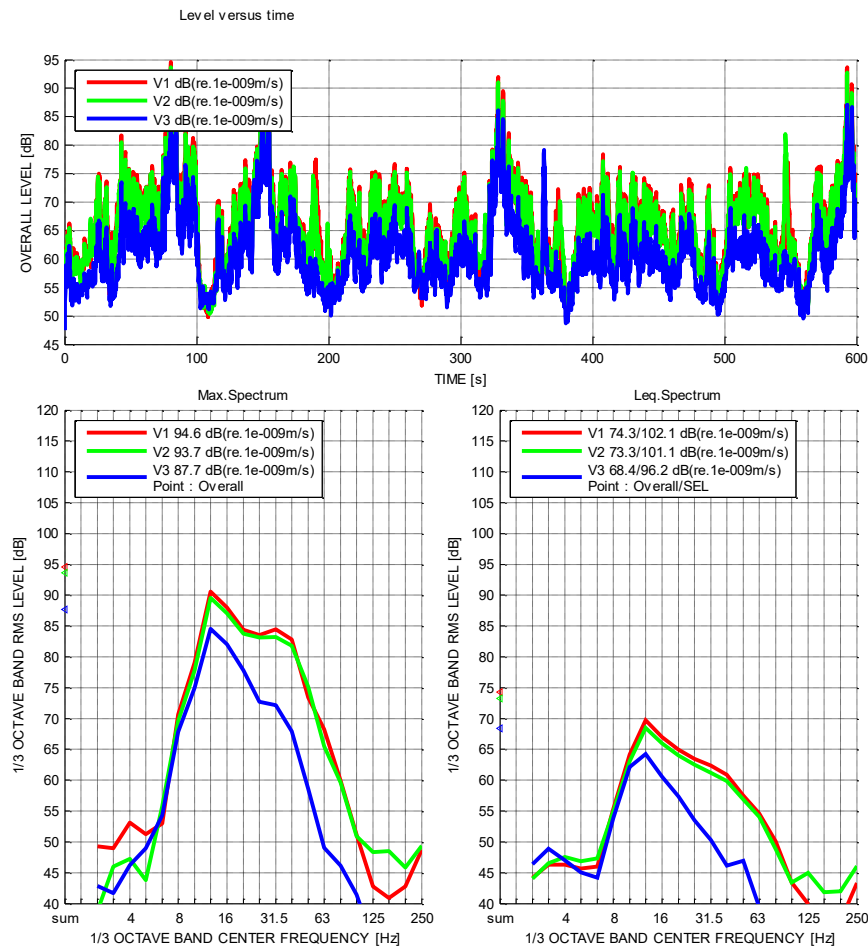
PROJECT: N5970

REC: REC006\_03.mat

TIME: 28/01/2025 17:34:01

SECTION: S24

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



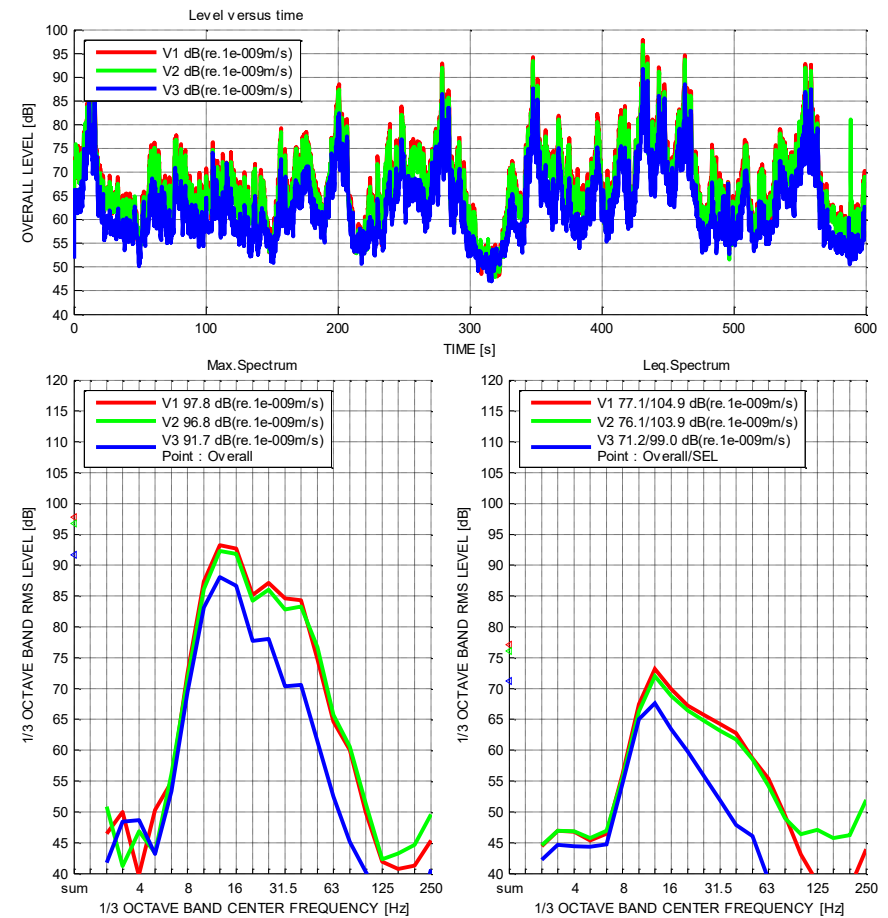
PROJECT: N5970

REC: REC006\_04.mat

TIME: 28/01/2025 17:44:01

SECTION: S24

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





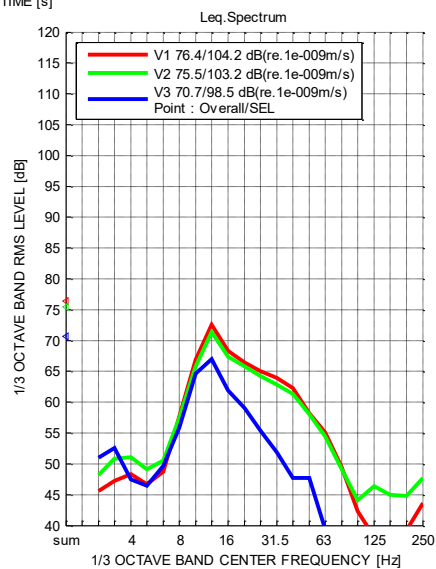
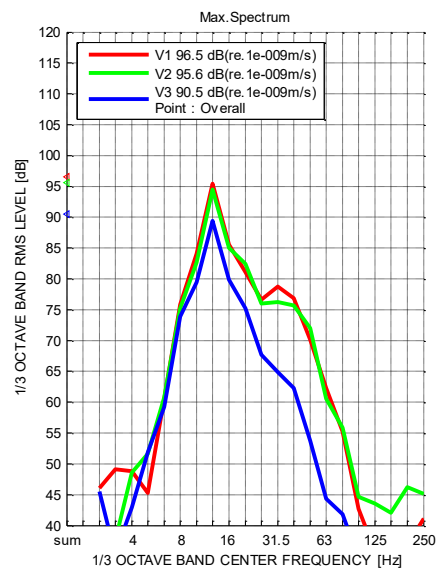
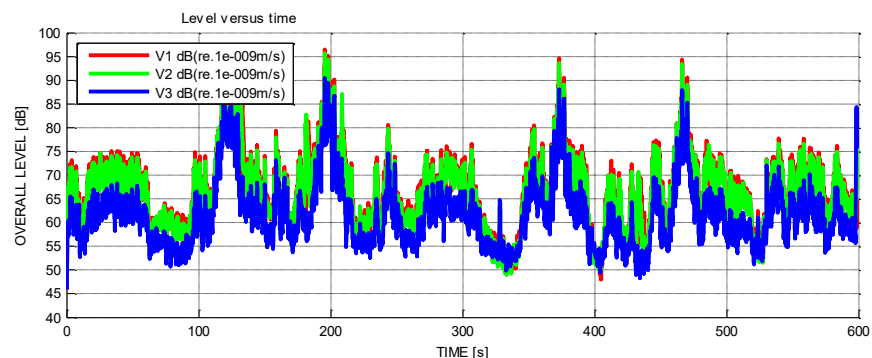
PROJECT: N5970

REC: REC006\_05.mat

TIME: 28/01/2025 17:54:01

SECTION: S24

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



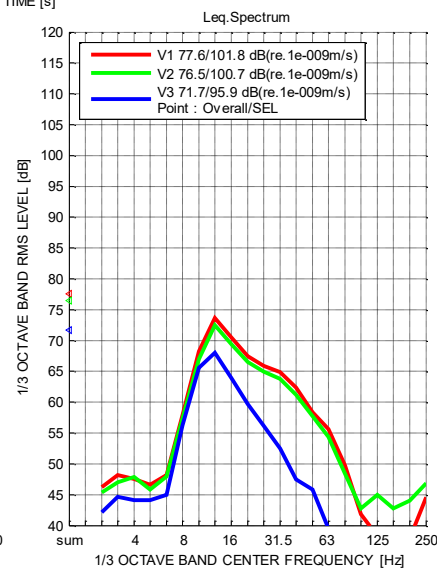
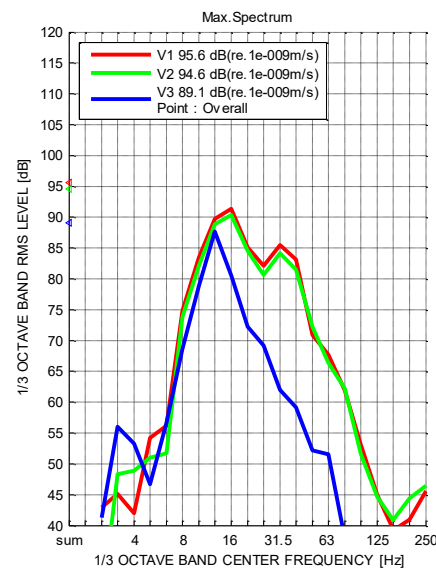
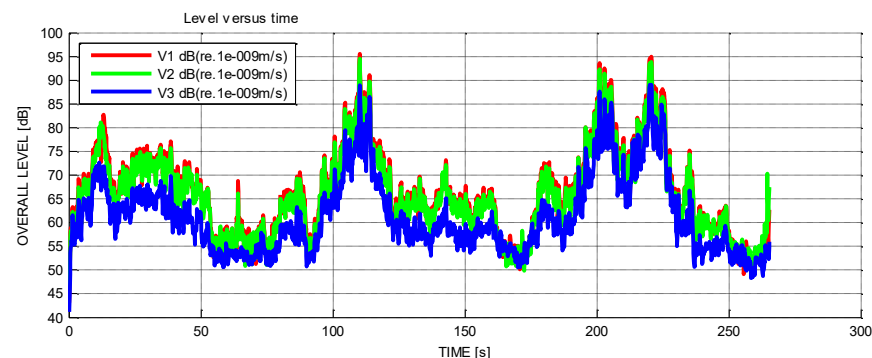
PROJECT: N5970

REC: REC006\_021.mat

TIME: 28/01/2025 17:24:01

SECTION: S24

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



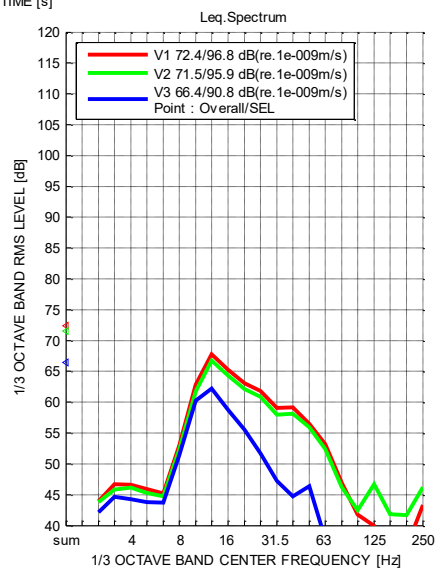
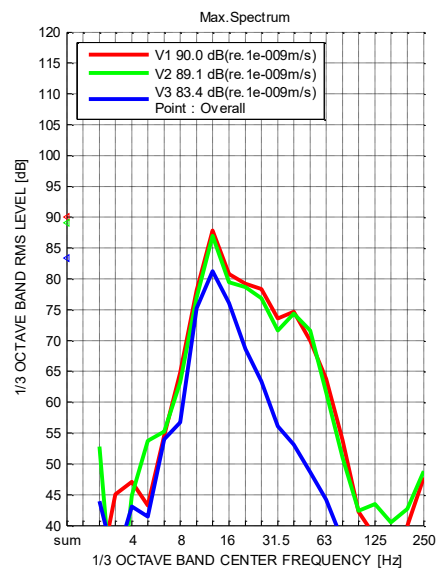
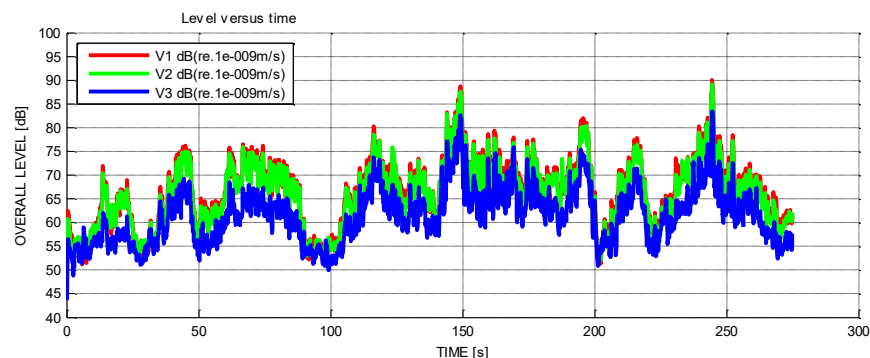
PROJECT: N5970

REC: REC006\_022.mat

TIME: 28/01/2025 17:29:26

SECTION: S24

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



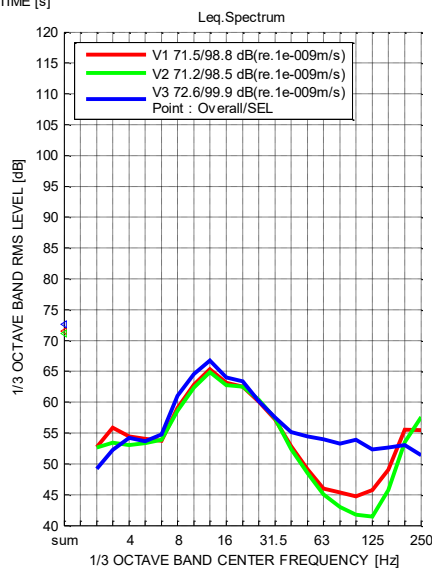
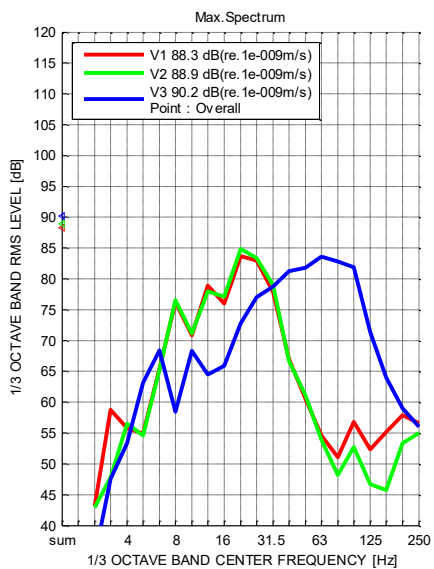
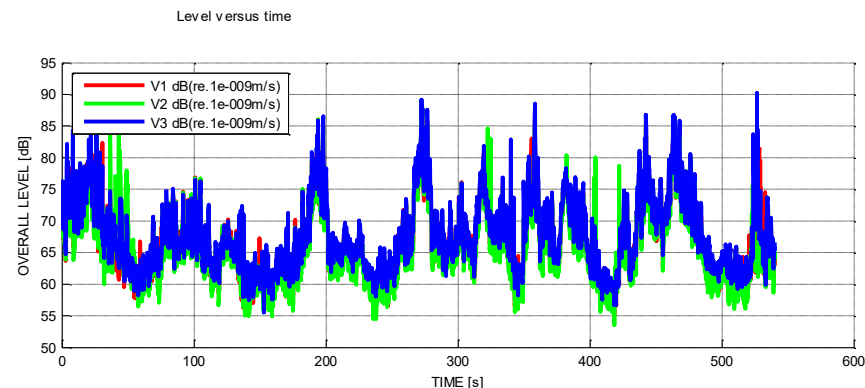
PROJECT: N5970

REC: Sq299\_05.mat

TIME: 28/01/2025 16:54:15

SECTION: S25

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



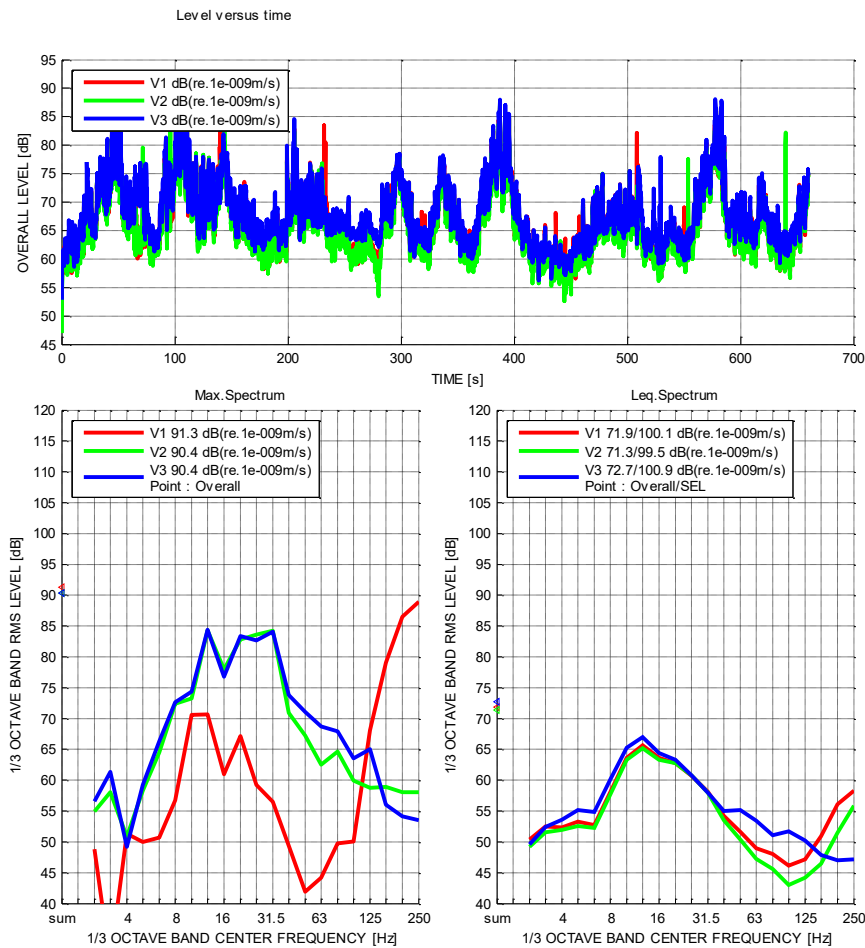
PROJECT: N5970

REC: Sq299\_06\_01.mat

TIME: 28/01/2025 17:05:54

SECTION: S25

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



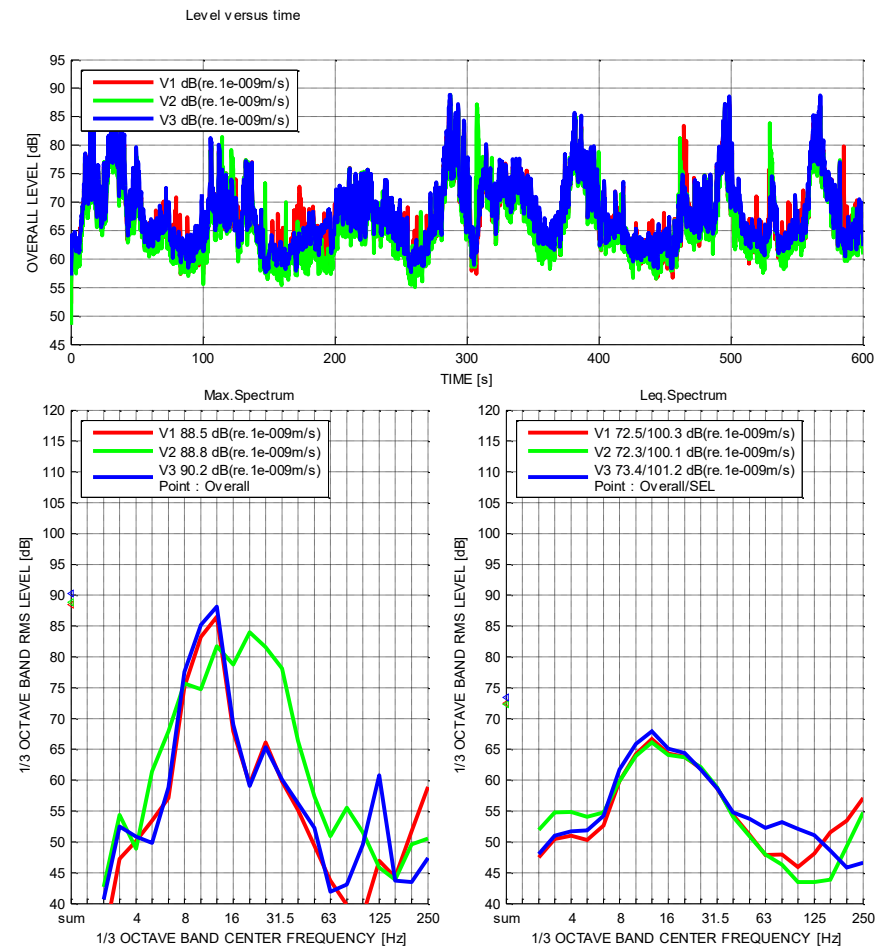
PROJECT: N5970

REC: Sq299\_06\_03.mat

TIME: 28/01/2025 17:26:54

SECTION: S25

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



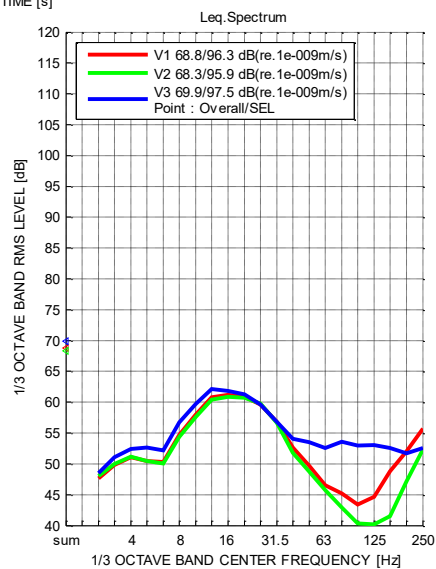
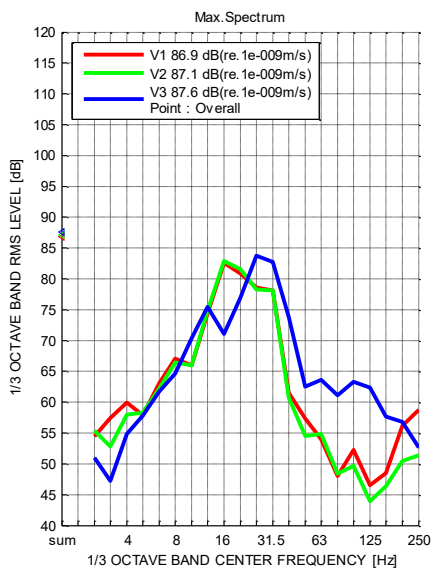
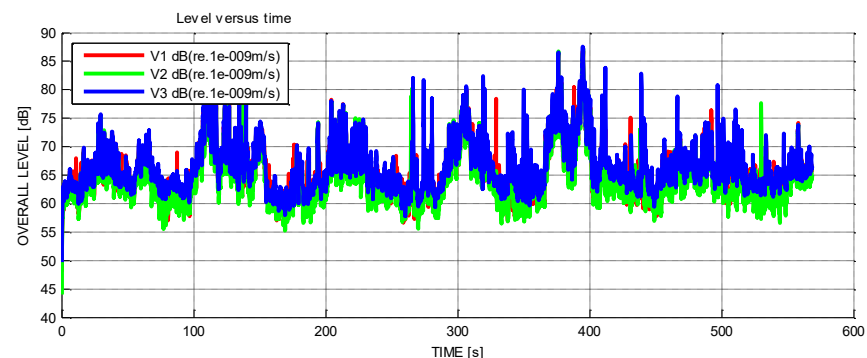
PROJECT: N5970

REC: Sq299\_06\_04.mat

TIME: 28/01/2025 17:37:25

SECTION: S25

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



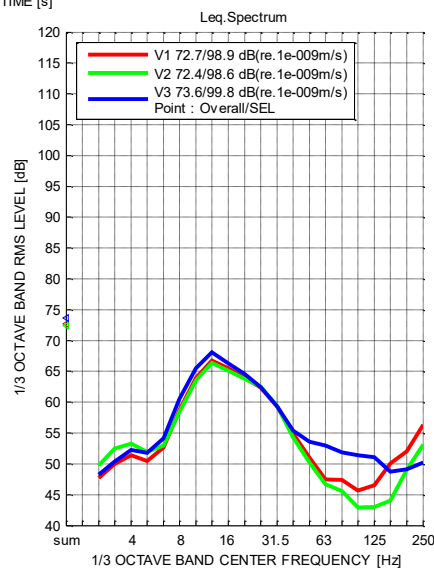
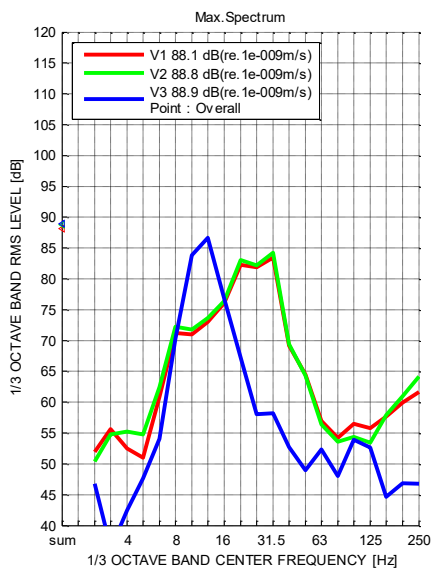
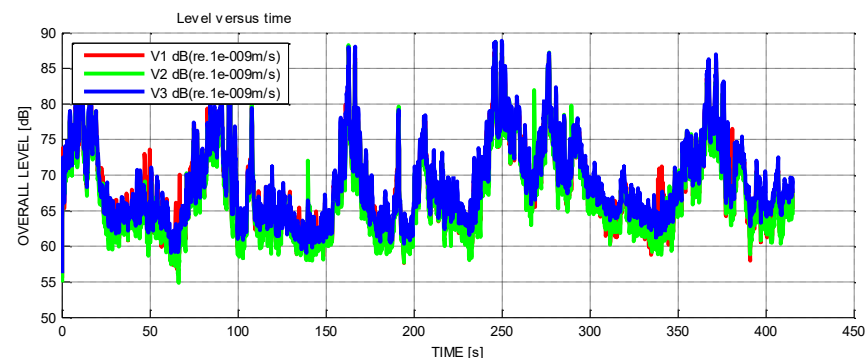
PROJECT: N5970

REC: Sq299\_06\_05.mat

TIME: 28/01/2025 17:46:54

SECTION: S25

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



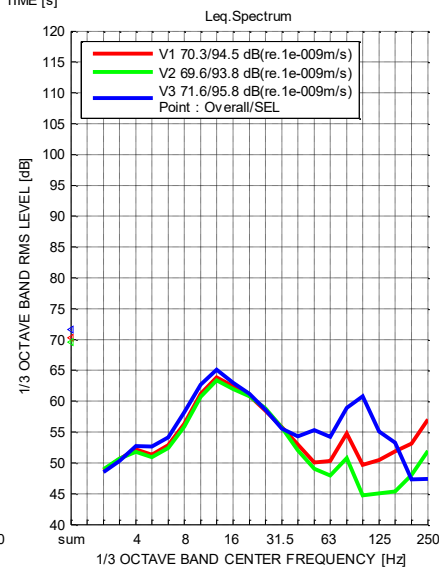
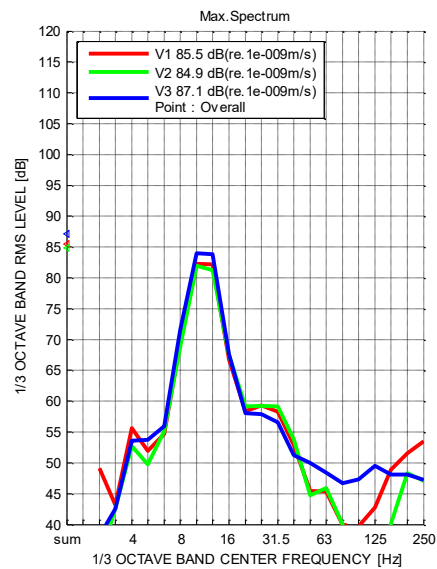
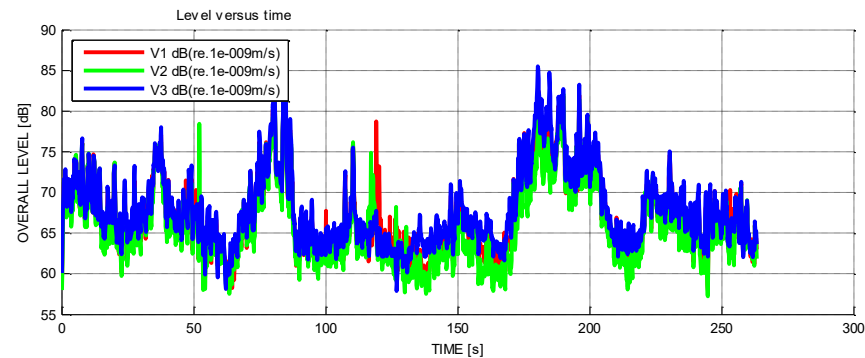
PROJECT: N5970

REC: Sq299\_06\_021.mat

TIME: 28/01/2025 17:16:54

SECTION: S25

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



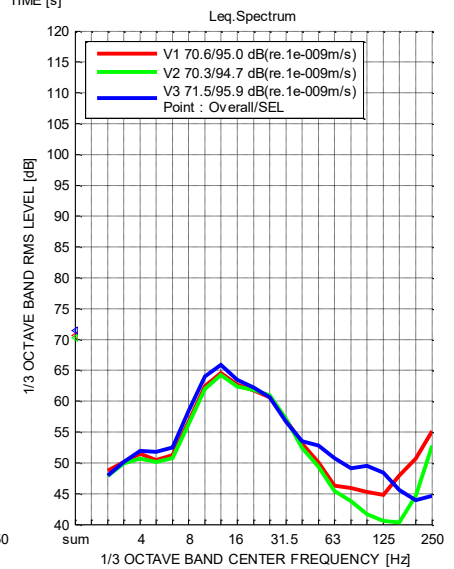
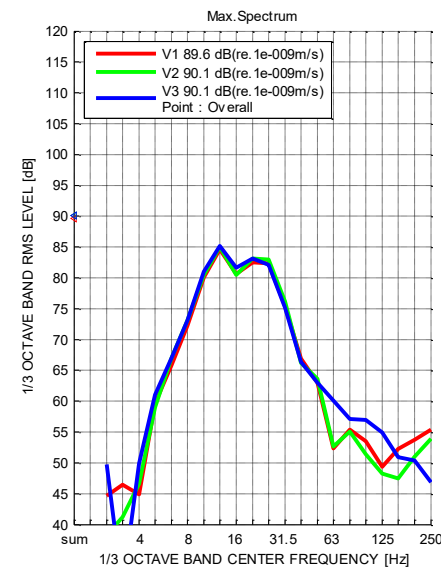
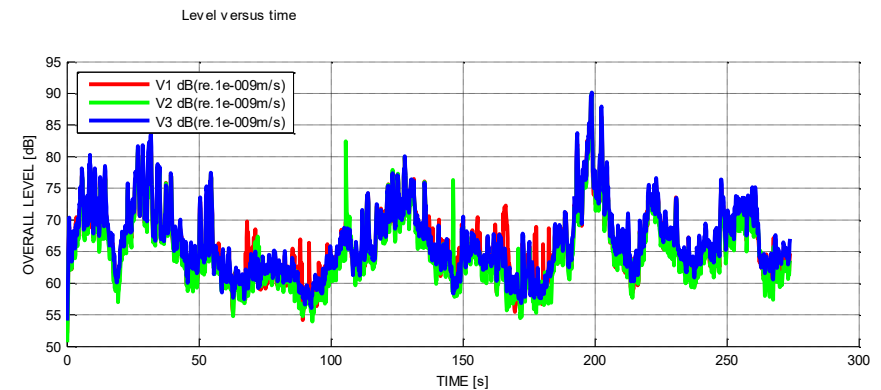
PROJECT: N5970

REC: Sq299\_06\_022.mat

TIME: 28/01/2025 17:22:20

SECTION: S25

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





PROJECT: N5970

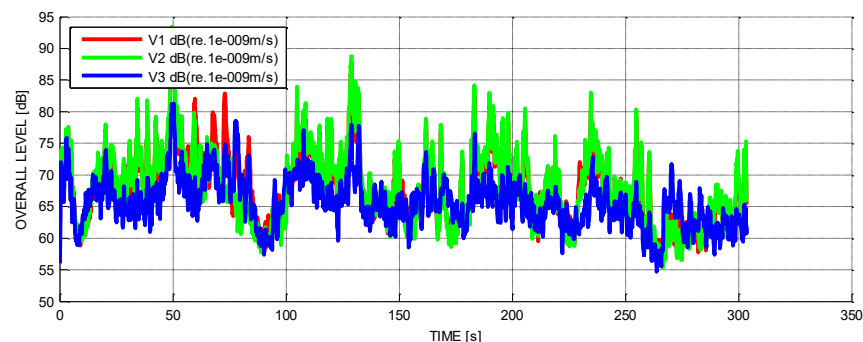
SECTION: S26

REC: SQD299\_REC02\_01.mat

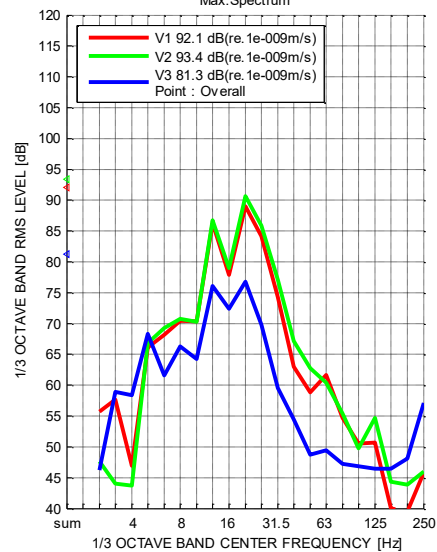
REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 15:27:23

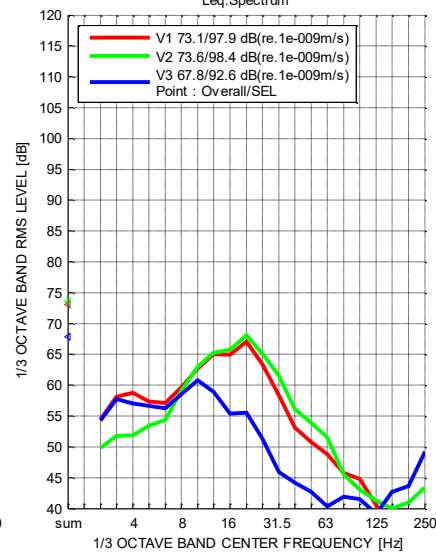
Level versus time



Max. Spectrum



Leq. Spectrum



PROJECT: N5970

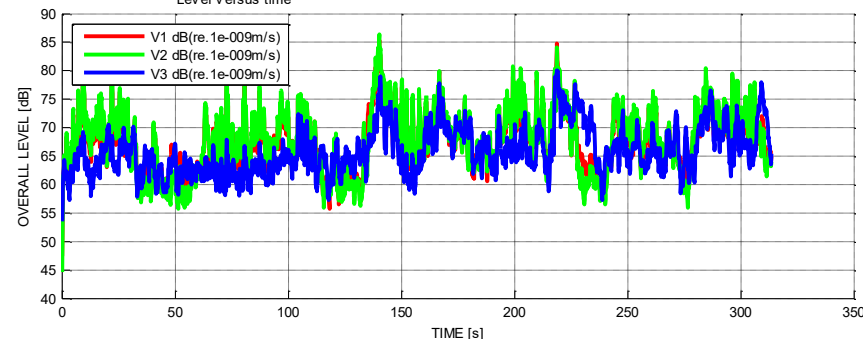
SECTION: S26

REC: SQD299\_REC02\_02.mat

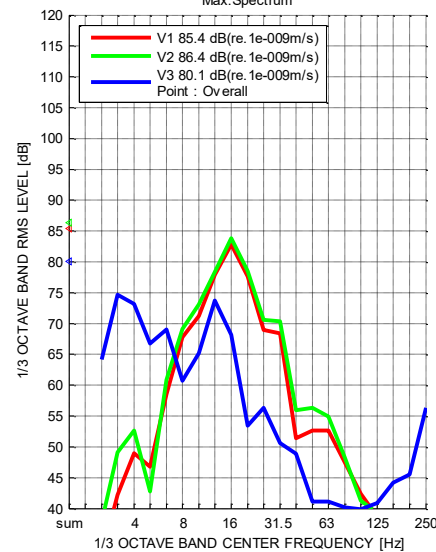
REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 15:32:26

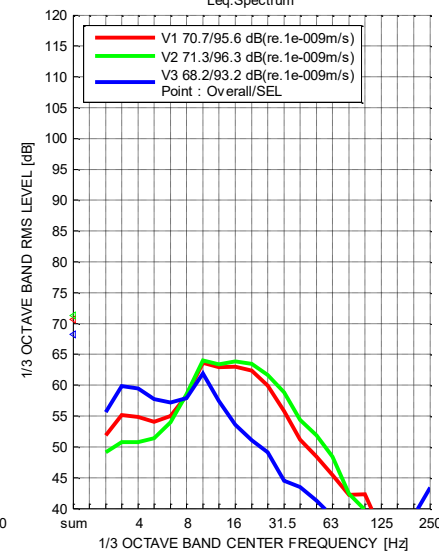
Level versus time



Max. Spectrum



Leq. Spectrum



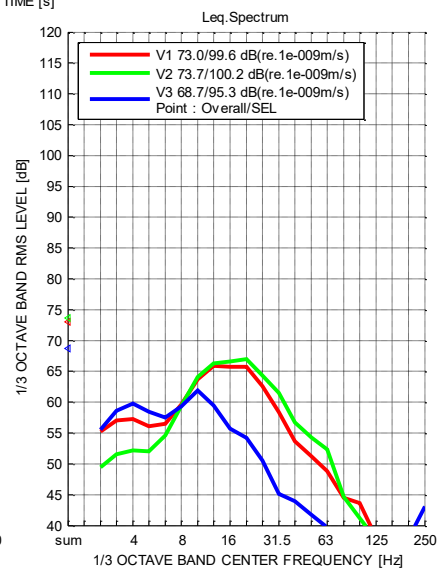
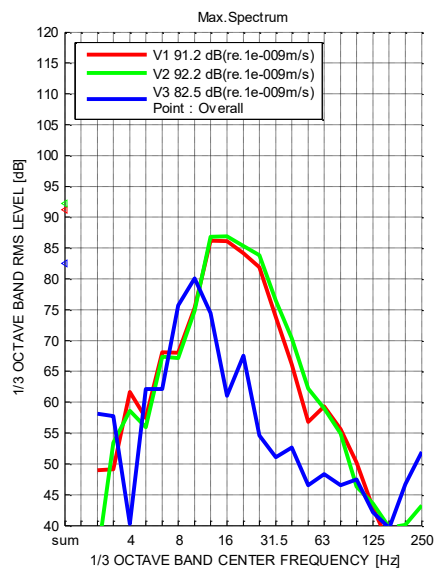
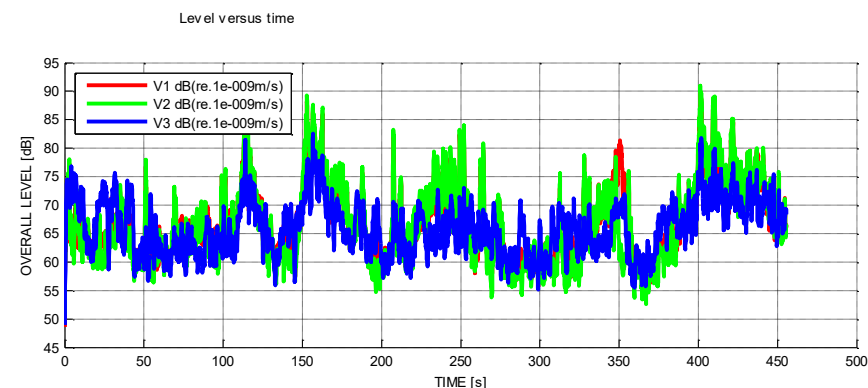
PROJECT: N5970

SECTION: S26

REC: SQD299\_REC03\_01.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 15:37:47



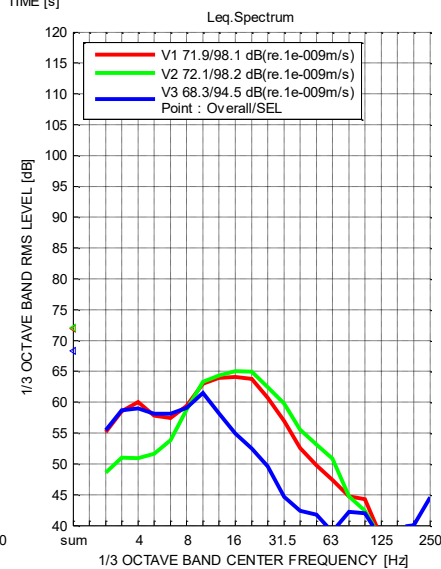
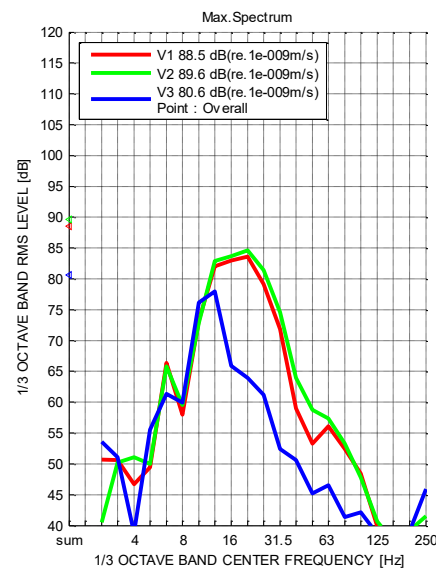
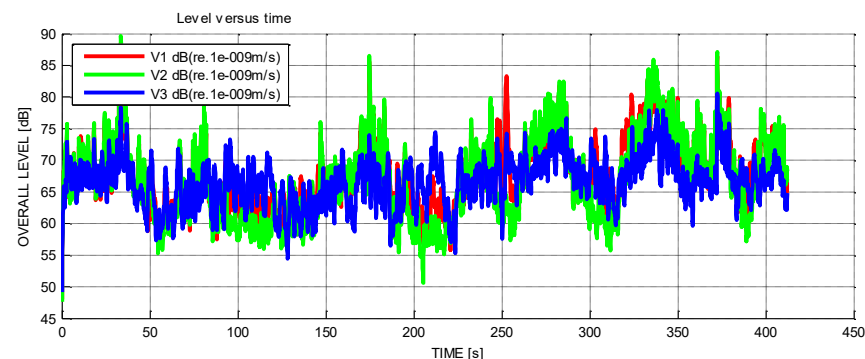
PROJECT: N5970

SECTION: S26

REC: SQD299\_REC03\_02.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 15:45:15



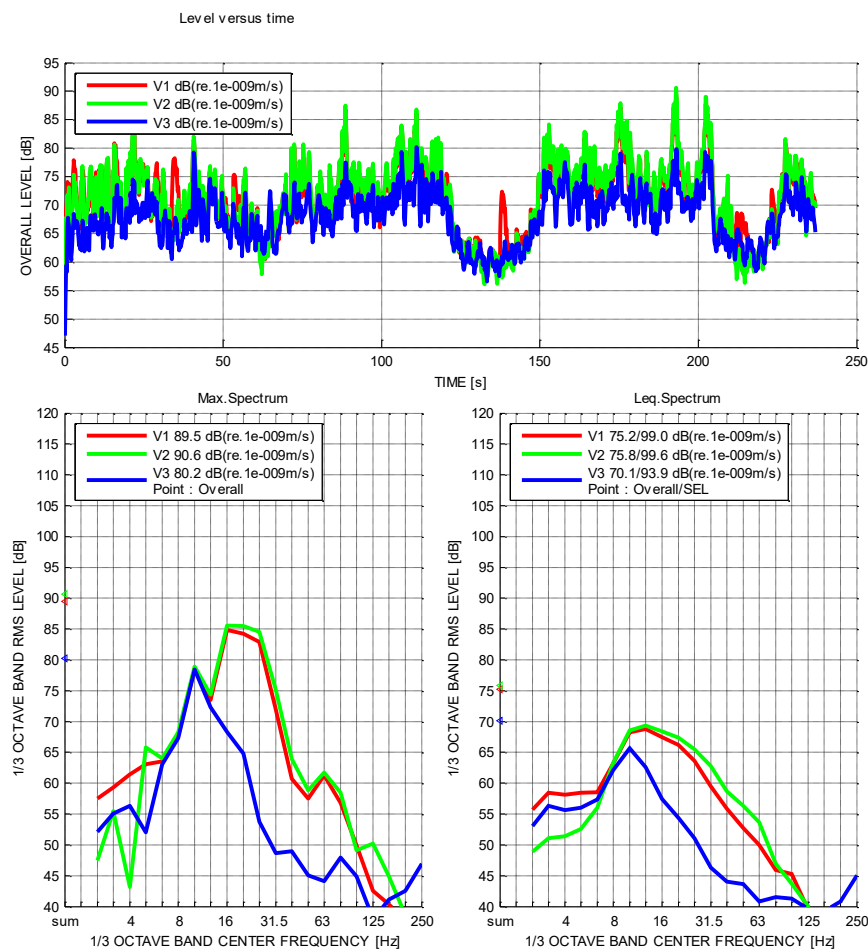
PROJECT: N5970

SECTION: S26

REC: SQD299\_REC04\_01.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 15:56:06



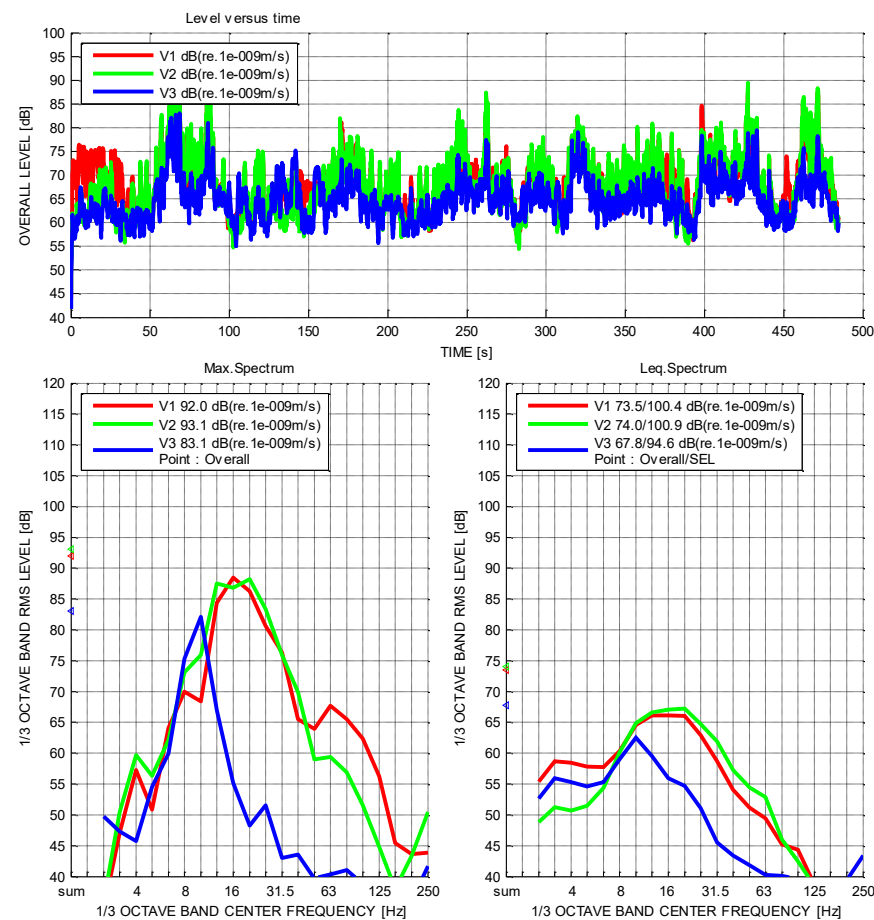
PROJECT: N5970

SECTION: S26

REC: SQD299\_REC04\_02.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 16:00:57



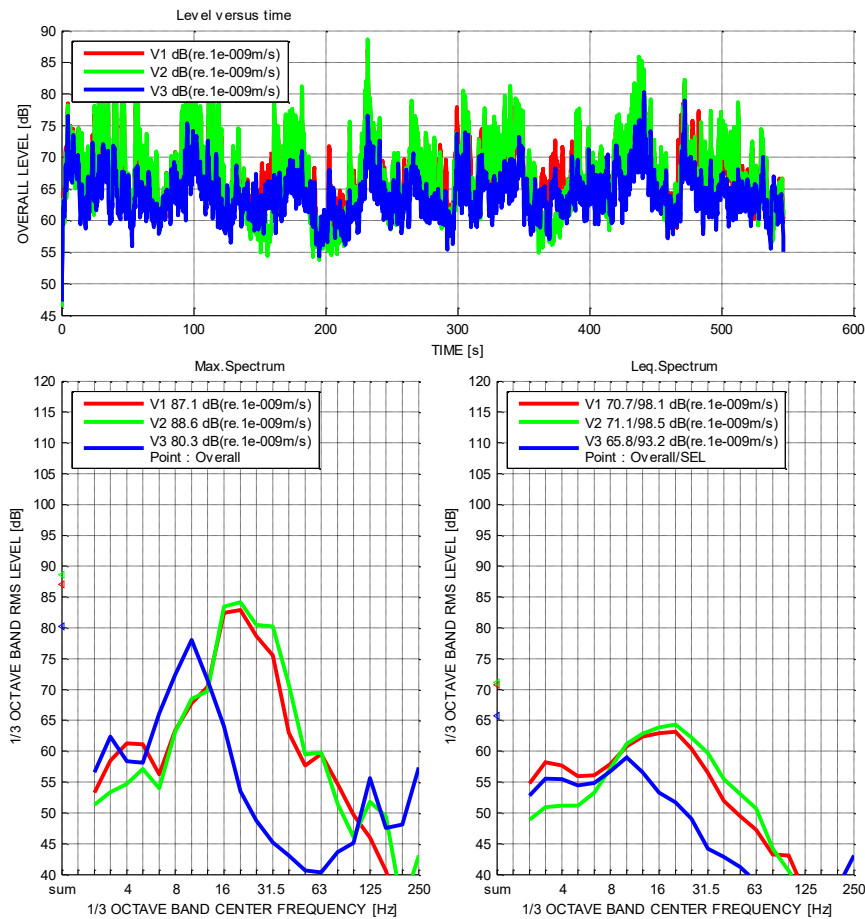
PROJECT: N5970

SECTION: S26

REC: SQD299\_REC05\_01.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 16:09:04



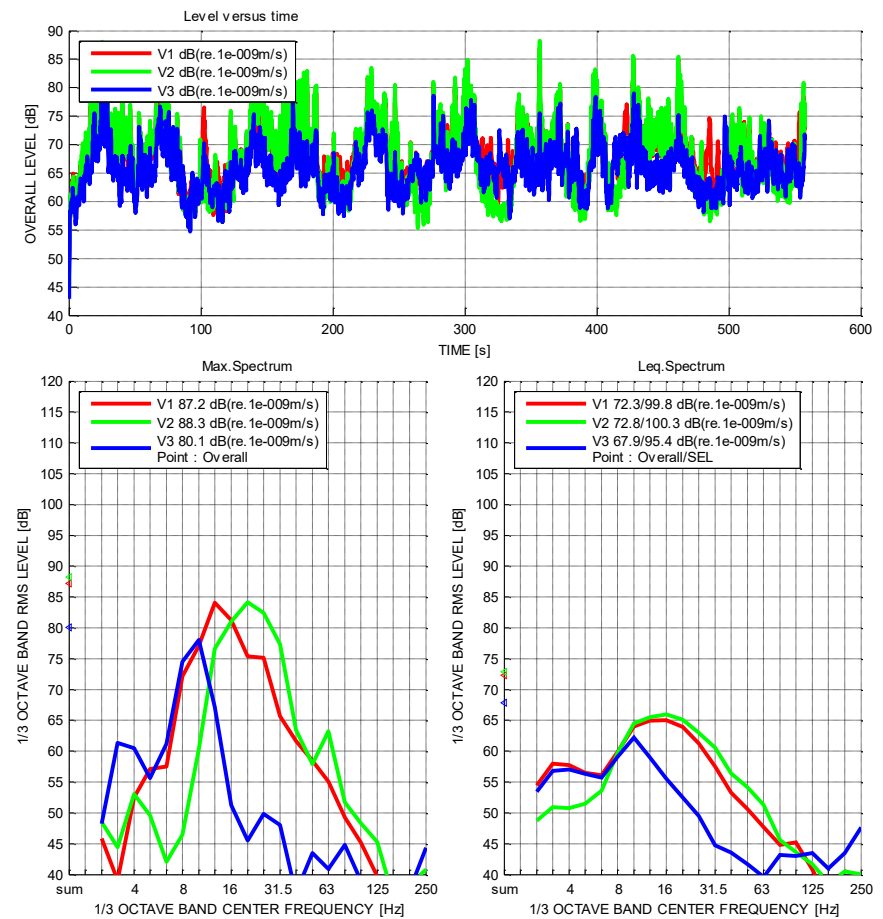
PROJECT: N5970

SECTION: S26

REC: SQD299\_REC05\_02.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 16:18:10



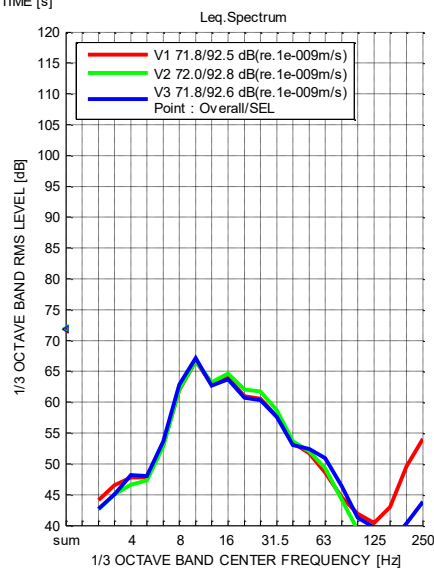
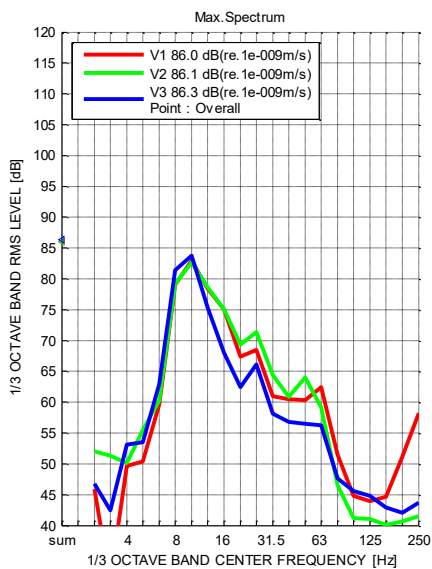
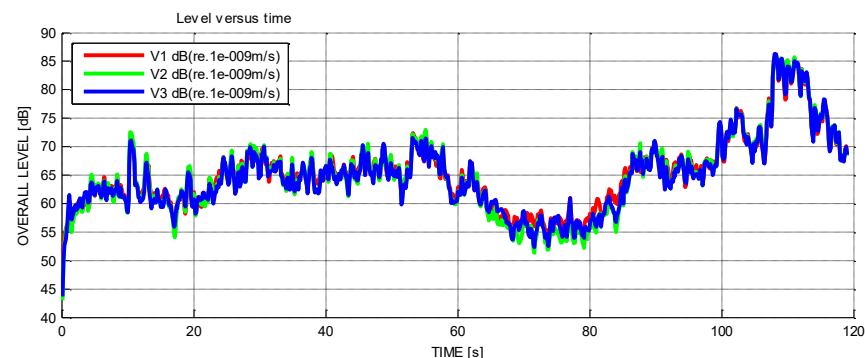
PROJECT: N5970

REC: REC025\_01.mat

TIME: 29/01/2025 15:15:33

SECTION: S27

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



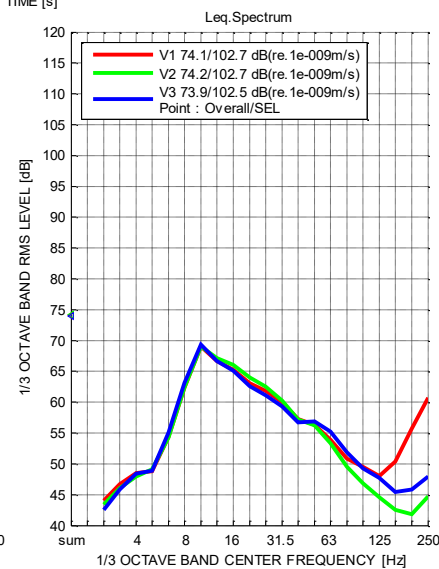
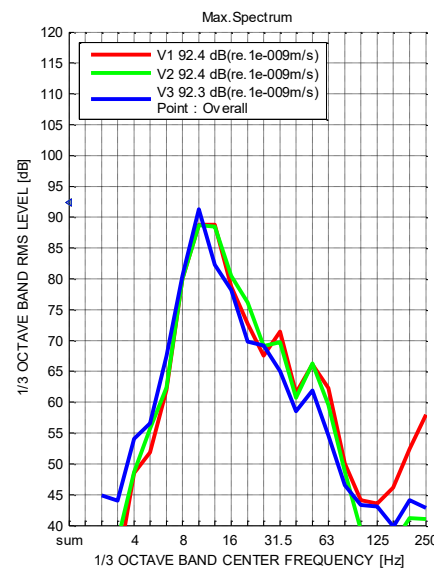
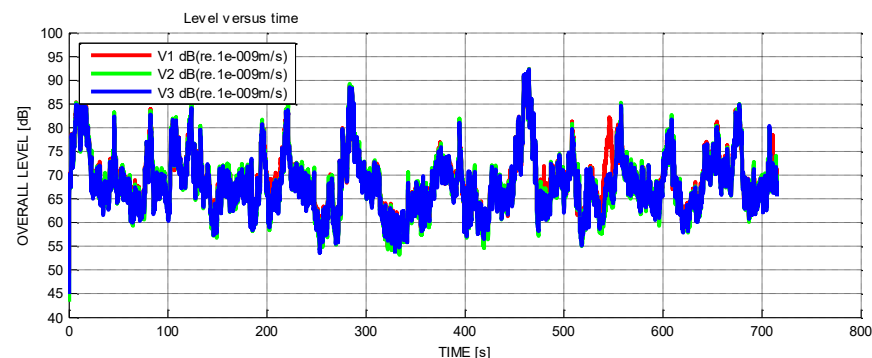
PROJECT: N5970

REC: REC025\_02.mat

TIME: 29/01/2025 15:18:39

SECTION: S27

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





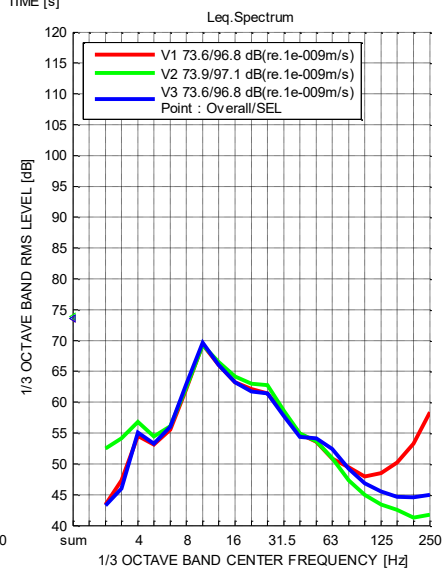
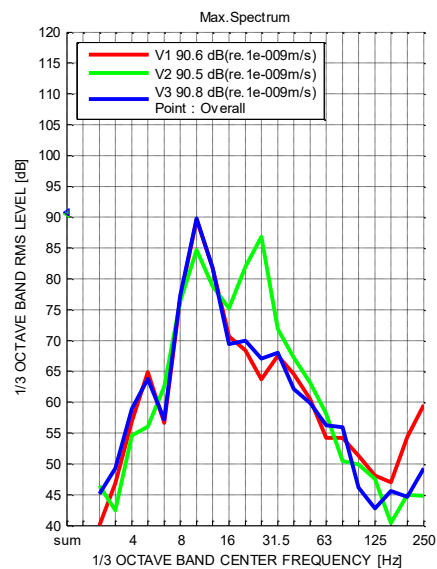
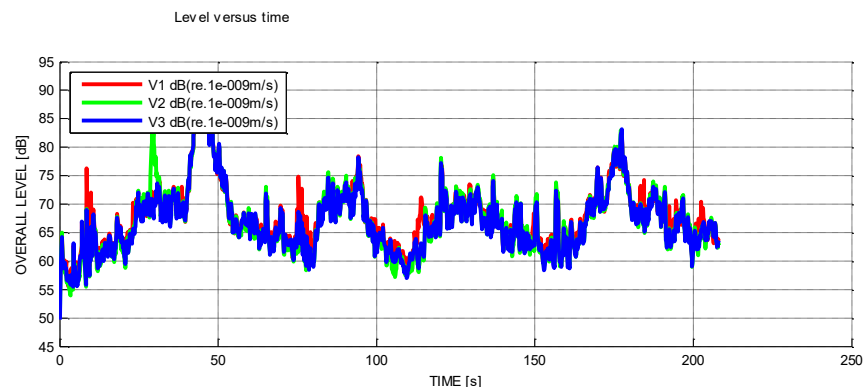
PROJECT: N5970

REC: REC026\_01.mat

TIME: 29/01/2025 15:34:36

SECTION: S27

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



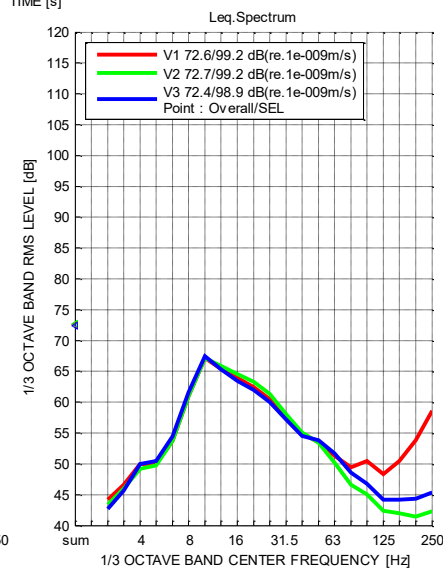
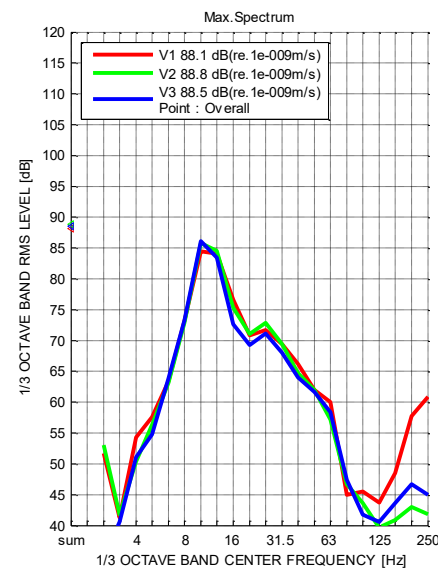
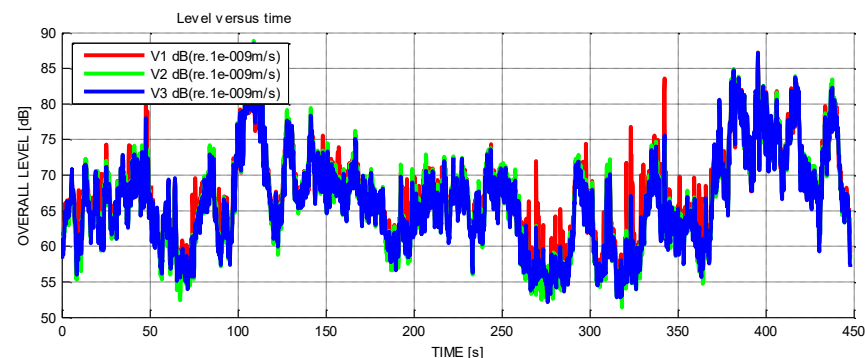
PROJECT: N5970

REC: REC026\_02.mat

TIME: 29/01/2025 15:38:03

SECTION: S27

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



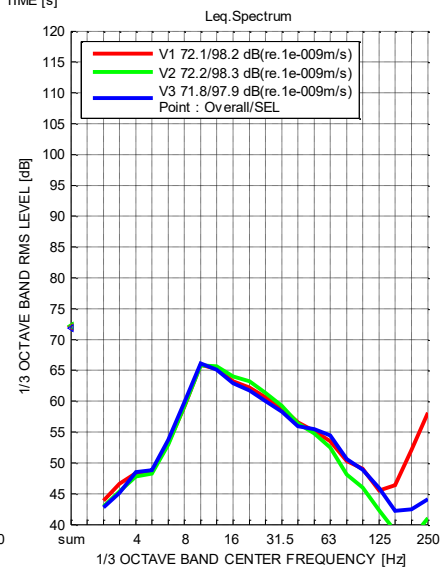
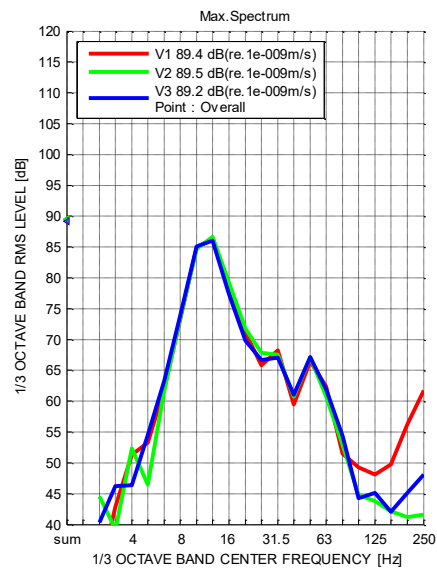
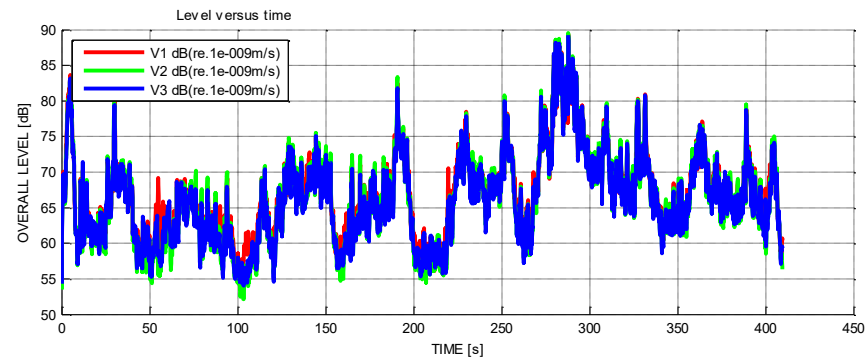
PROJECT: N5970

REC: REC027\_01.mat

TIME: 29/01/2025 15:46:05

SECTION: S27

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



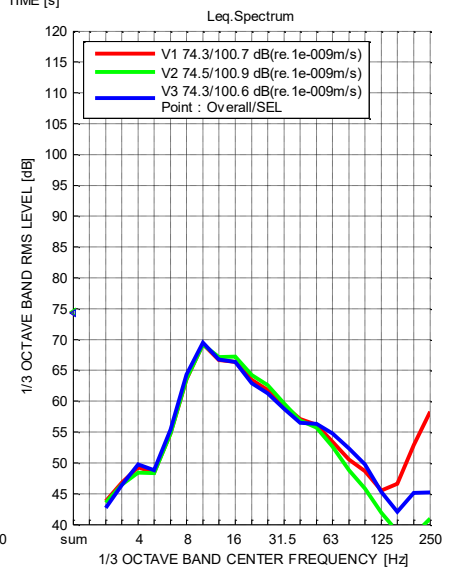
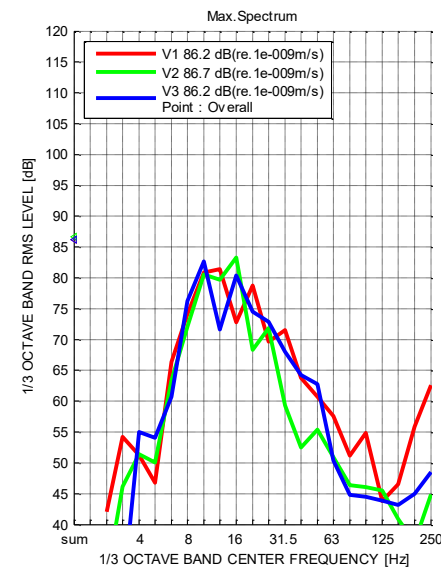
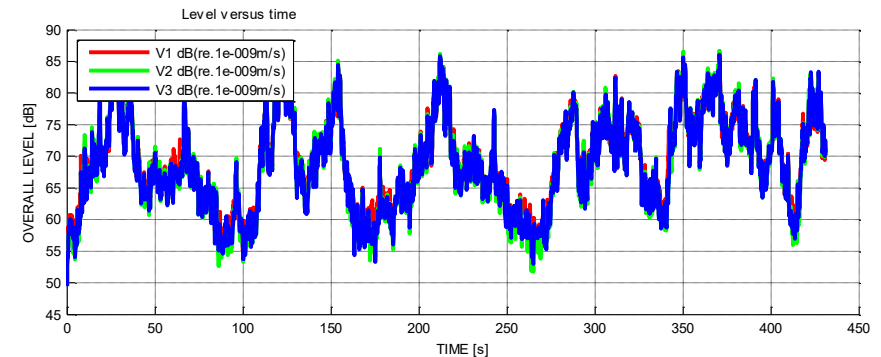
PROJECT: N5970

REC: REC027\_02.mat

TIME: 29/01/2025 15:52:53

SECTION: S27

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



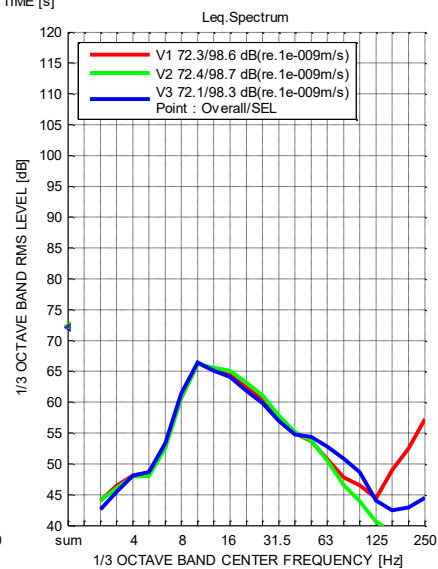
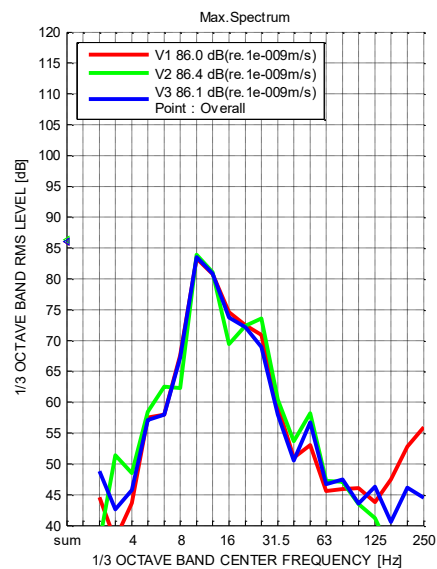
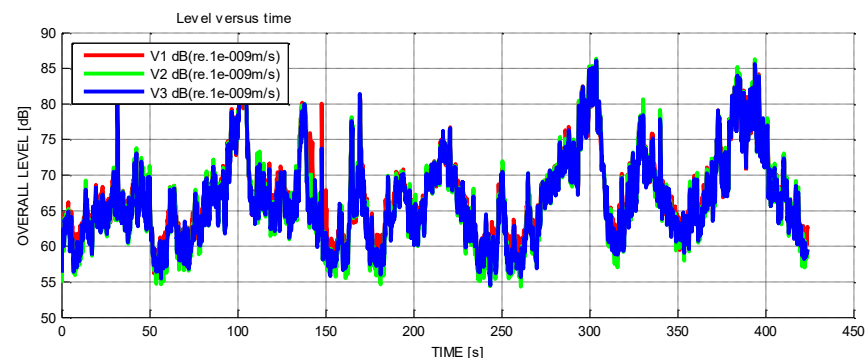
PROJECT: N5970

REC: REC028\_01.mat

TIME: 29/01/2025 16:00:35

SECTION: S27

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



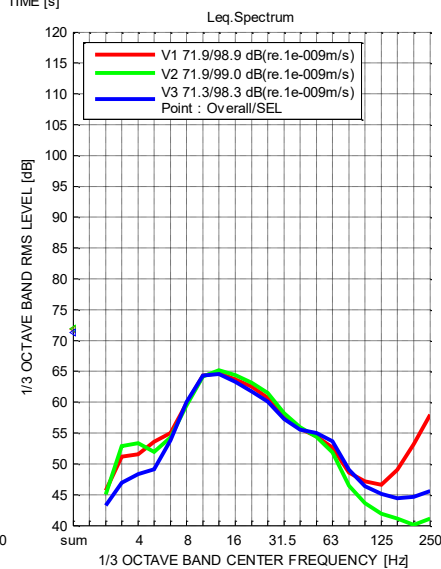
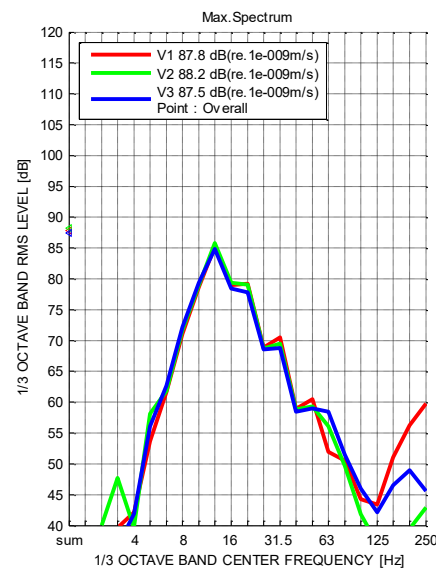
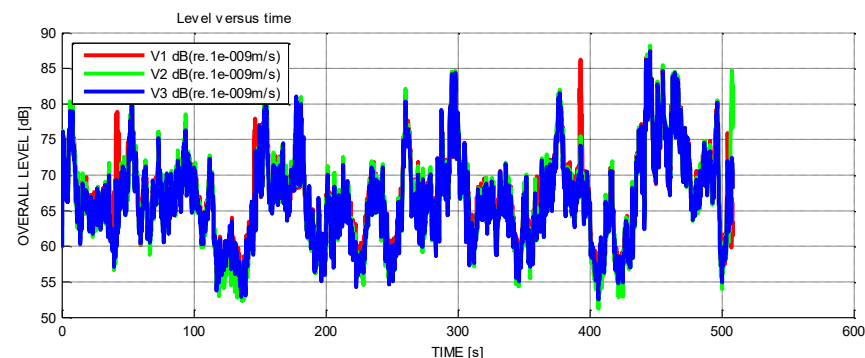
PROJECT: N5970

REC: REC028\_02.mat

TIME: 29/01/2025 16:08:26

SECTION: S27

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



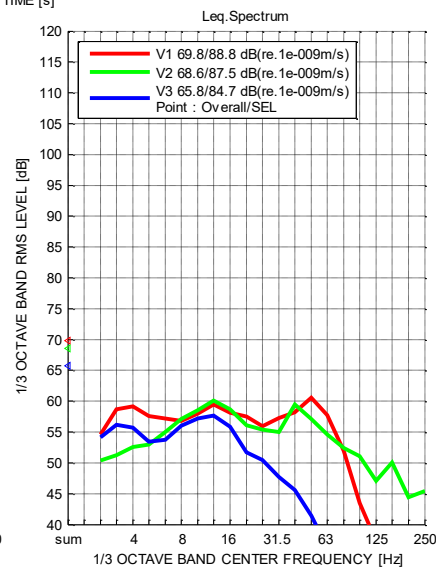
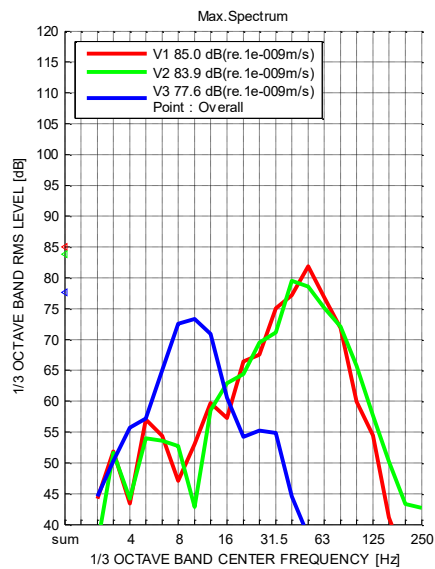
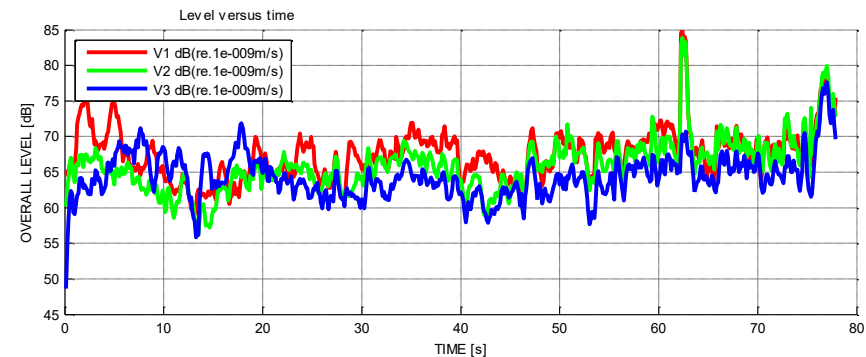
PROJECT: N5970

REC: SQD144\_REC02.mat

TIME: 29/01/2025 14:56:17

SECTION: S28

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



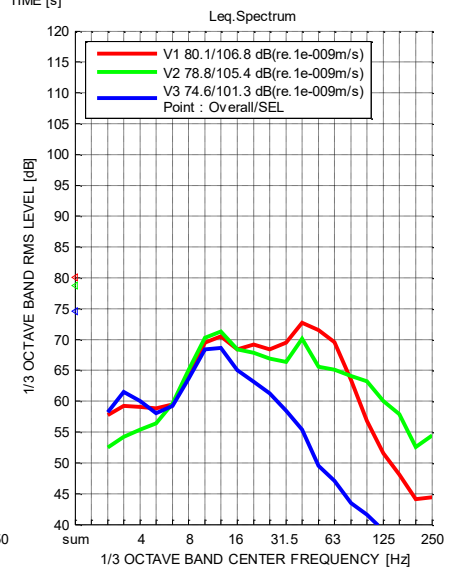
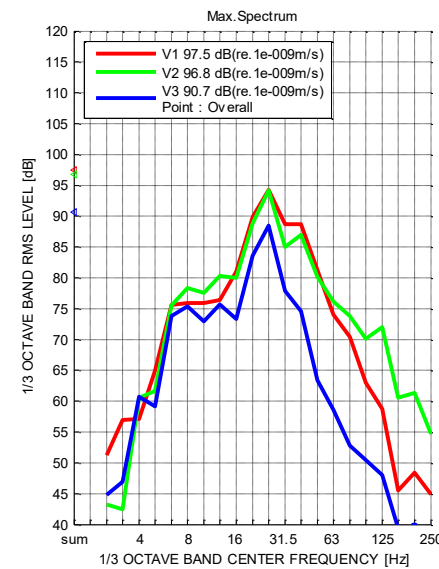
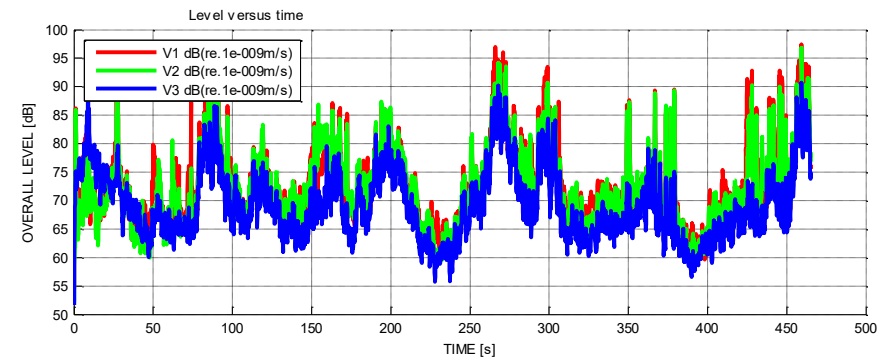
PROJECT: N5970

REC: SQD144\_REC03\_01.mat

TIME: 29/01/2025 14:59:17

SECTION: S28

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



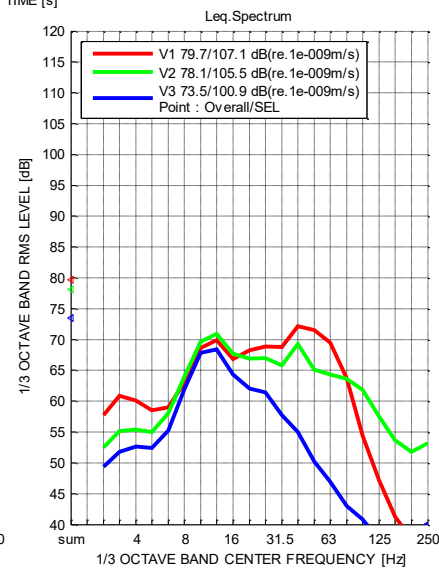
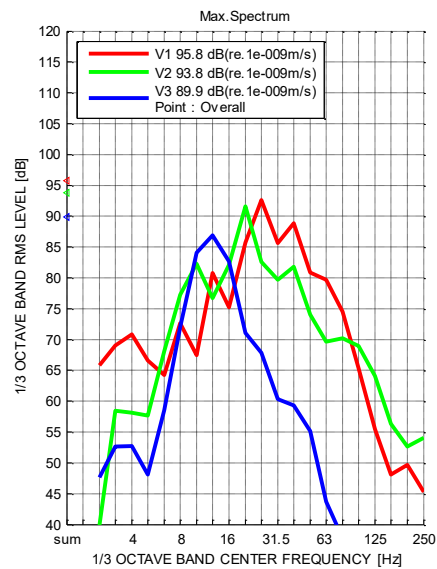
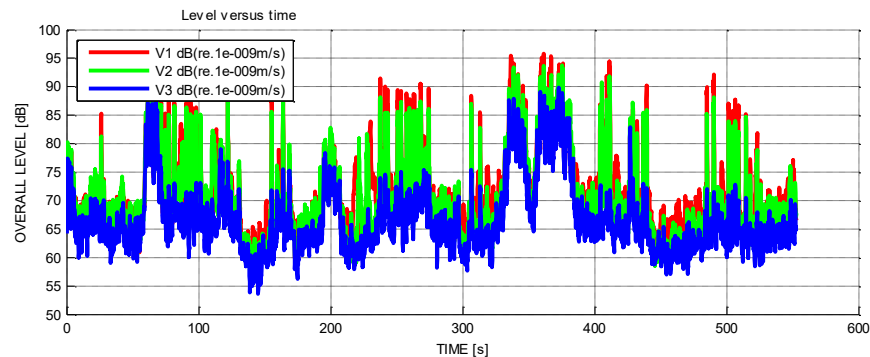
PROJECT: N5970

SECTION: S28

REC: SQD144\_REC03\_02.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 15:07:04



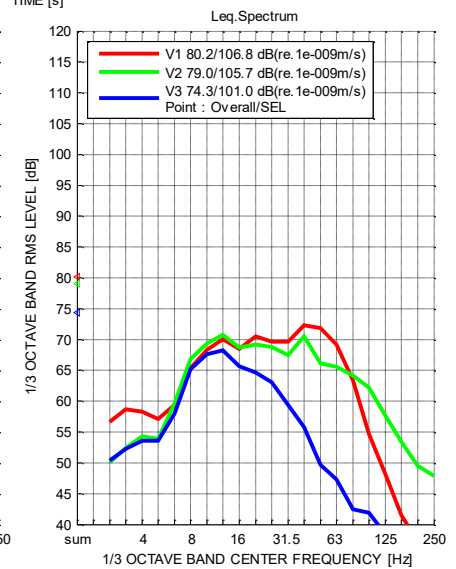
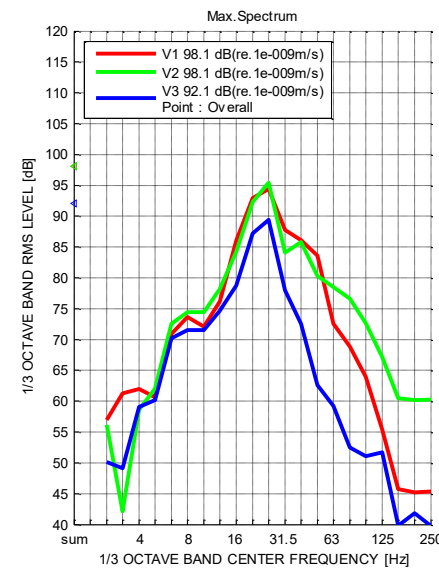
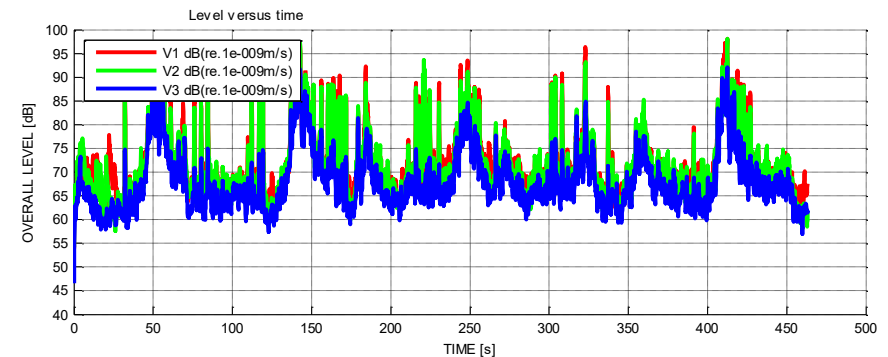
PROJECT: N5970

SECTION: S28

REC: SQD144\_REC04\_01.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 15:16:19





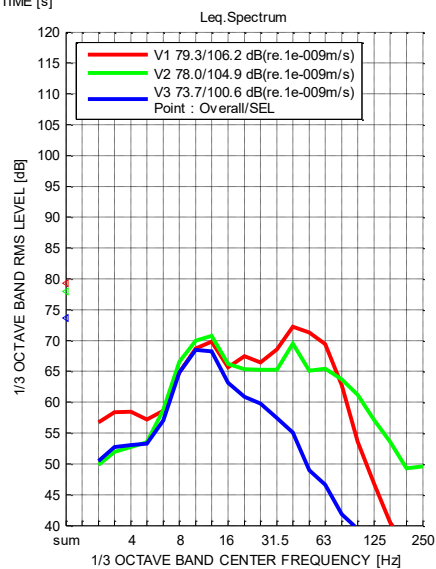
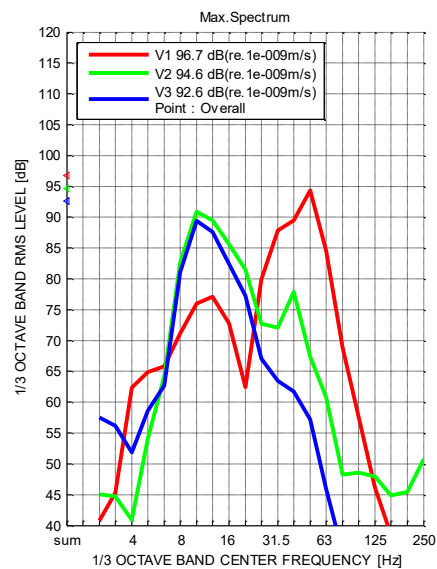
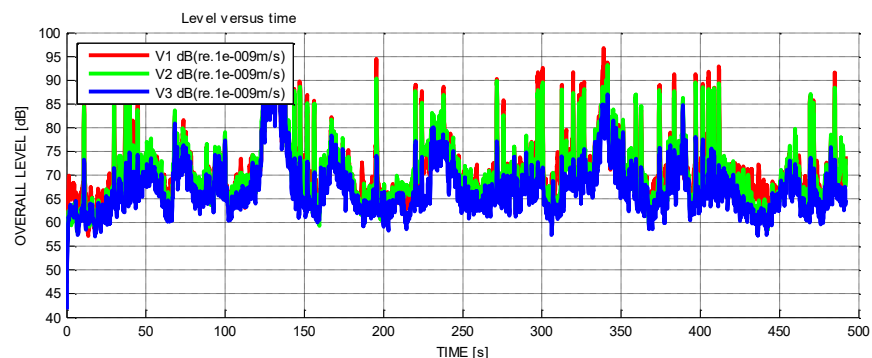
PROJECT: N5970

SECTION: S28

REC: SQD144\_REC04\_02.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 15:23:58



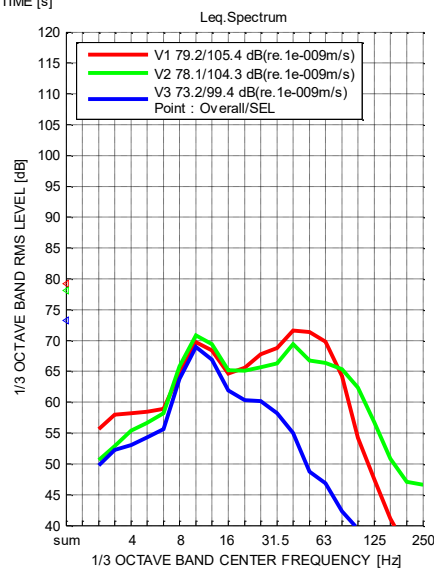
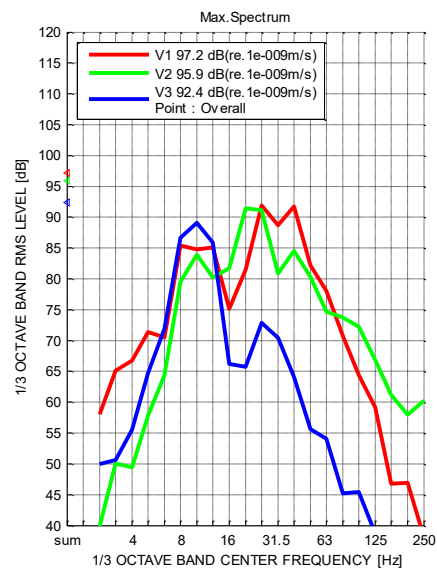
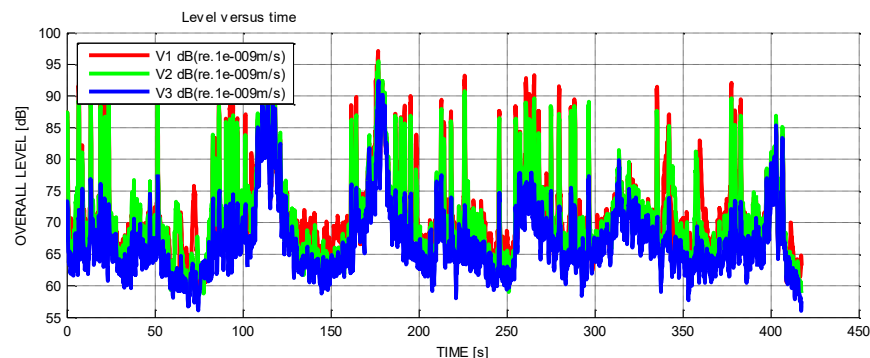
PROJECT: N5970

SECTION: S28

REC: SQD144\_REC05\_01.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 15:32:13



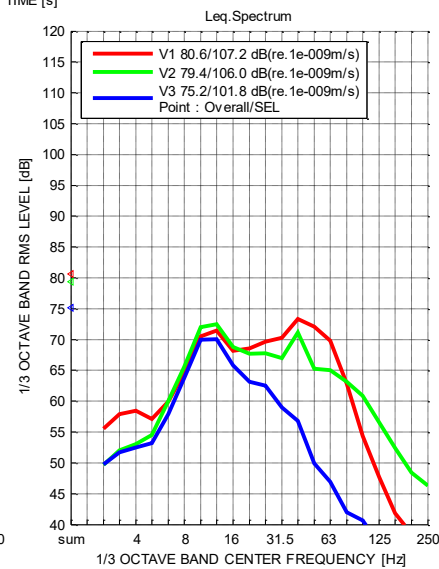
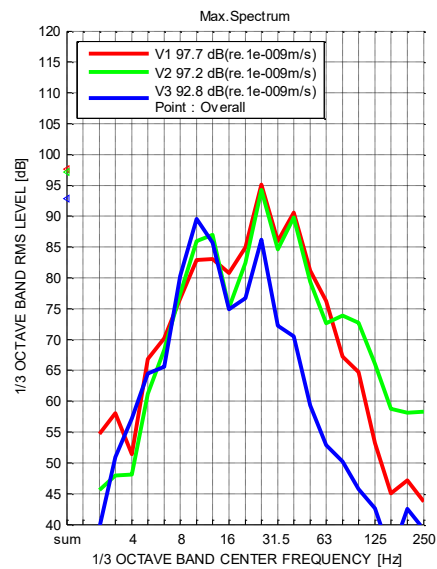
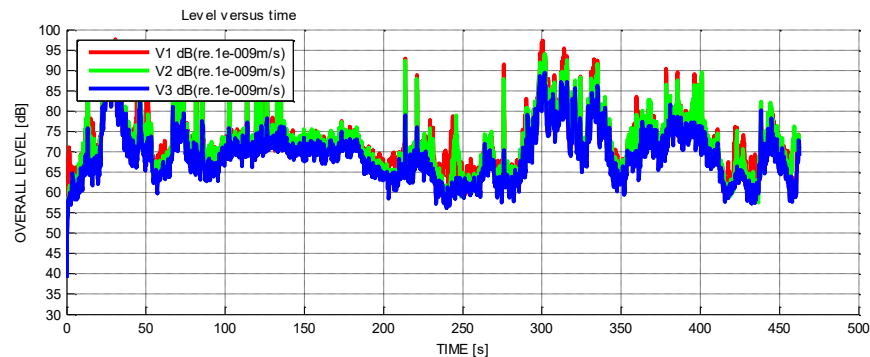
PROJECT: N5970

SECTION: S28

REC: SQD144\_REC05\_02.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 15:39:10



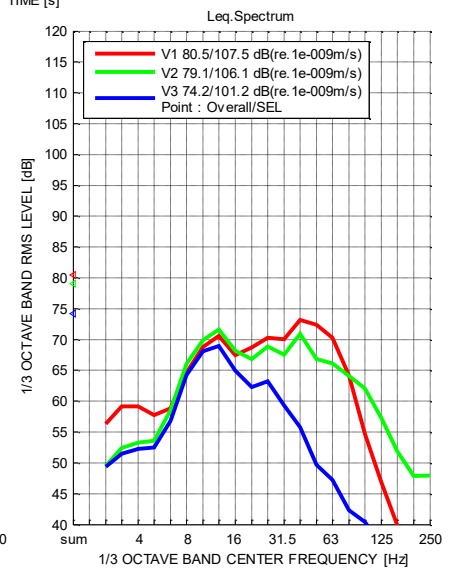
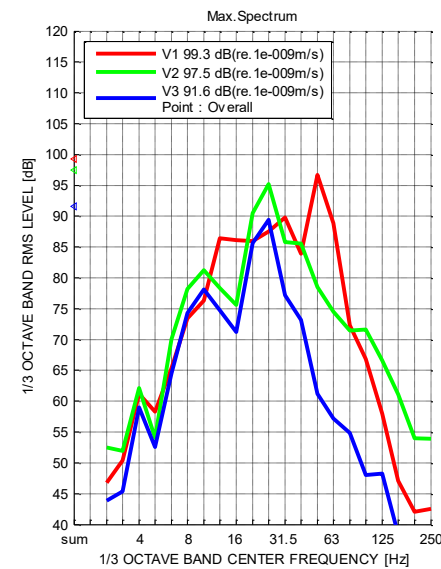
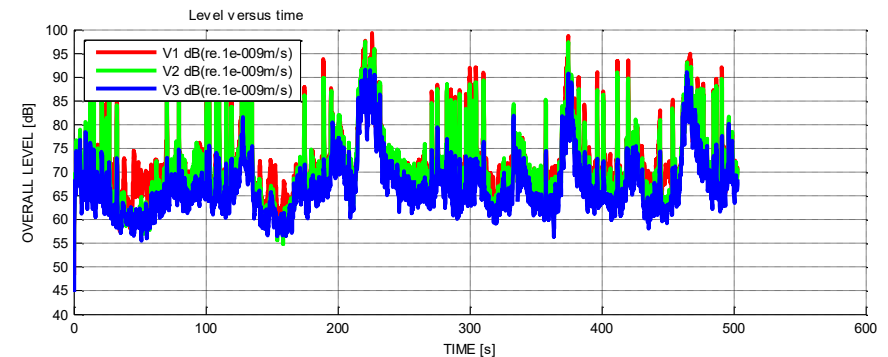
PROJECT: N5970

SECTION: S28

REC: SQD144\_REC06\_01.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 15:46:55



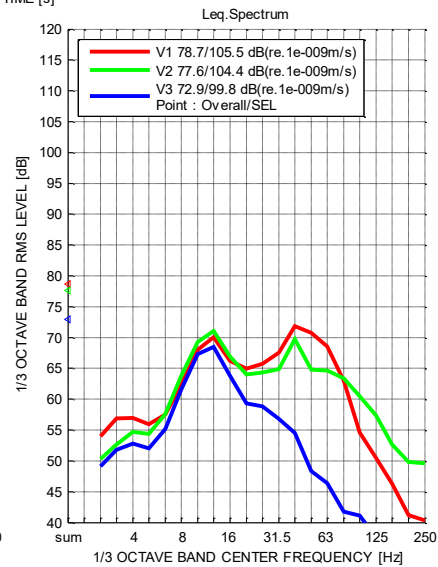
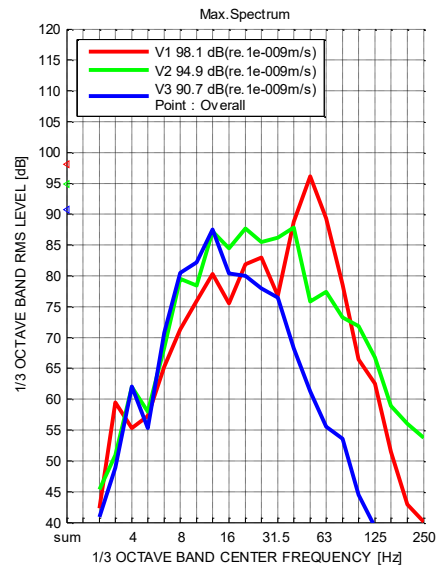
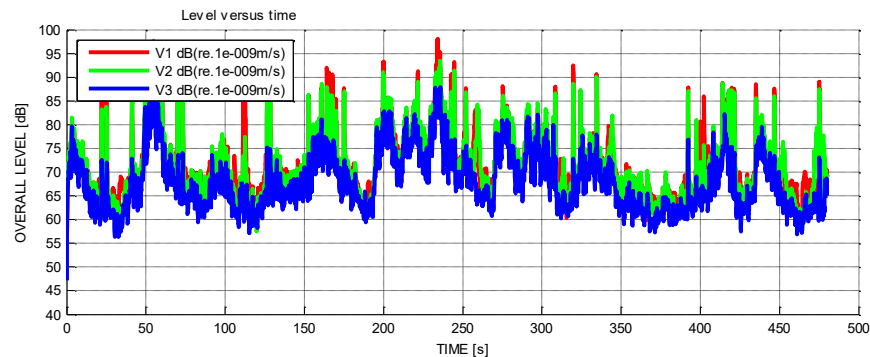
PROJECT: N5970

SECTION: S28

REC: SQD144\_REC06\_02.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 15:55:17



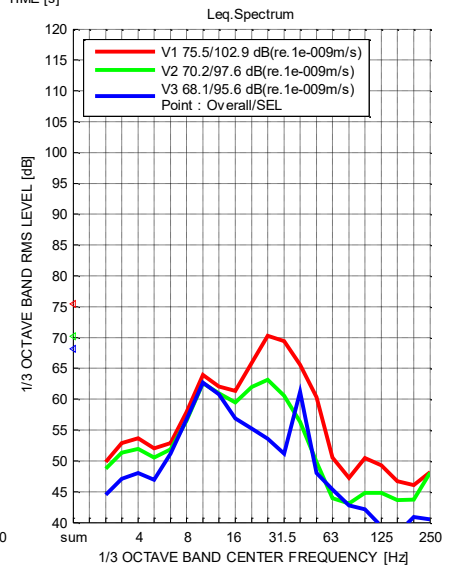
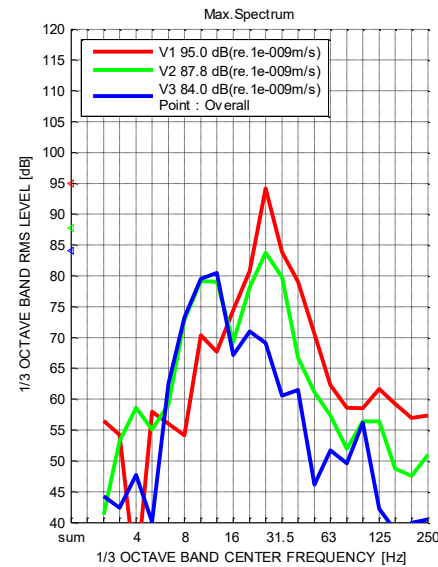
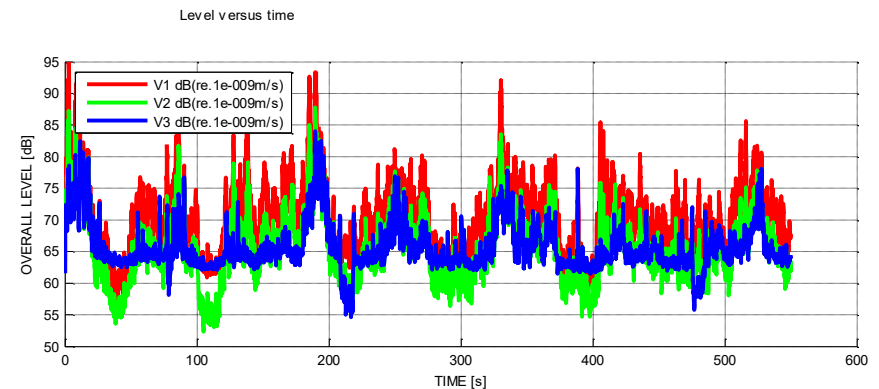
PROJECT: N5970

SECTION: S29

REC: REC002\_02.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 12:20:20



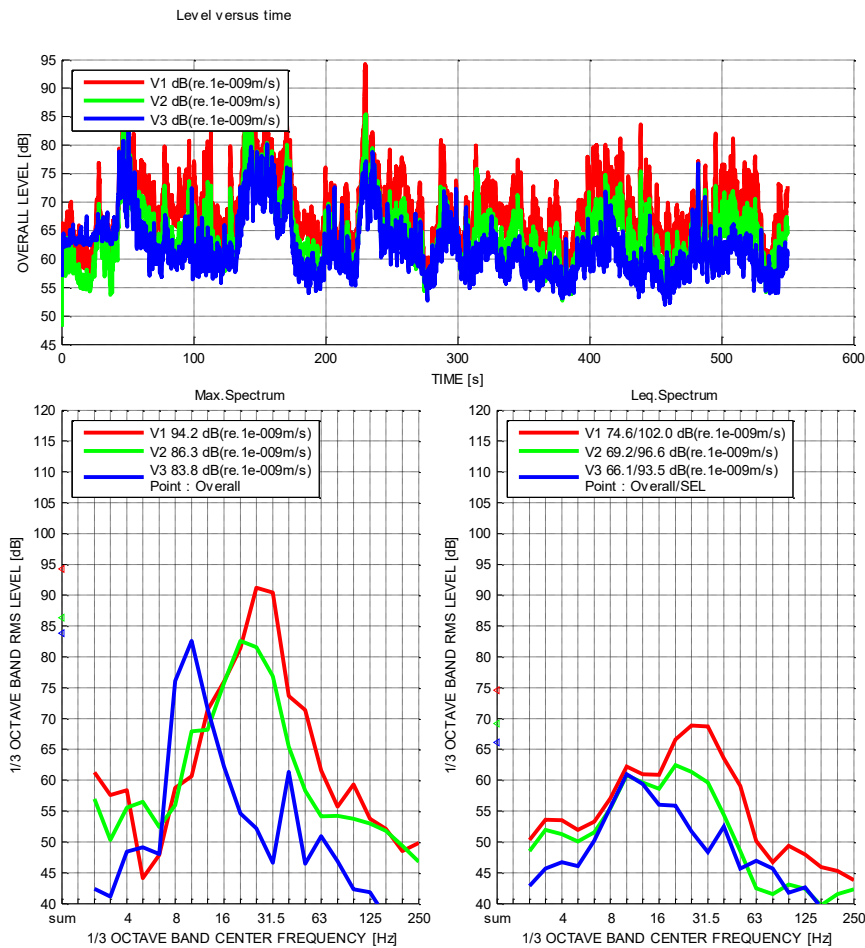
PROJECT: N5970

REC: REC002\_03.mat

TIME: 29/01/2025 12:29:30

SECTION: S29

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



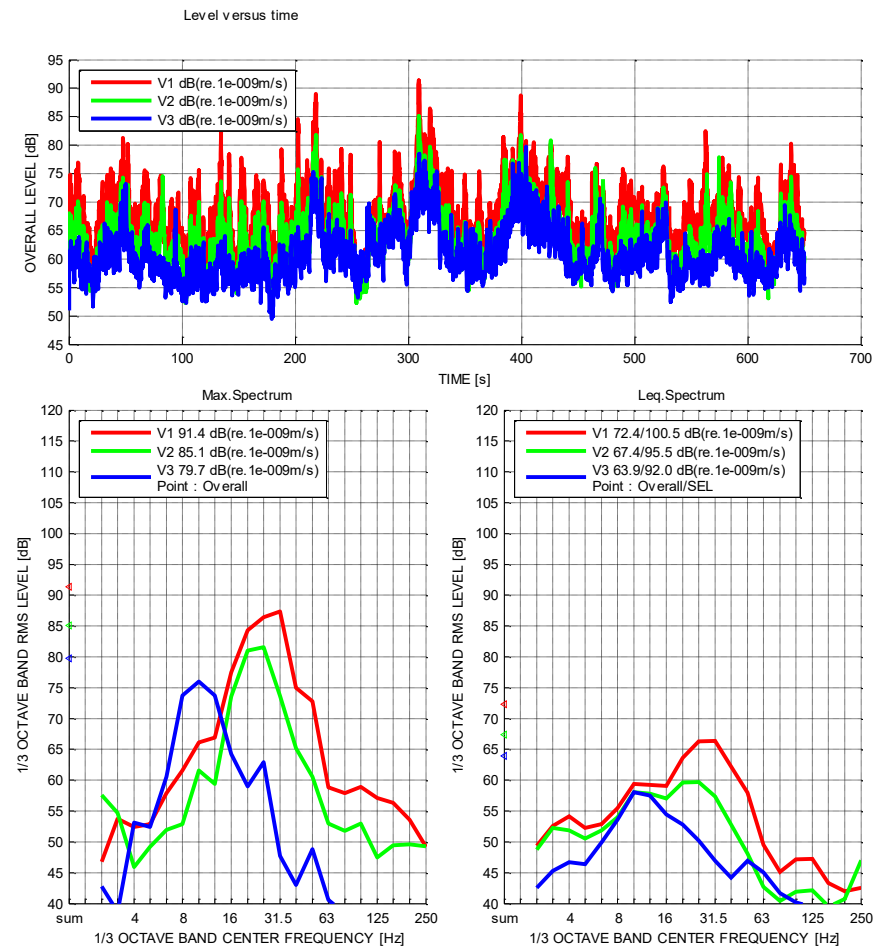
PROJECT: N5970

REC: REC002\_04.mat

TIME: 29/01/2025 12:38:40

SECTION: S29

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



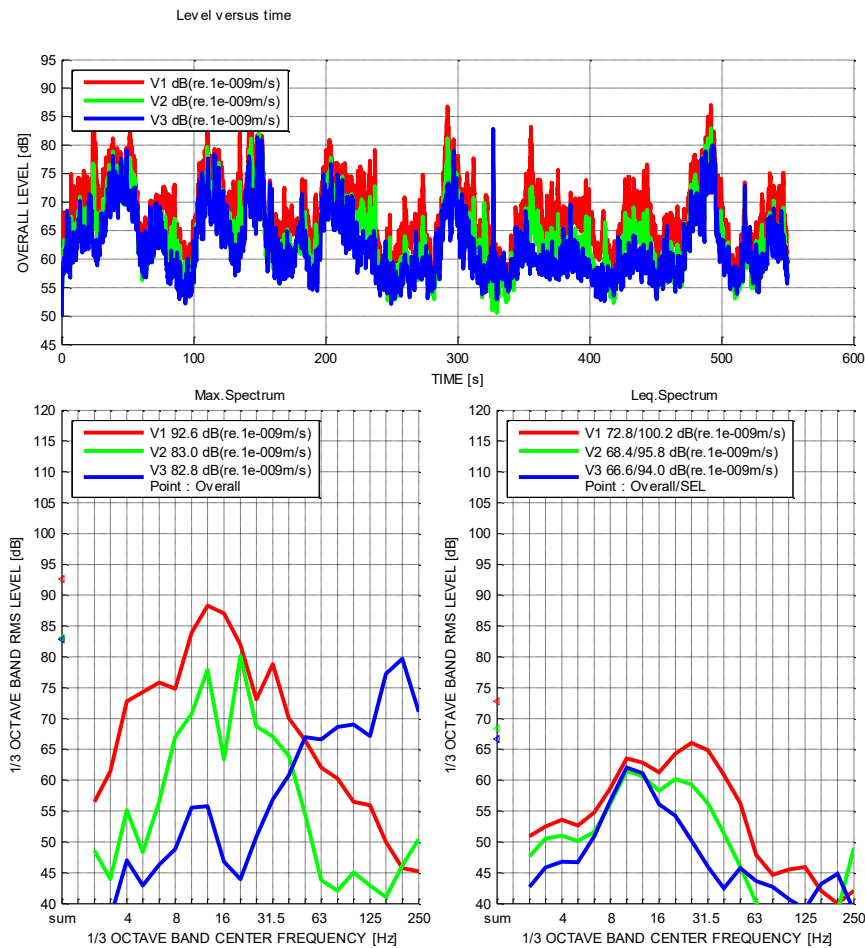
PROJECT: N5970

REC: REC002\_05.mat

TIME: 29/01/2025 12:49:30

SECTION: S29

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



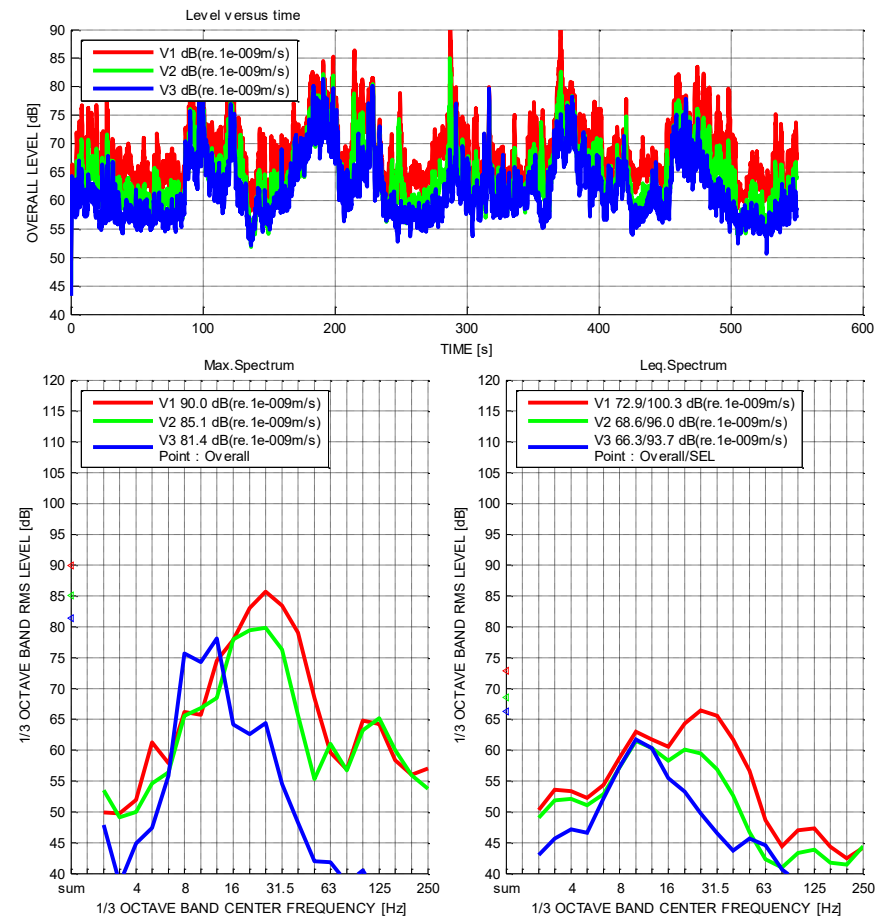
PROJECT: N5970

REC: REC002\_06.mat

TIME: 29/01/2025 12:58:40

SECTION: S29

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





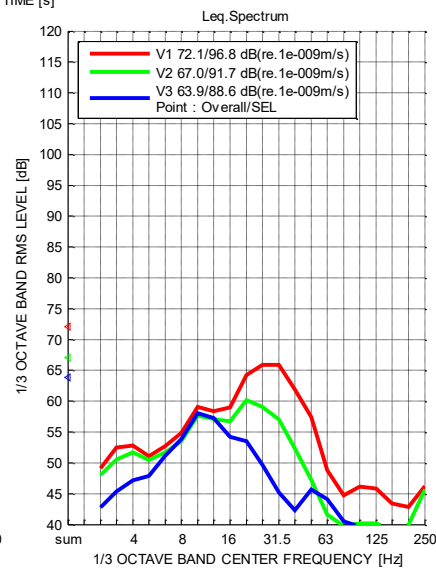
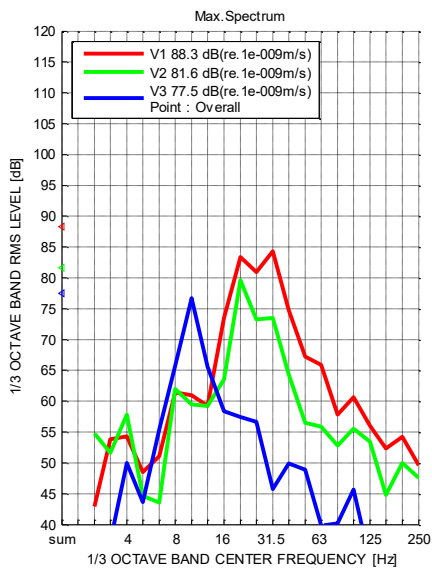
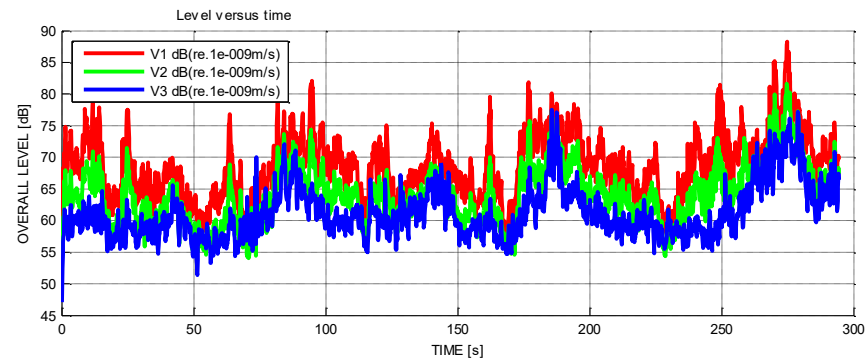
PROJECT: N5970

REC: REC002\_07.mat

TIME: 29/01/2025 13:07:50

SECTION: S29

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



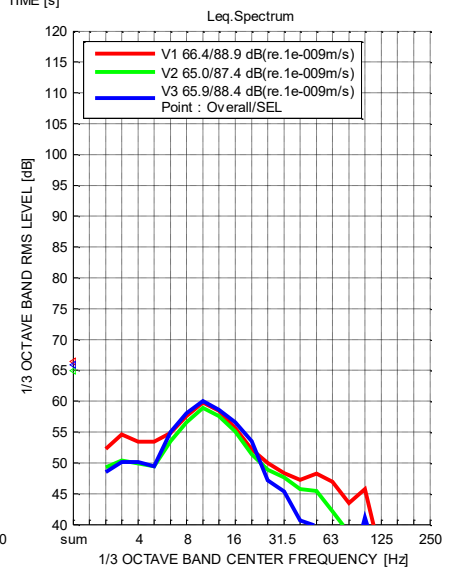
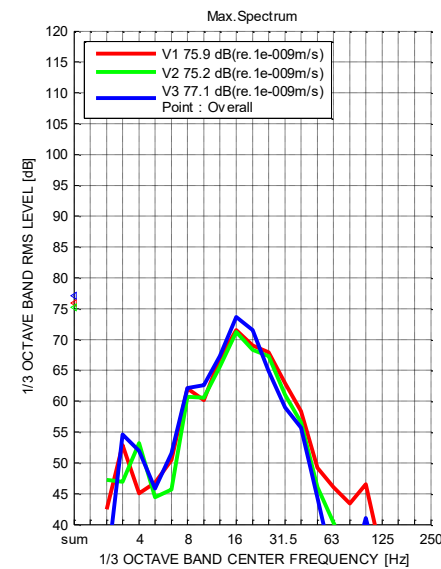
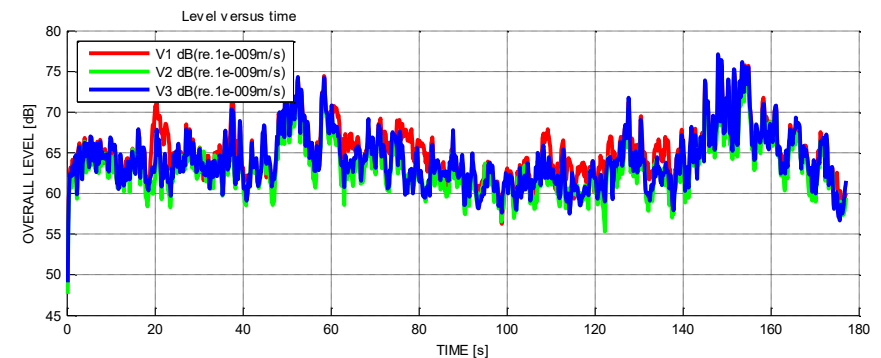
PROJECT: N5970

REC: sq299\_02.mat

TIME: 29/01/2025 12:02:14

SECTION: S30

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



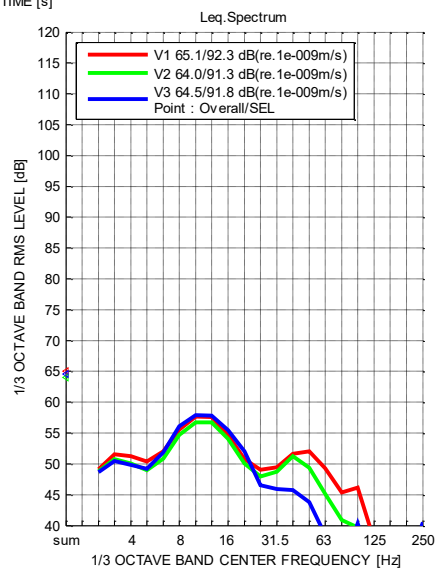
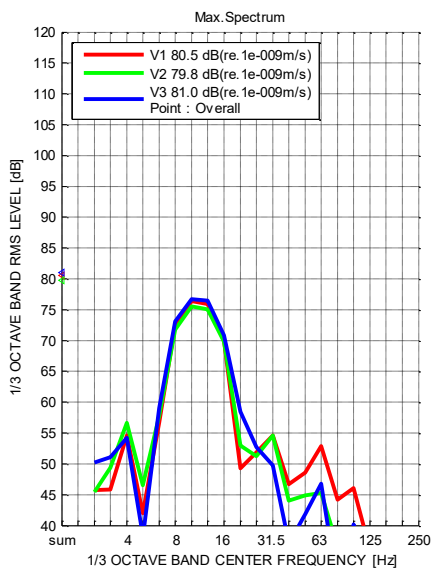
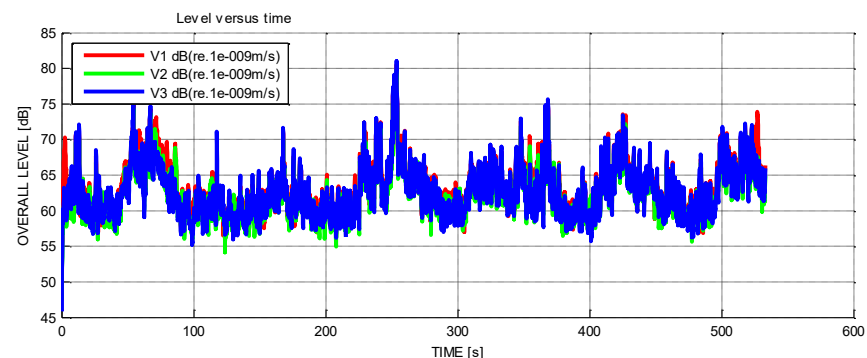
PROJECT: N5970

REC: sq299\_04.dat

TIME: 29/01/2025 12:06:50

SECTION: S30

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



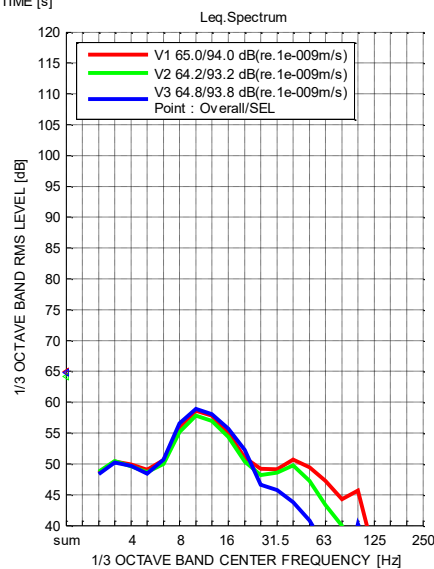
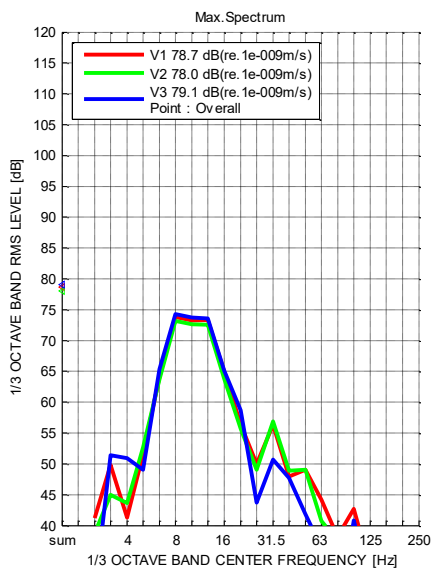
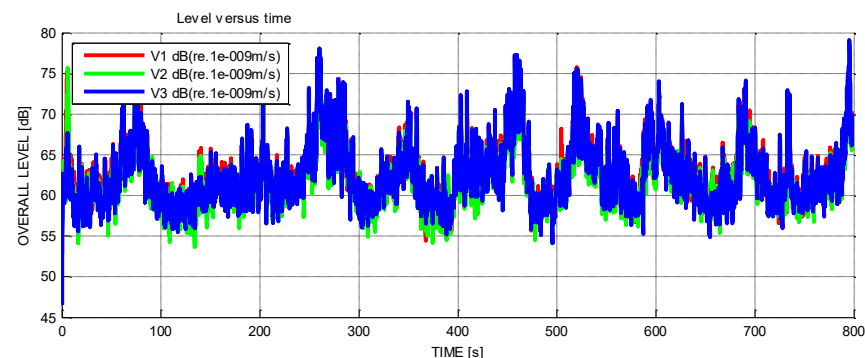
PROJECT: N5970

REC: sq299\_05\_01.mat

TIME: 29/01/2025 12:15:45

SECTION: S30

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



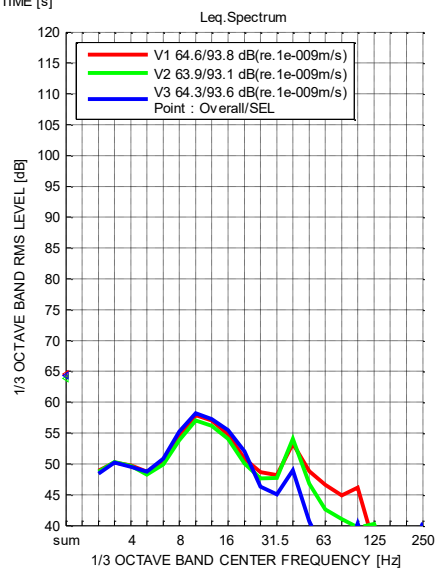
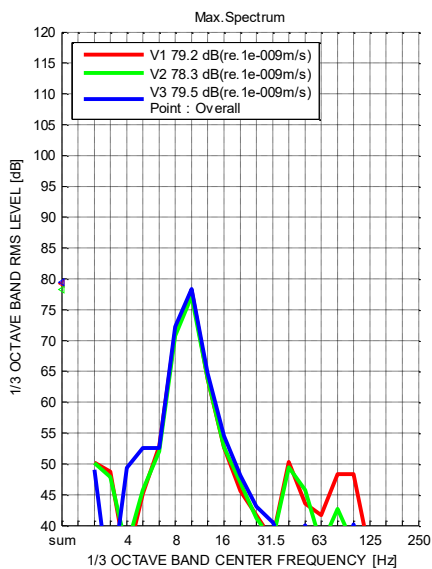
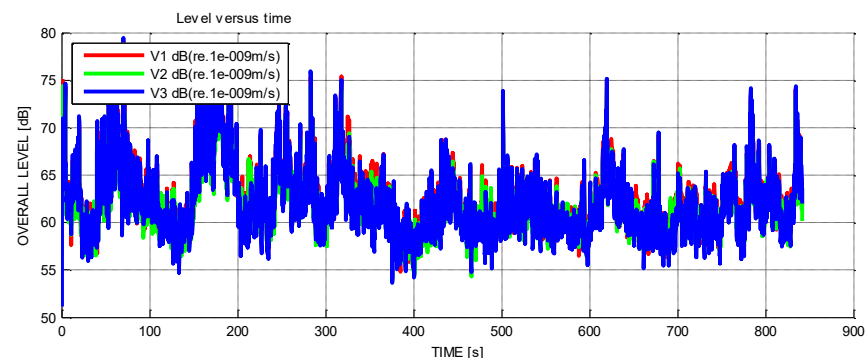
PROJECT: N5970

REC: sq299\_05\_02.mat

TIME: 29/01/2025 12:29:03

SECTION: S30

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



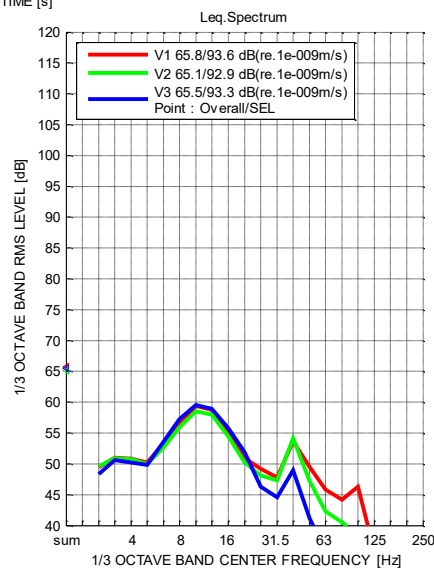
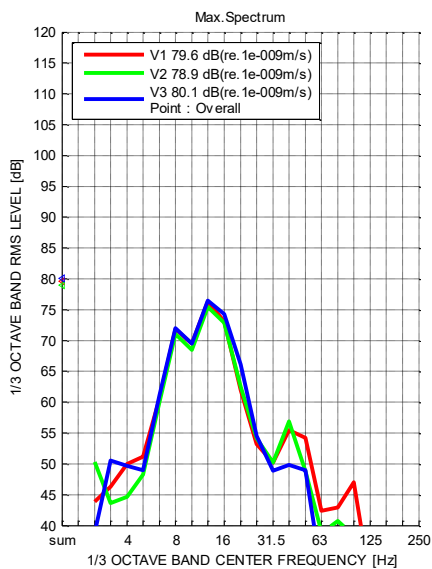
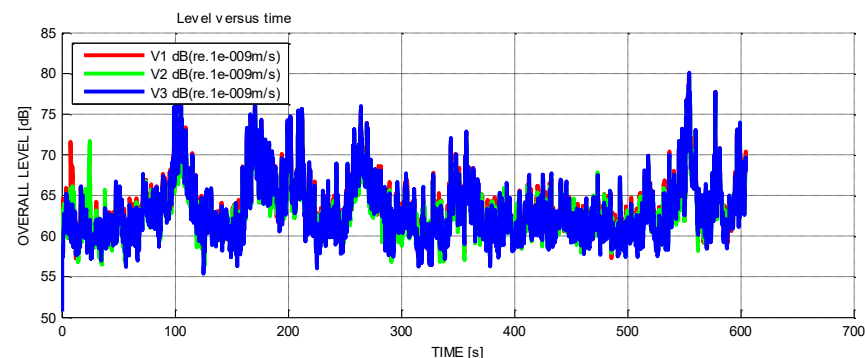
PROJECT: N5970

REC: sq299\_06\_01.mat

TIME: 29/01/2025 12:48:22

SECTION: S30

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



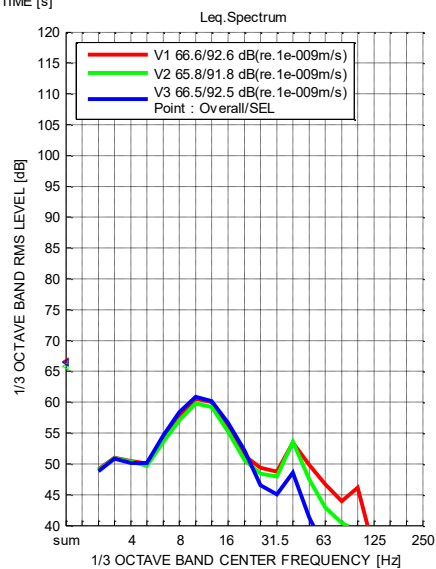
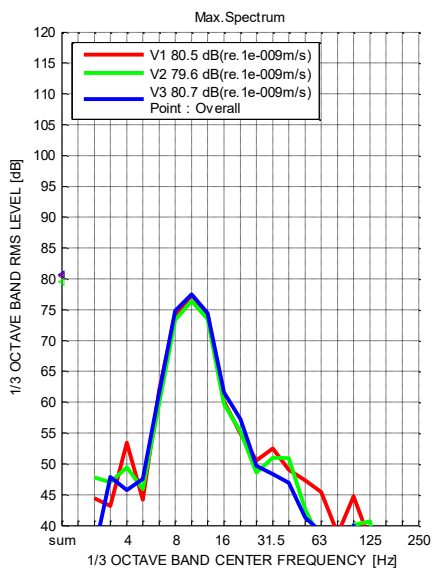
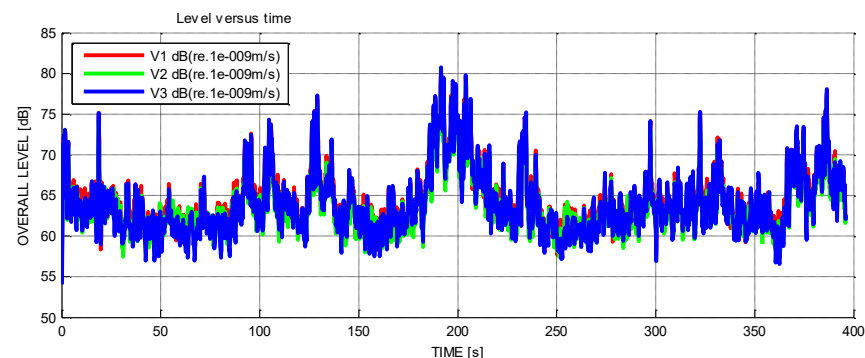
PROJECT: N5970

REC: sq299\_06\_02.mat

TIME: 29/01/2025 12:58:26

SECTION: S30

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



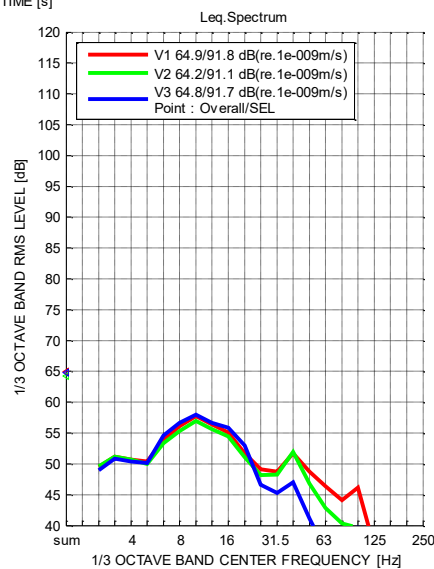
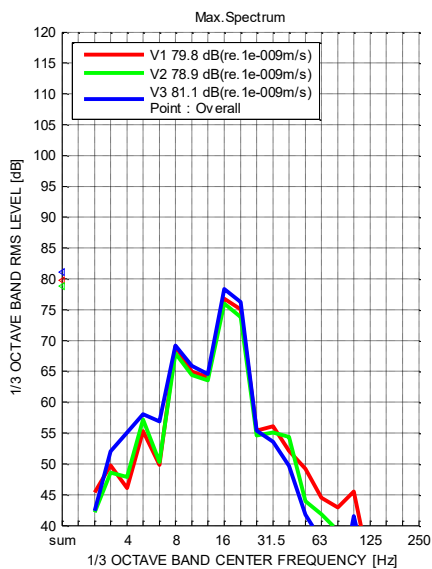
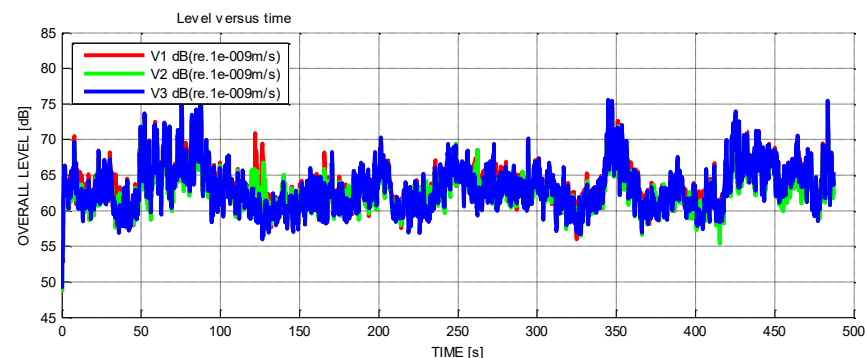
PROJECT: N5970

REC: sq299\_06\_03.mat

TIME: 29/01/2025 13:05:02

SECTION: S30

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



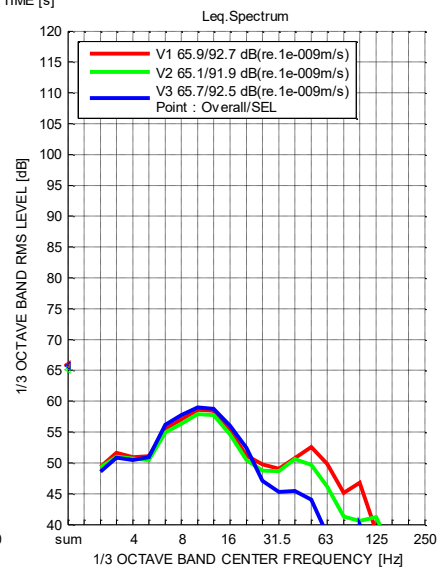
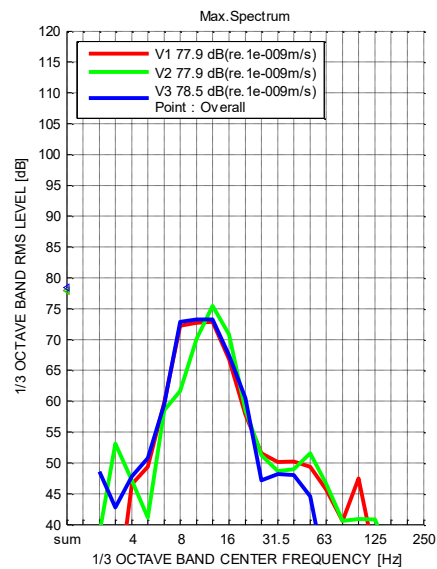
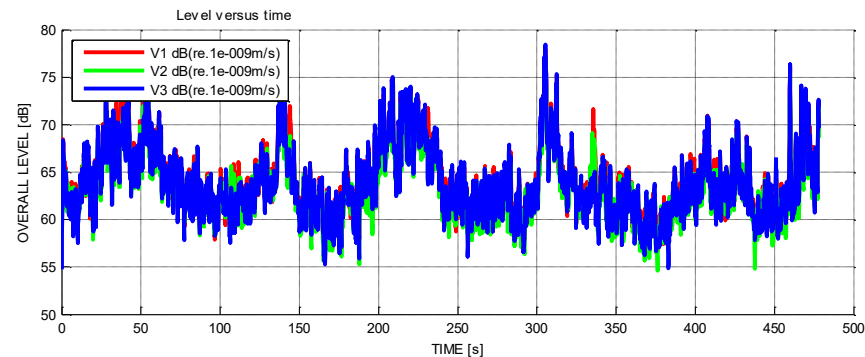
PROJECT: N5970

REC: sq299\_06\_04.mat

TIME: 29/01/2025 13:13:10

SECTION: S30

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



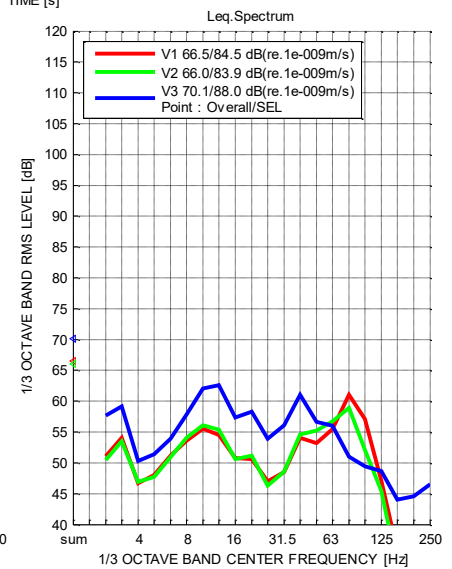
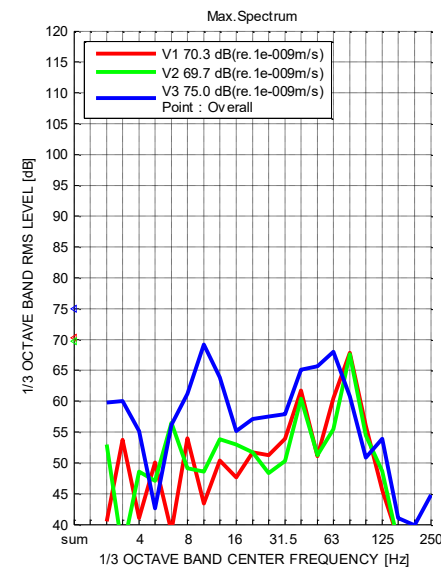
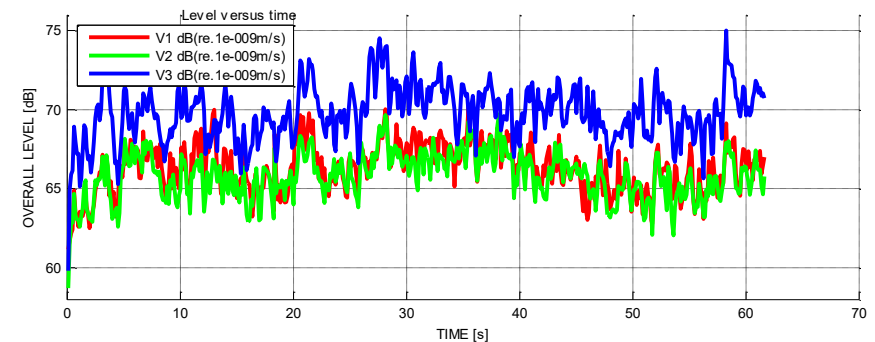
PROJECT: N5970

REC: REC021.mat

TIME: 29/01/2025 11:06:19

SECTION: S31

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





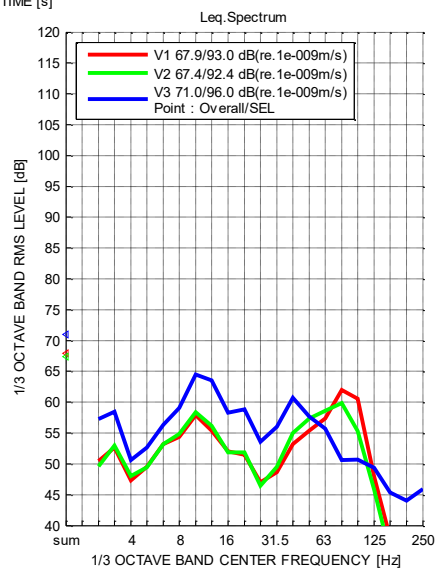
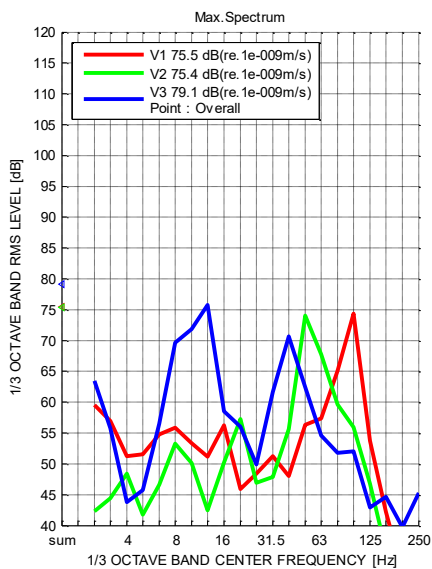
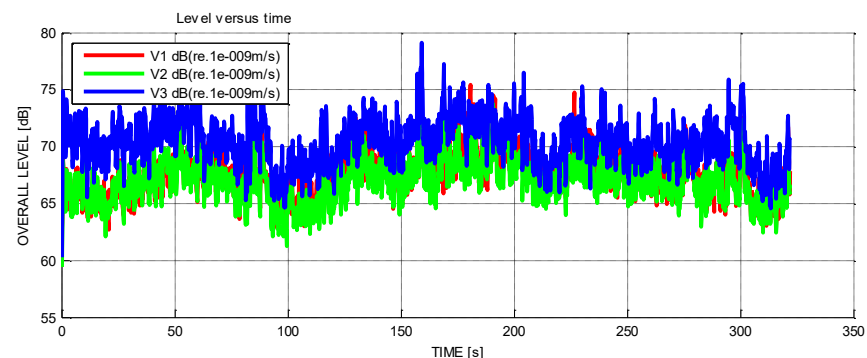
PROJECT: N5970

REC: REC022.mat

TIME: 29/01/2025 11:09:58

SECTION: S31

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



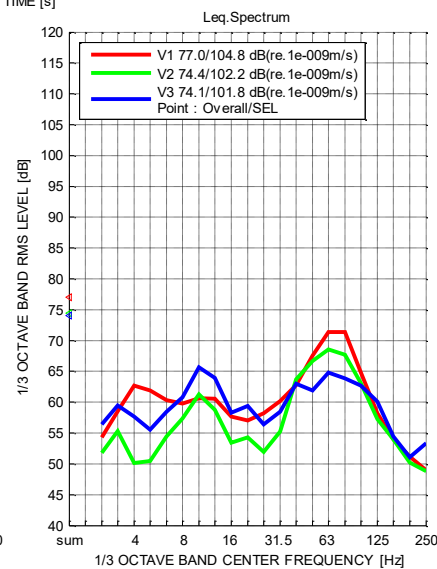
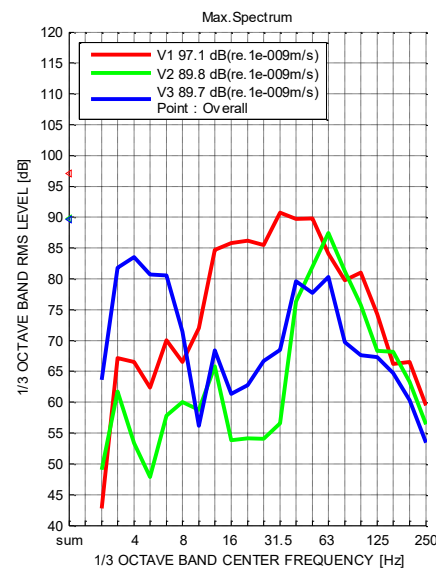
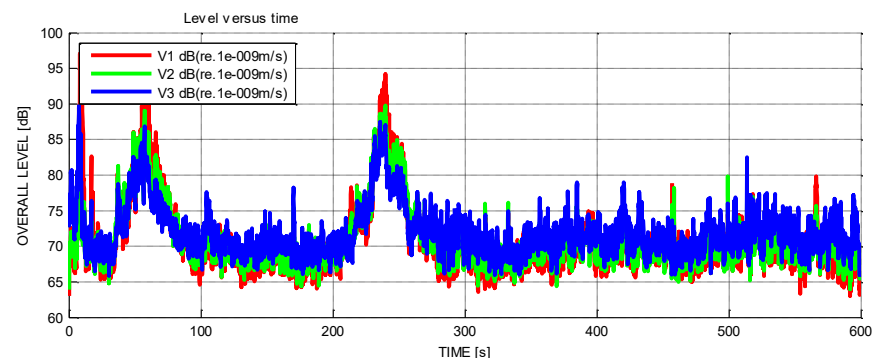
PROJECT: N5970

REC: REC023\_01.mat

TIME: 29/01/2025 11:16:12

SECTION: S31

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



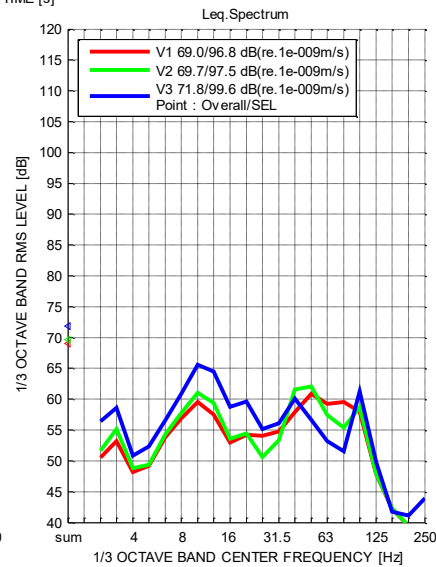
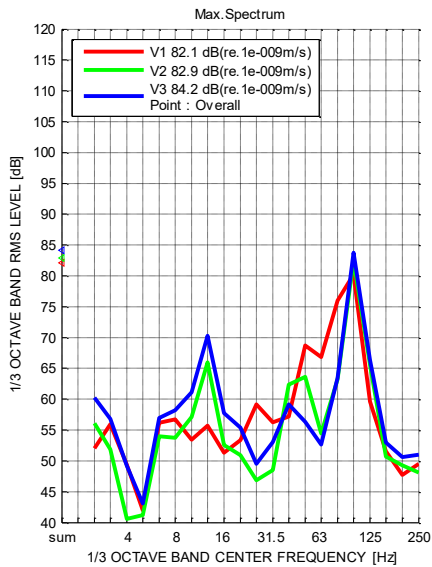
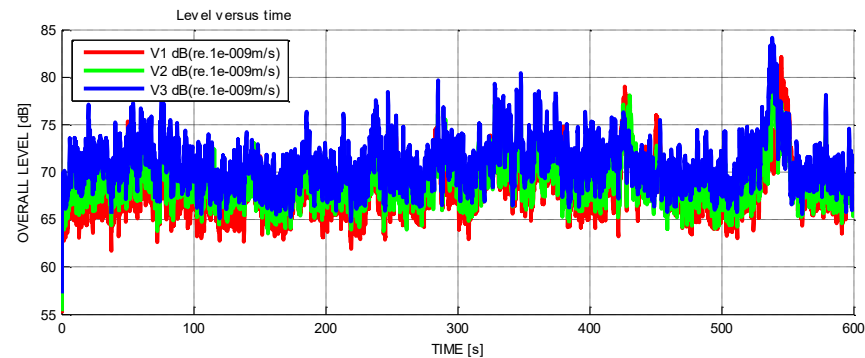
PROJECT: N5970

REC: REC023\_02.mat

TIME: 29/01/2025 11:26:12

SECTION: S31

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



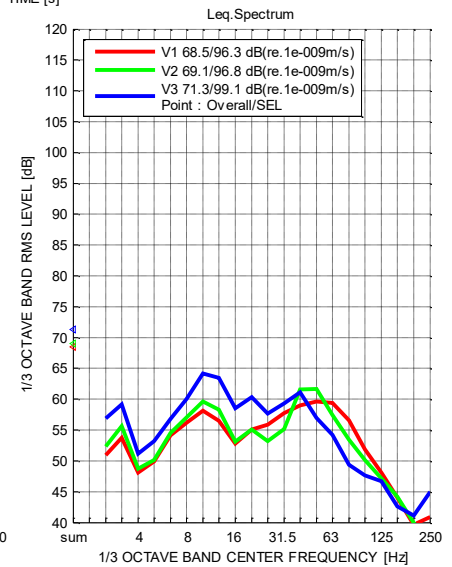
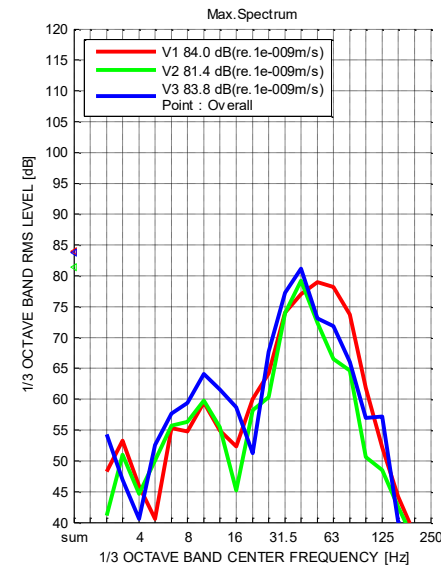
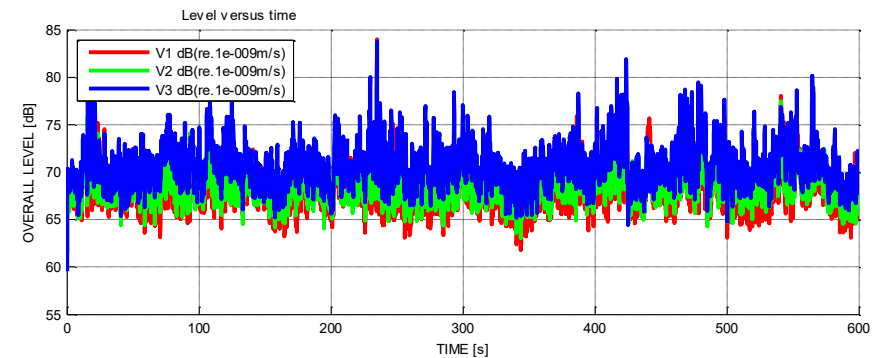
PROJECT: N5970

REC: REC023\_03.mat

TIME: 29/01/2025 11:36:12

SECTION: S31

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



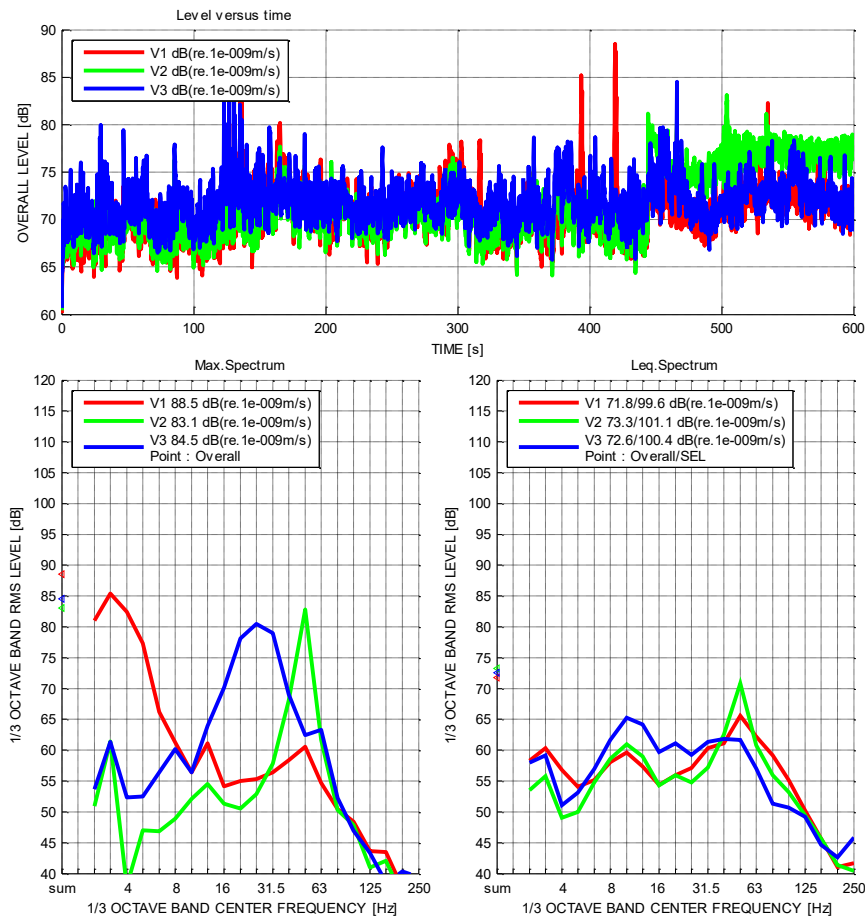
PROJECT: N5970

REC: REC023\_04.mat

TIME: 29/01/2025 11:46:12

SECTION: S31

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



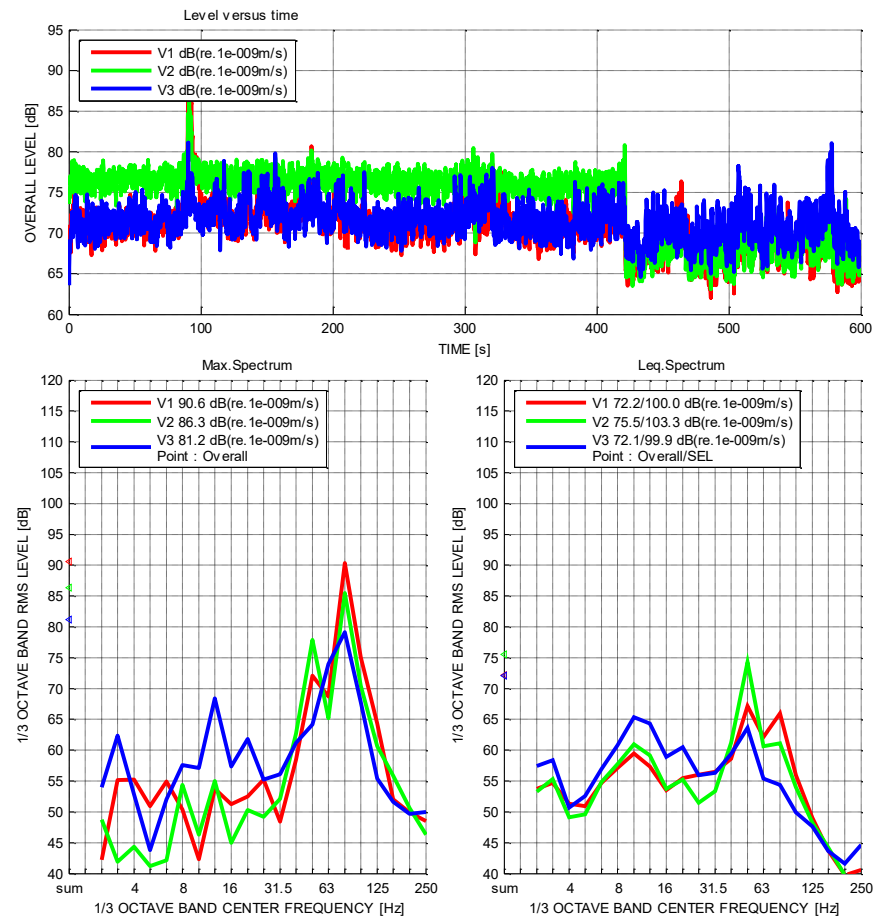
PROJECT: N5970

REC: REC023\_05.mat

TIME: 29/01/2025 11:56:12

SECTION: S31

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



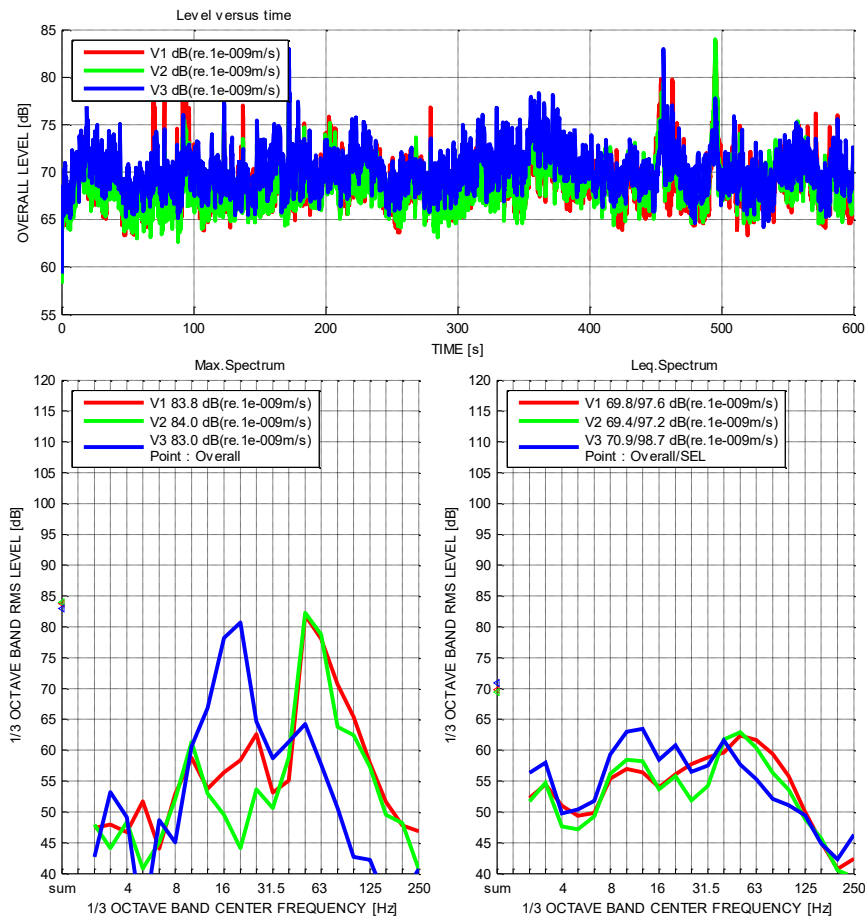
PROJECT: N5970

REC: REC023\_06.mat

TIME: 29/01/2025 12:06:12

SECTION: S31

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



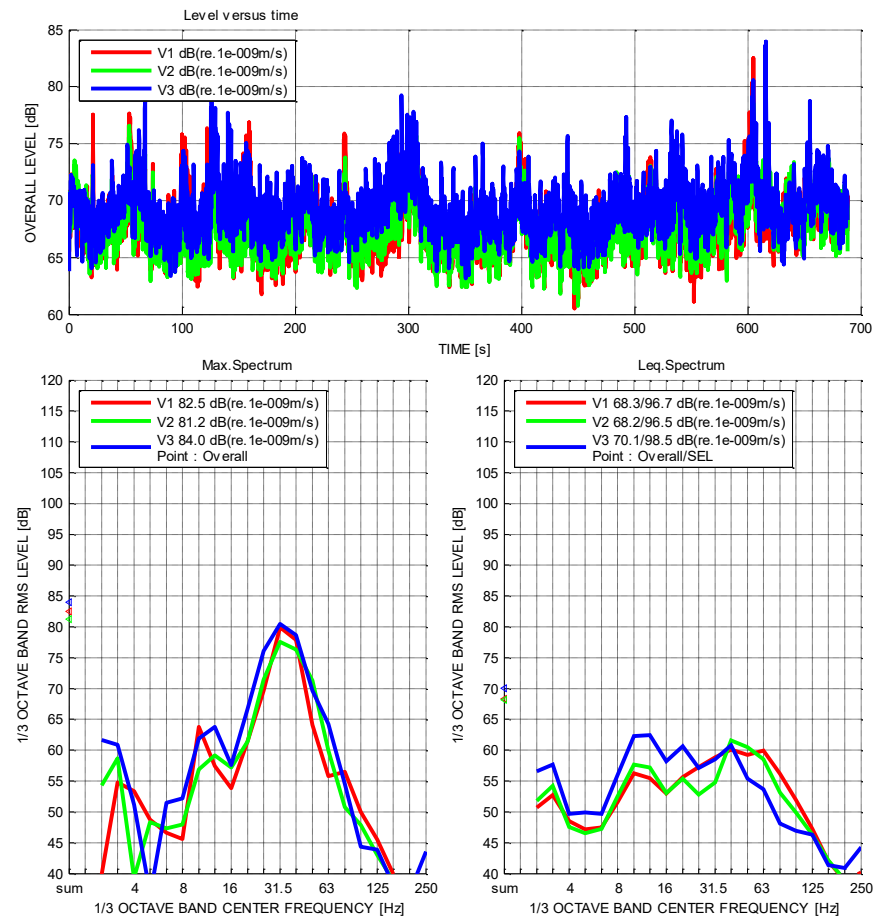
PROJECT: N5970

REC: REC023\_07.mat

TIME: 29/01/2025 12:16:12

SECTION: S31

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



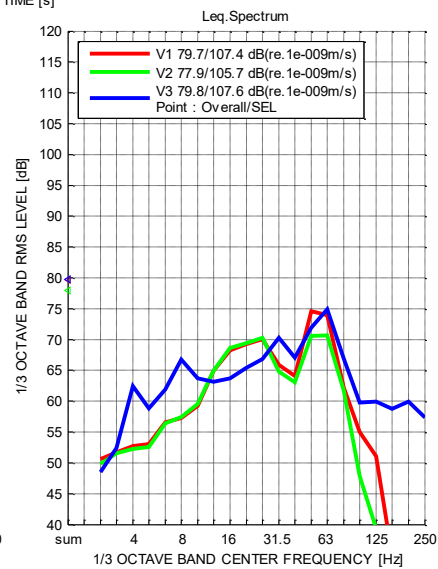
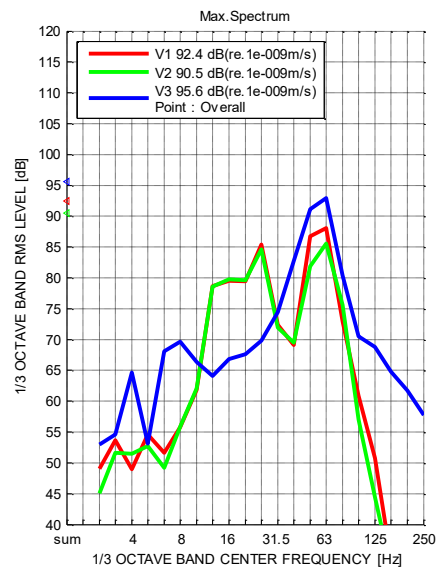
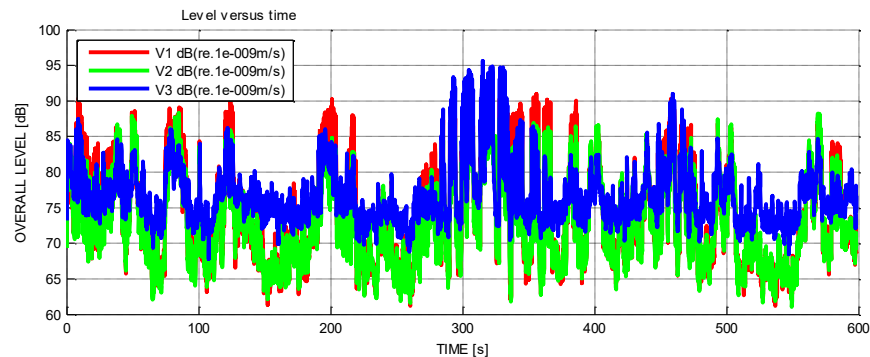
PROJECT: N5970

REC: SQD144\_01\_01.mat

TIME: 29/01/2025 11:00:34

SECTION: S32

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



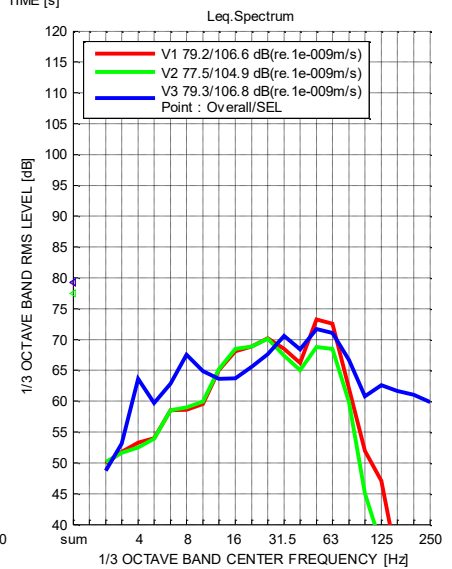
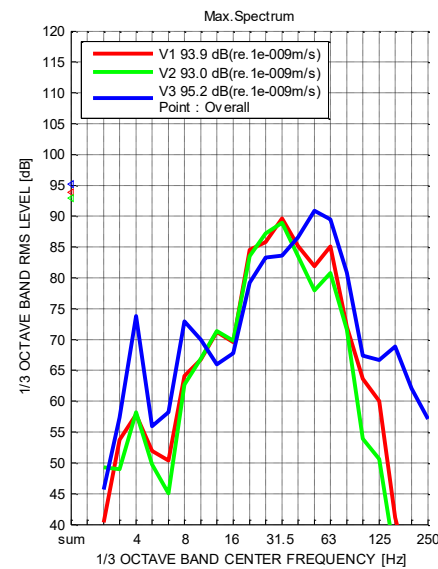
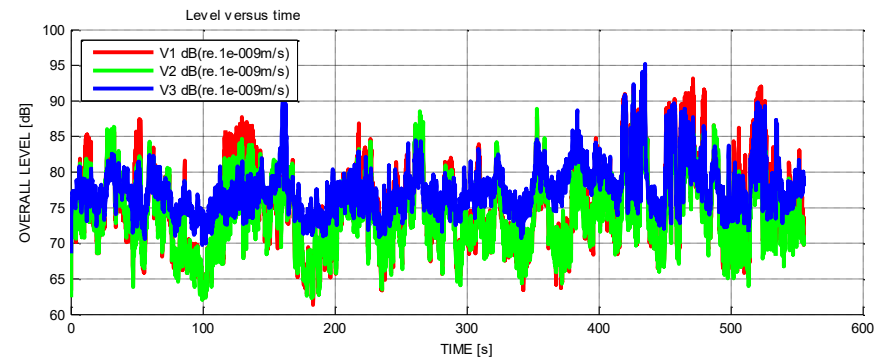
PROJECT: N5970

REC: SQD144\_01\_02.mat

TIME: 29/01/2025 11:10:36

SECTION: S32

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





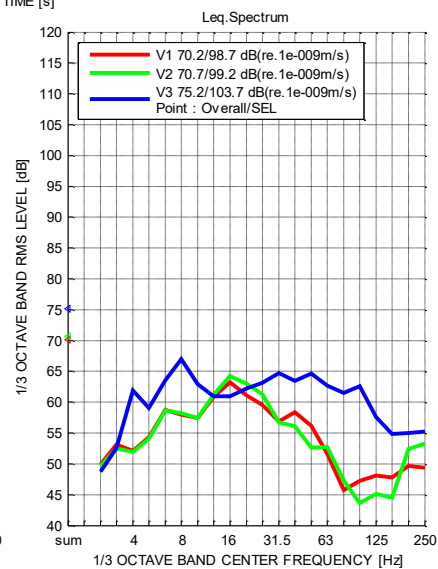
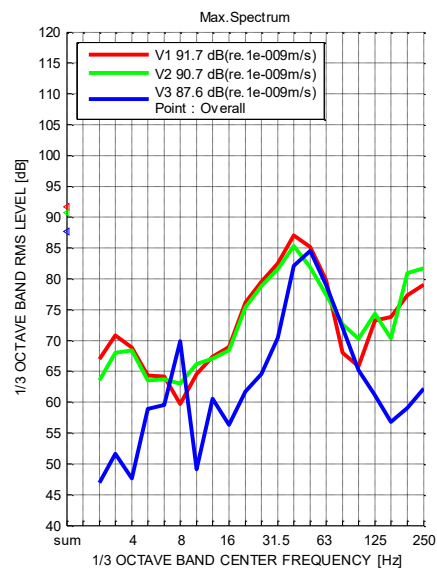
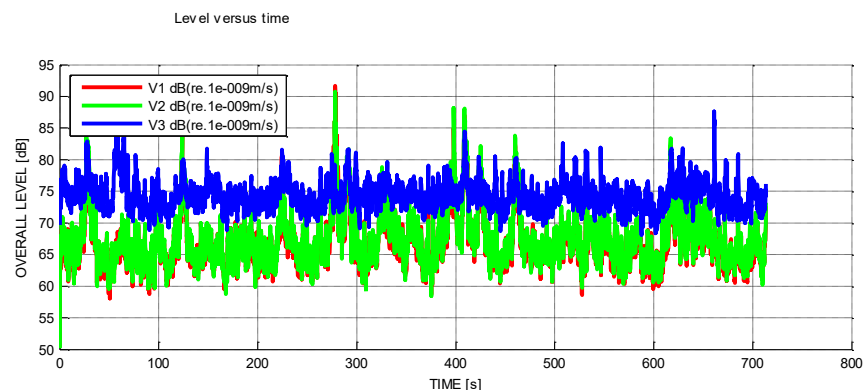
PROJECT: N5970

REC: SQD144\_02\_02.mat

TIME: 29/01/2025 11:34:04

SECTION: S32

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



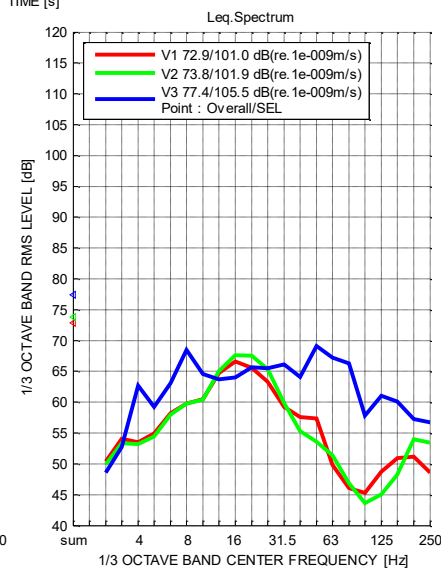
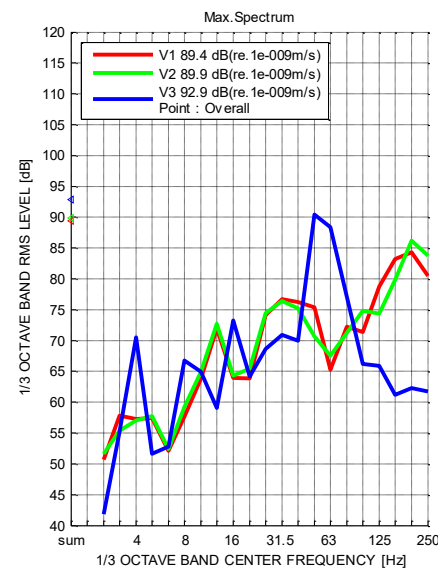
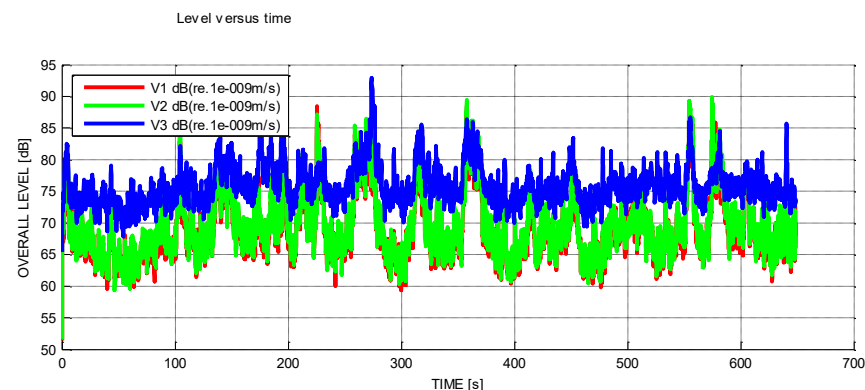
PROJECT: N5970

REC: SQD144\_02\_03.mat

TIME: 29/01/2025 11:46:23

SECTION: S32

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



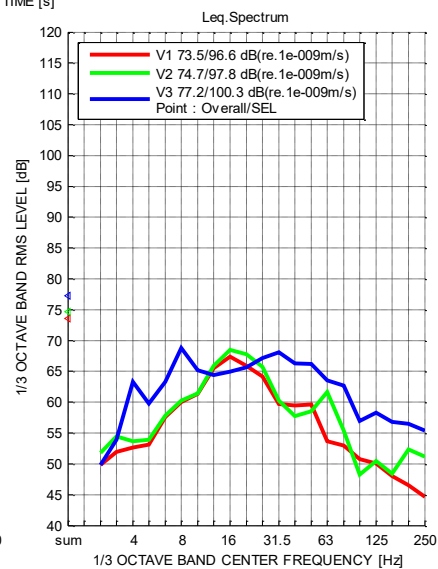
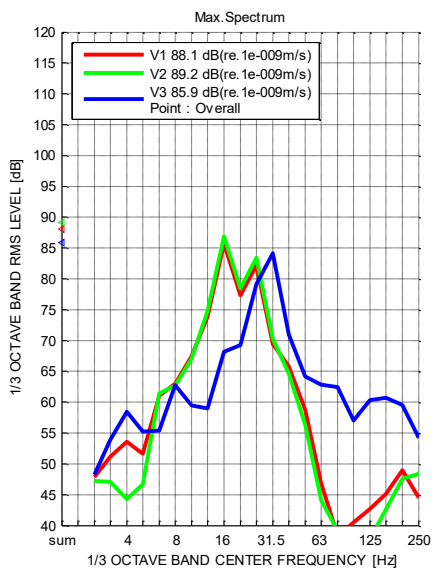
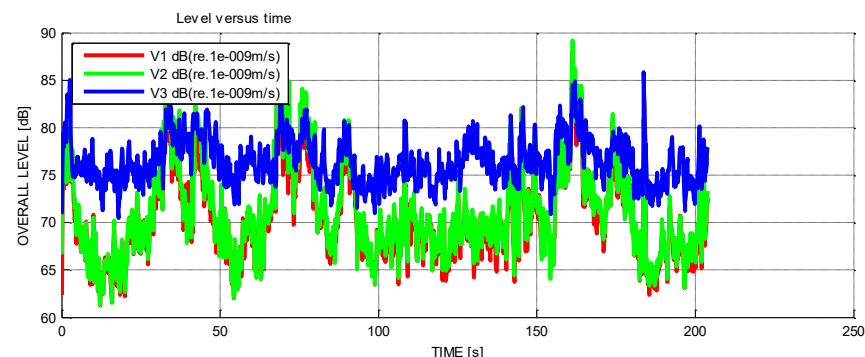
PROJECT: N5970

REC: SQD144\_02\_04.mat

TIME: 29/01/2025 12:00:11

SECTION: S32

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



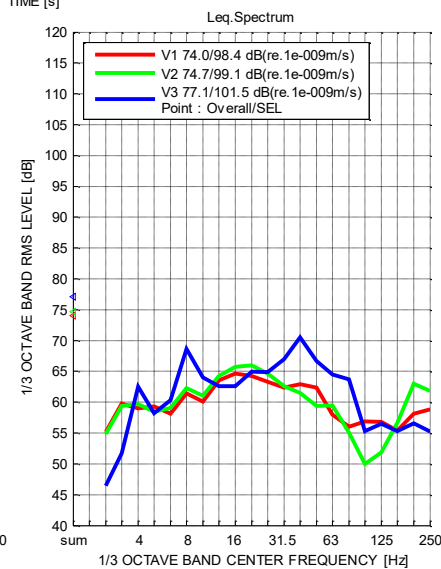
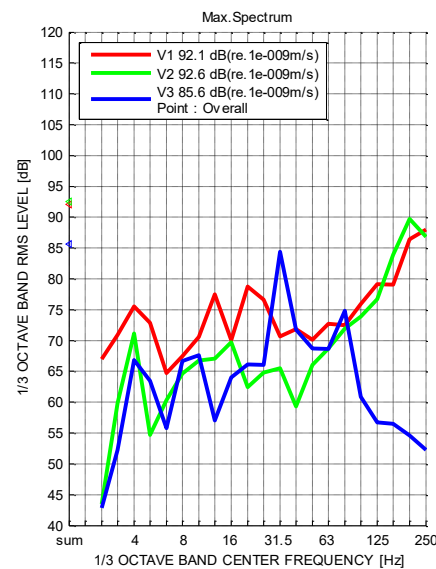
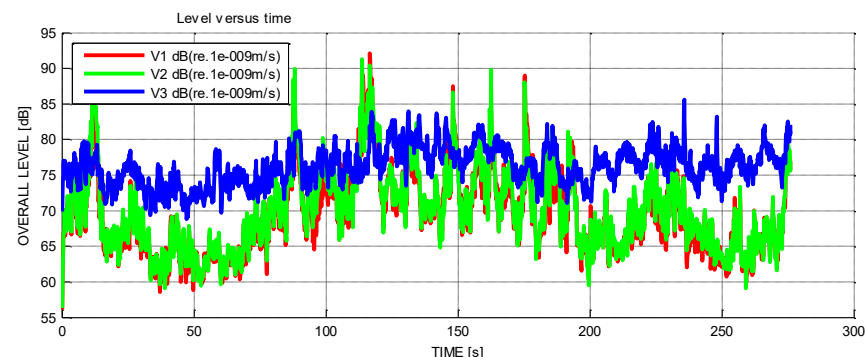
PROJECT: N5970

REC: SQD144\_02\_05.mat

TIME: 29/01/2025 12:09:54

SECTION: S32

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



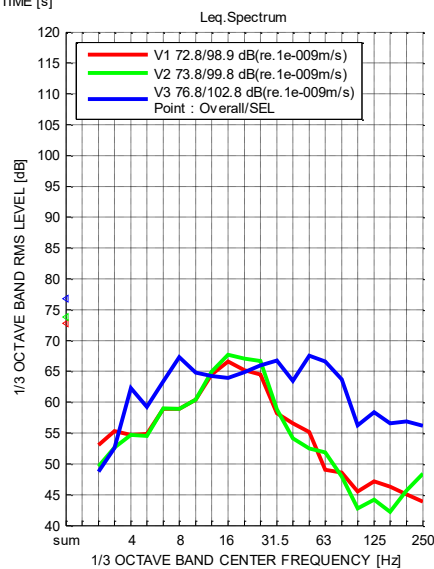
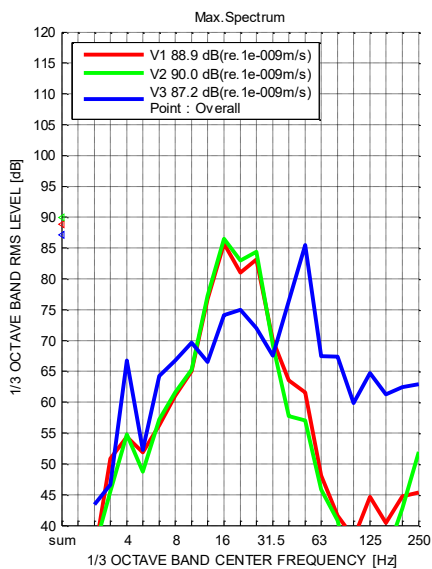
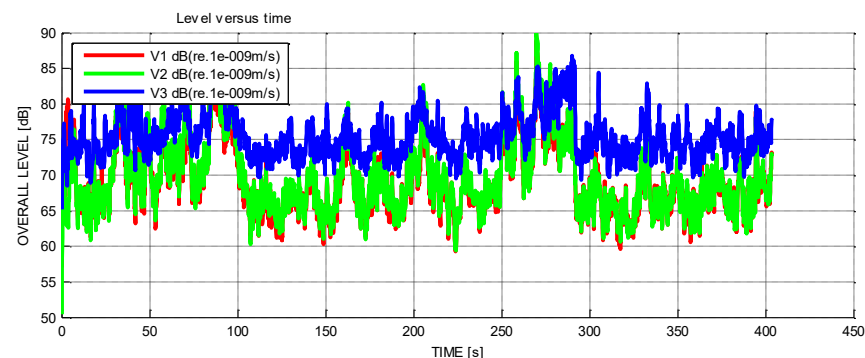
PROJECT: N5970

REC: SQD144\_02\_011.mat

TIME: 29/01/2025 11:20:56

SECTION: S32

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



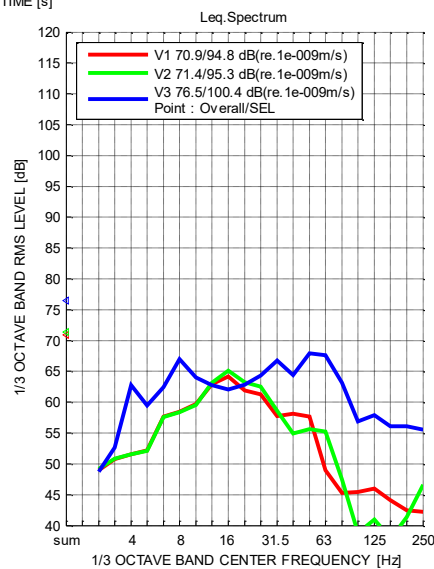
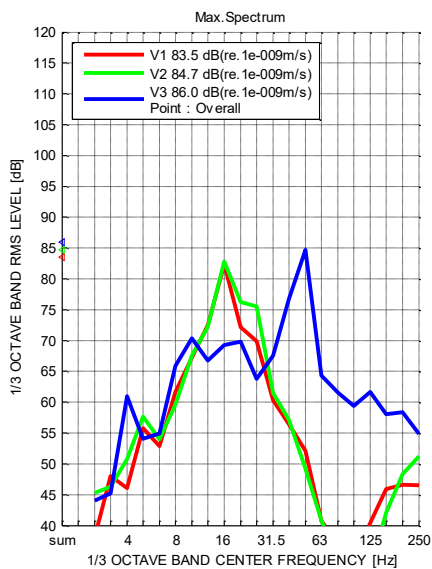
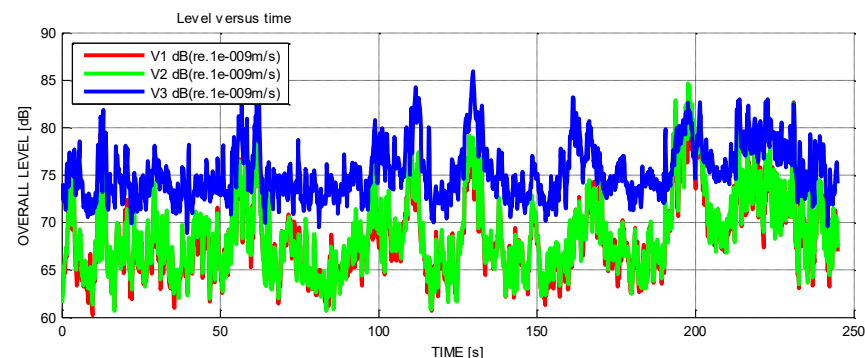
PROJECT: N5970

REC: SQD144\_02\_012.mat

TIME: 29/01/2025 11:27:59

SECTION: S32

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



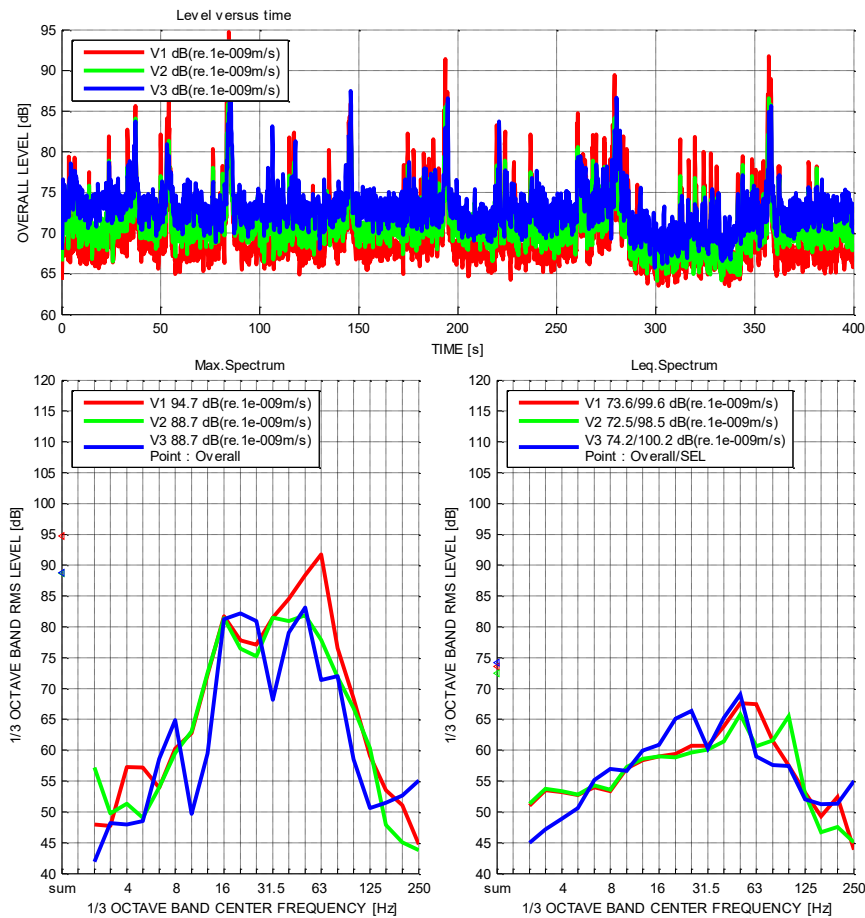
PROJECT: N5970

REC: REC005\_01.mat

TIME: 29/01/2025 15:29:51

SECTION: S33

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



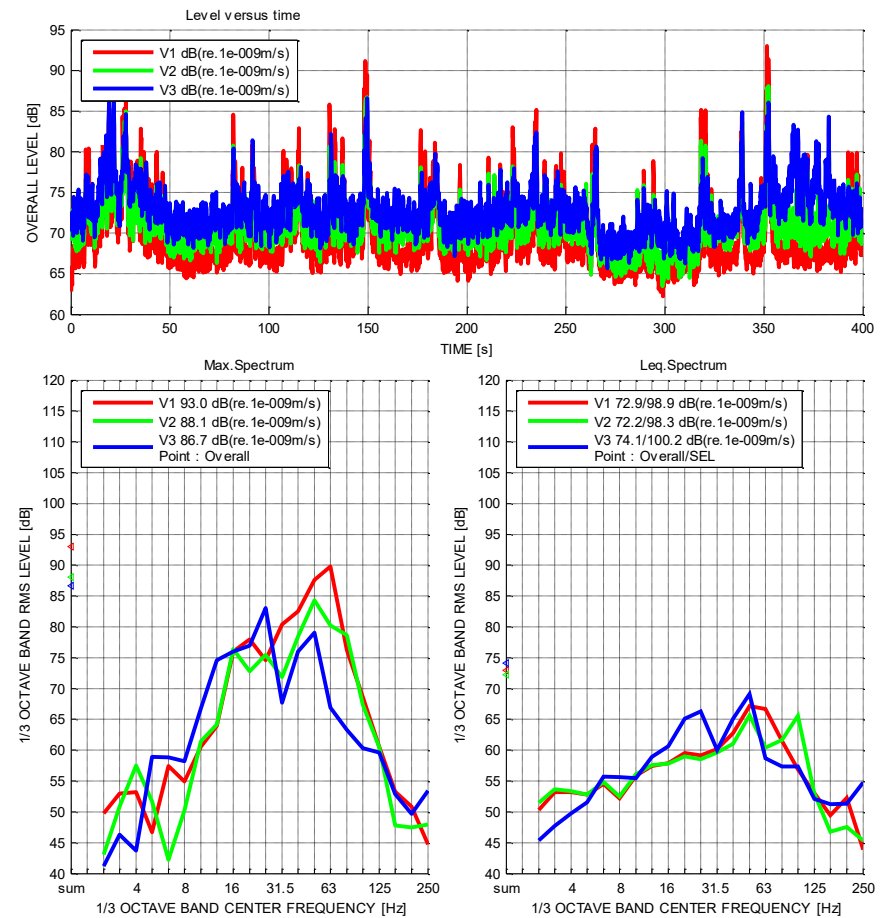
PROJECT: N5970

REC: REC005\_02.mat

TIME: 29/01/2025 15:36:31

SECTION: S33

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



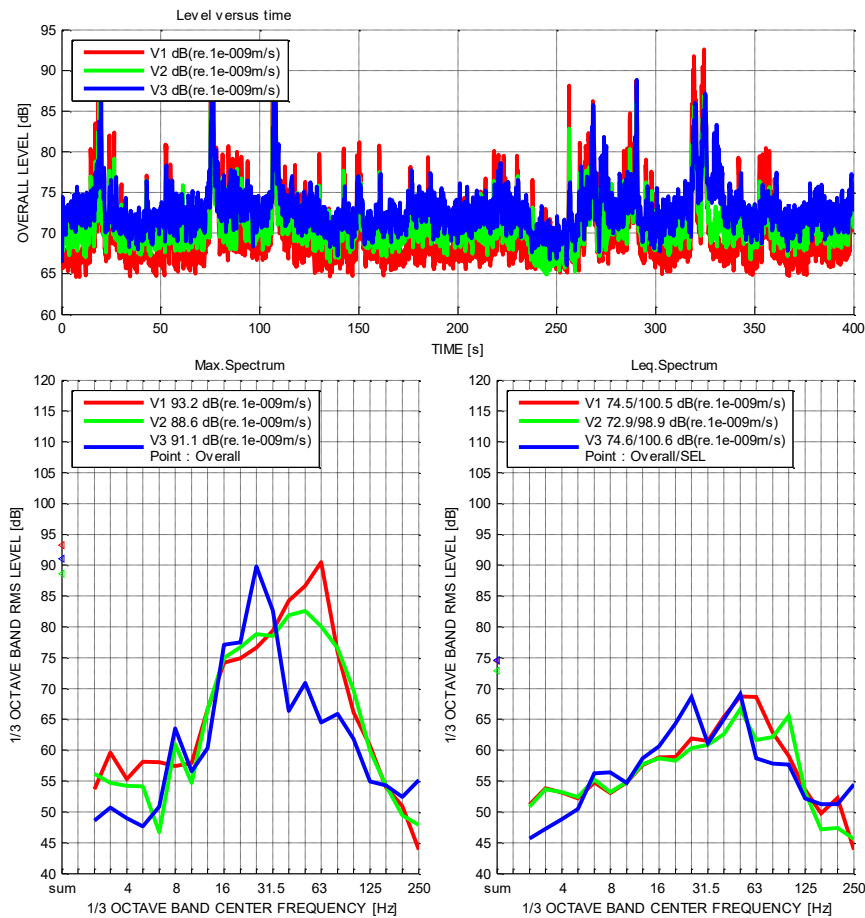
PROJECT: N5970

REC: REC005\_03.mat

TIME: 29/01/2025 15:43:11

SECTION: S33

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



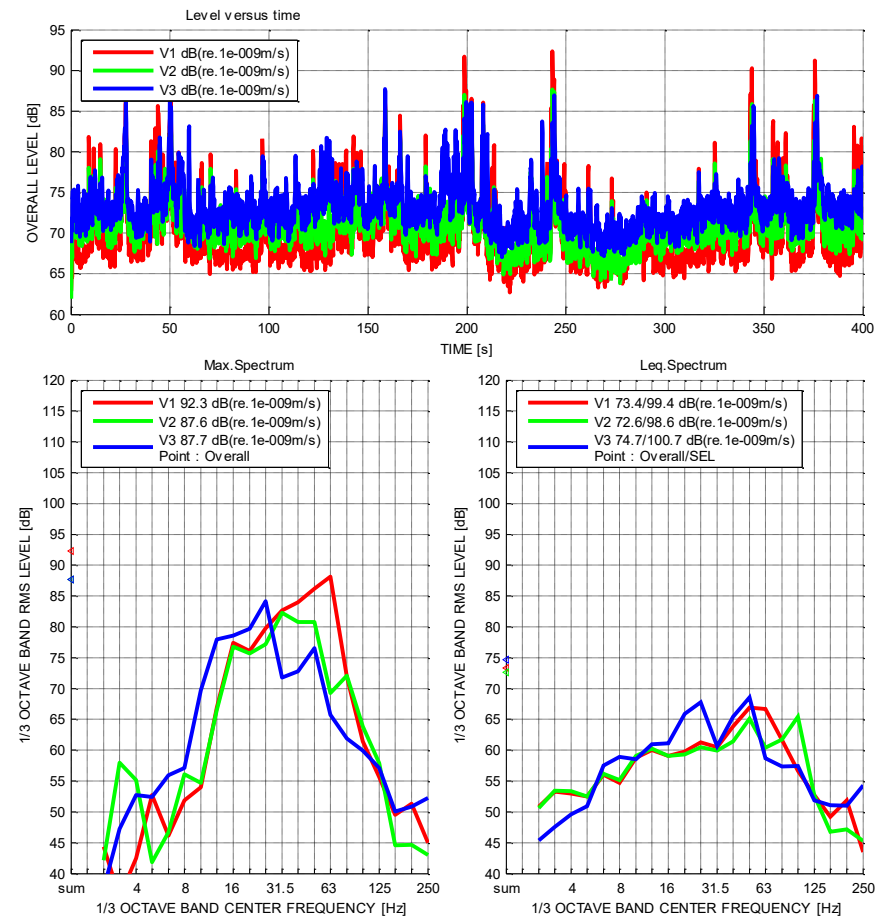
PROJECT: N5970

REC: REC005\_04.mat

TIME: 29/01/2025 15:49:51

SECTION: S33

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





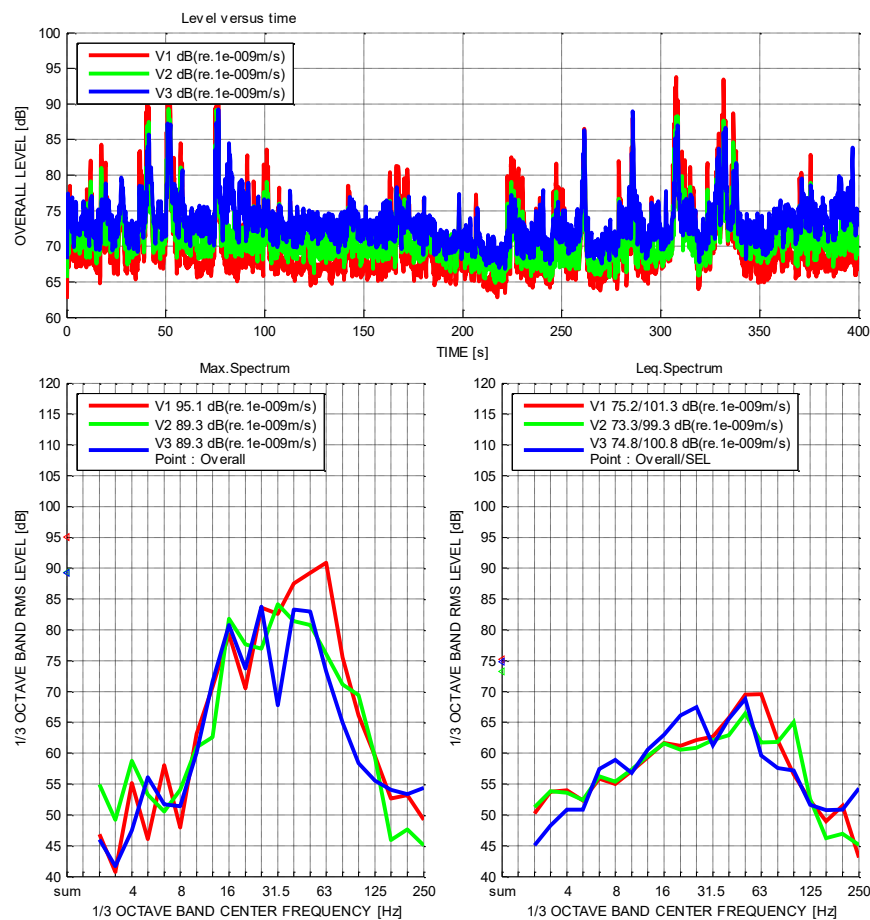
PROJECT: N5970

REC: REC005\_05.mat

TIME: 29/01/2025 15:56:31

SECTION: S33

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



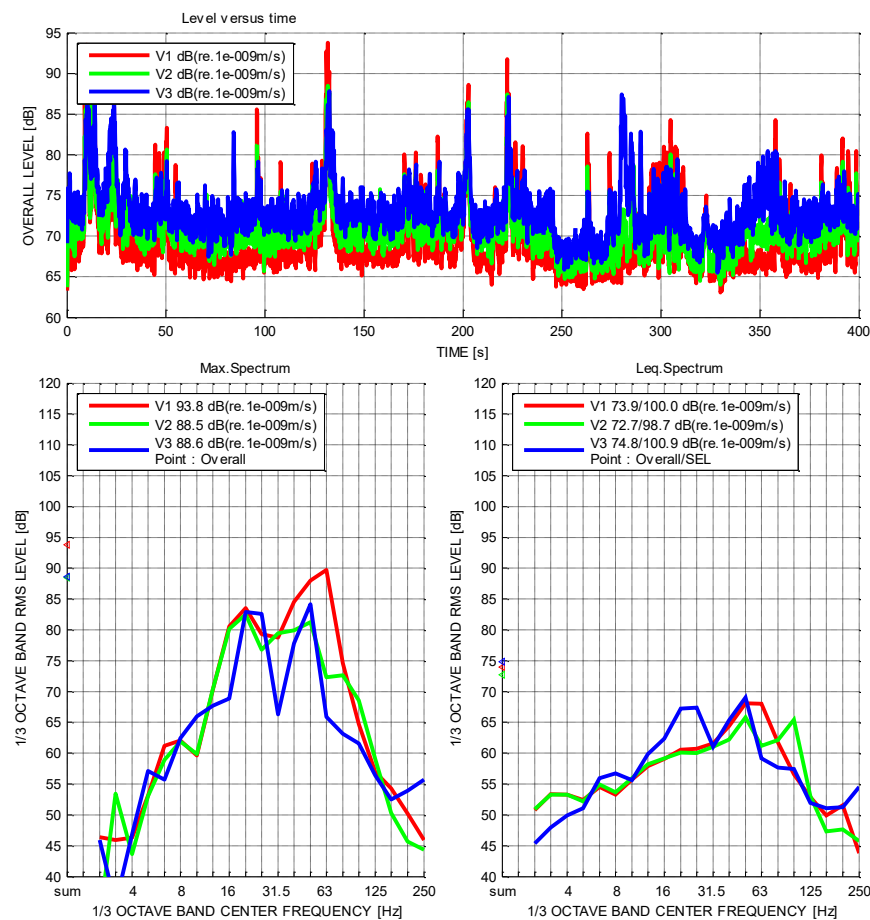
PROJECT: N5970

REC: REC005\_06.mat

TIME: 29/01/2025 16:03:11

SECTION: S33

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



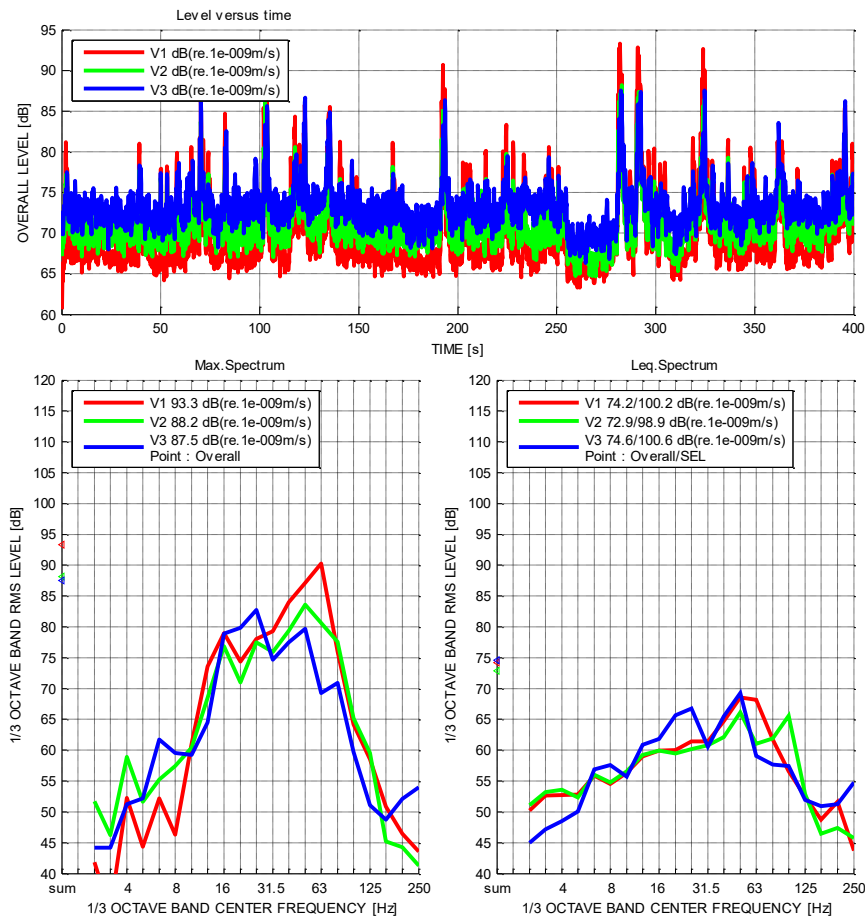
PROJECT: N5970

REC: REC005\_07.mat

TIME: 29/01/2025 16:09:51

SECTION: S33

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



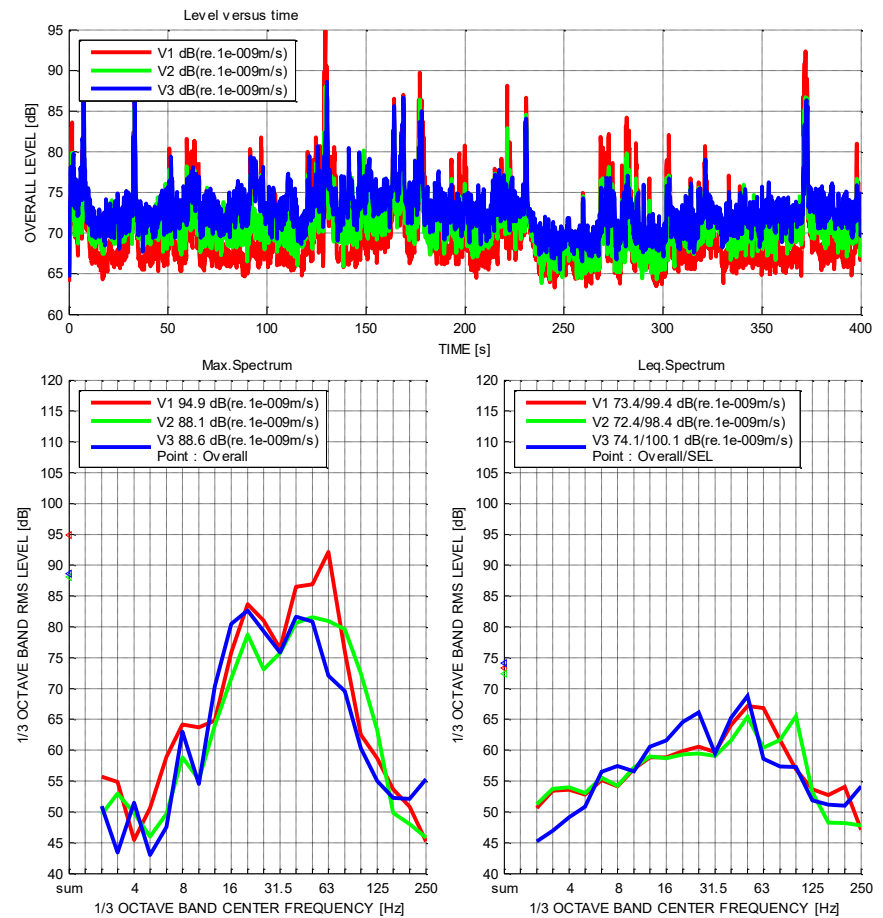
PROJECT: N5970

REC: REC005\_08.mat

TIME: 29/01/2025 16:16:31

SECTION: S33

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



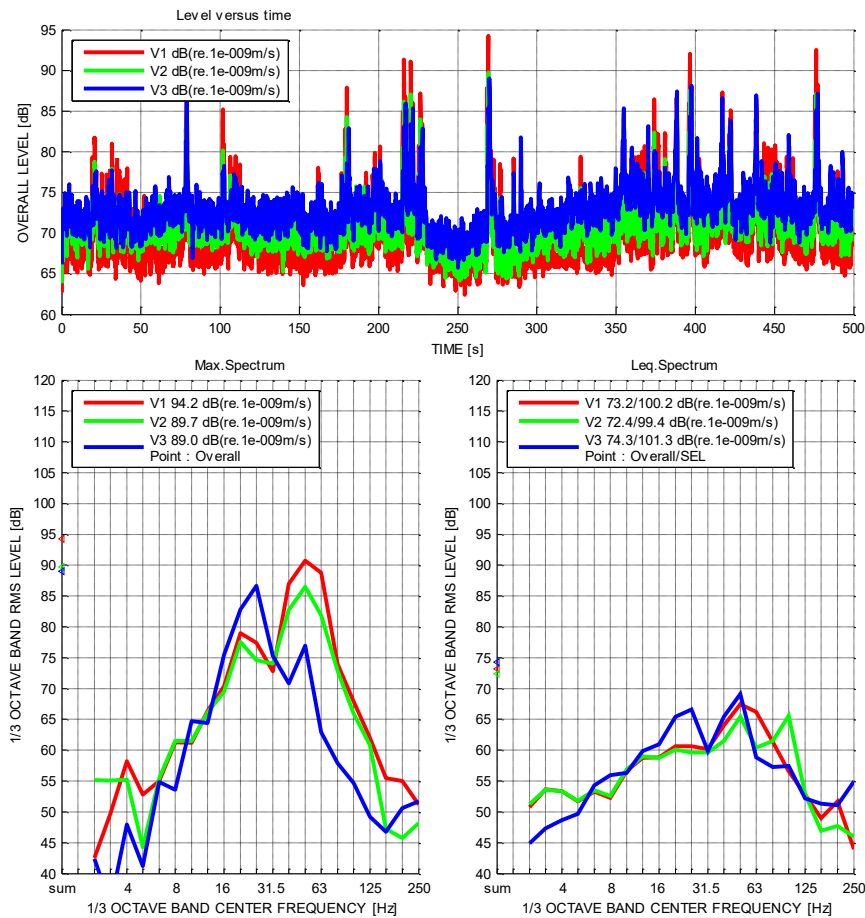
PROJECT: N5970

REC: REC005\_09.mat

TIME: 29/01/2025 16:23:11

SECTION: S33

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



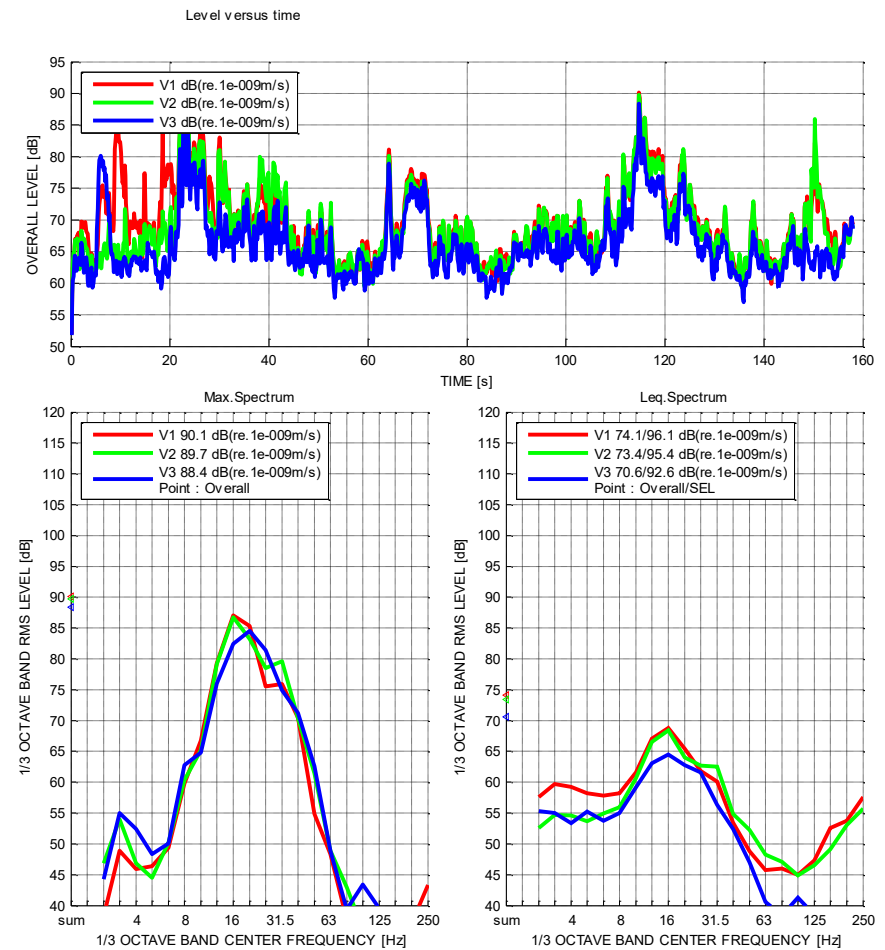
PROJECT: N5970

REC: sq299\_01.dat

TIME: 29/01/2025 08:47:32

SECTION: S34

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



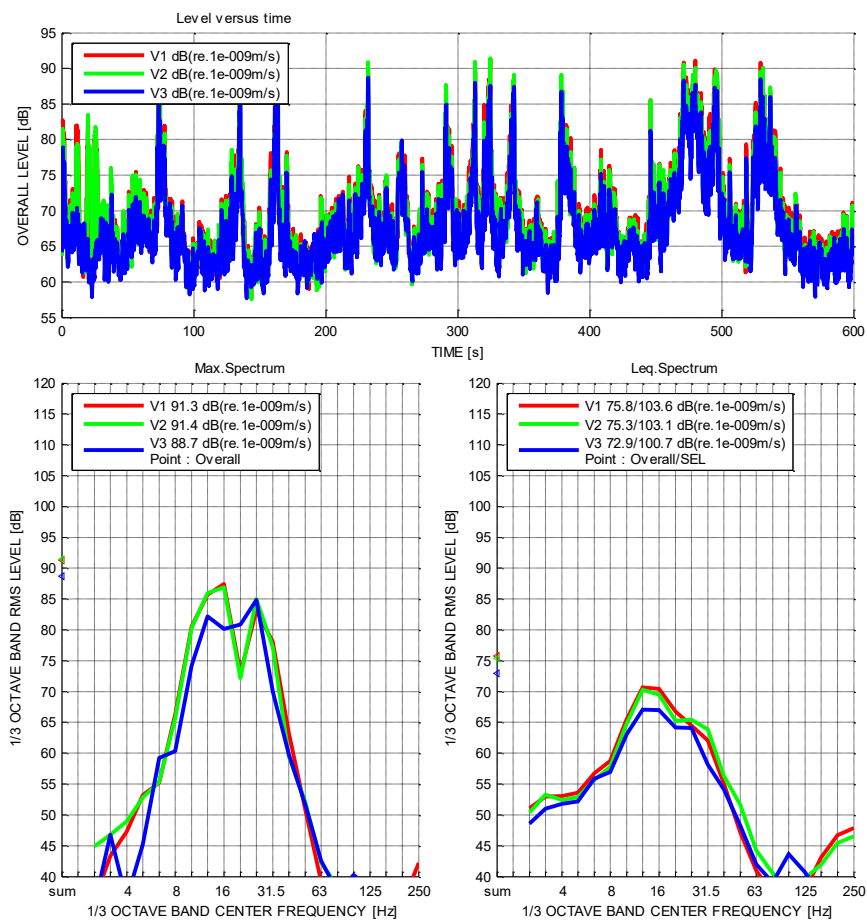
PROJECT: N5970

REC: sq299\_02\_01.mat

TIME: 29/01/2025 08:53:19

SECTION: S34

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



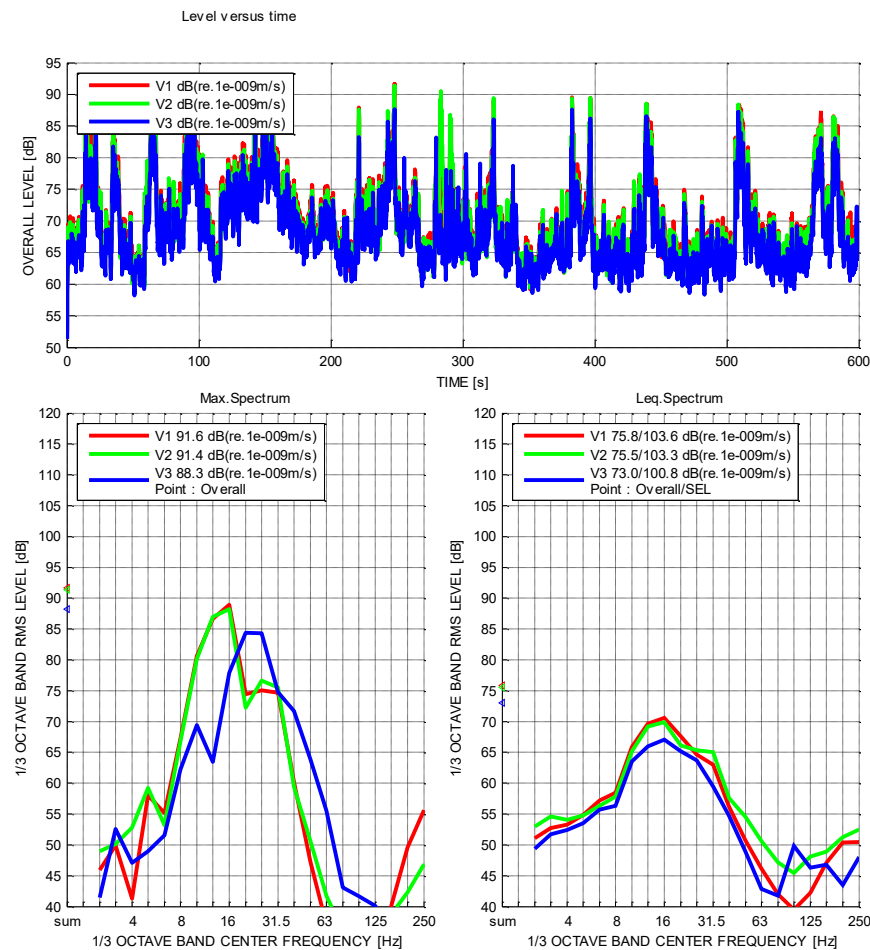
PROJECT: N5970

REC: sq299\_02\_02.mat

TIME: 29/01/2025 09:03:19

SECTION: S34

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



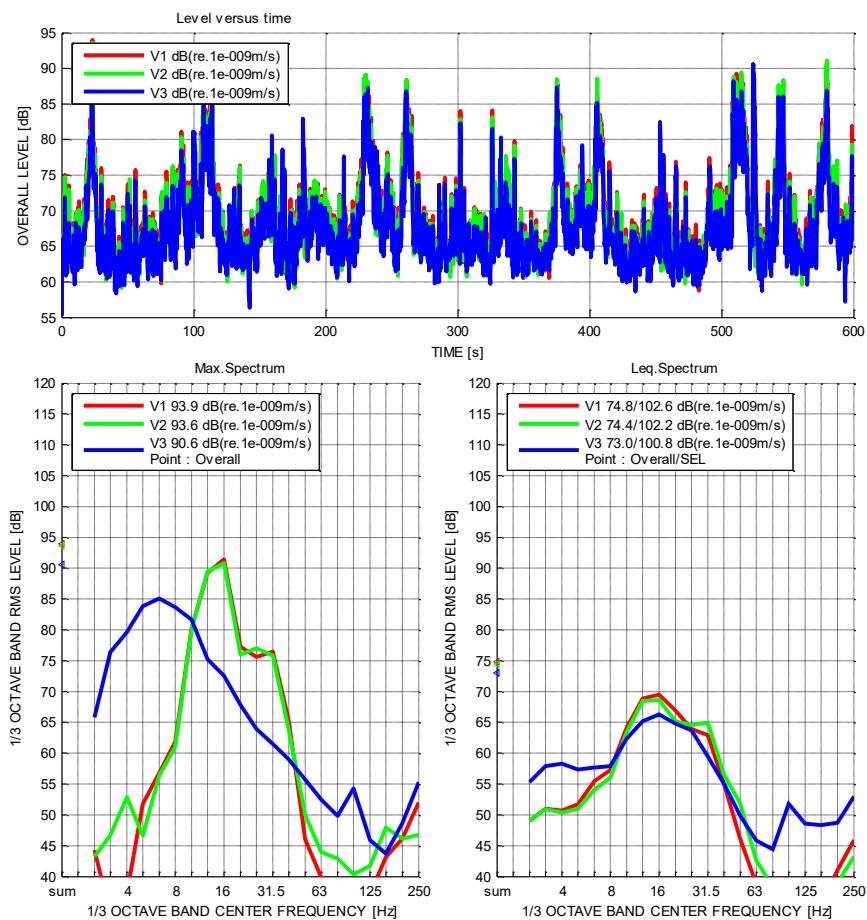
PROJECT: N5970

REC: sq299\_02\_03.mat

TIME: 29/01/2025 09:13:19

SECTION: S34

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



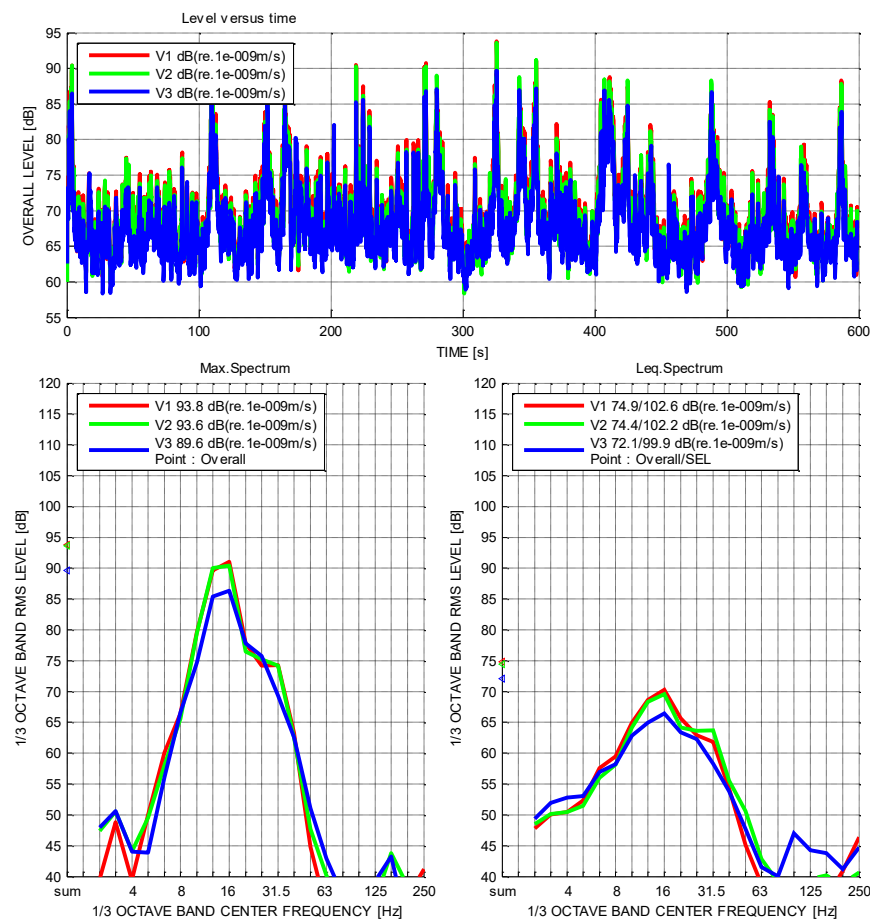
PROJECT: N5970

REC: sq299\_02\_04.mat

TIME: 29/01/2025 09:23:19

SECTION: S34

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





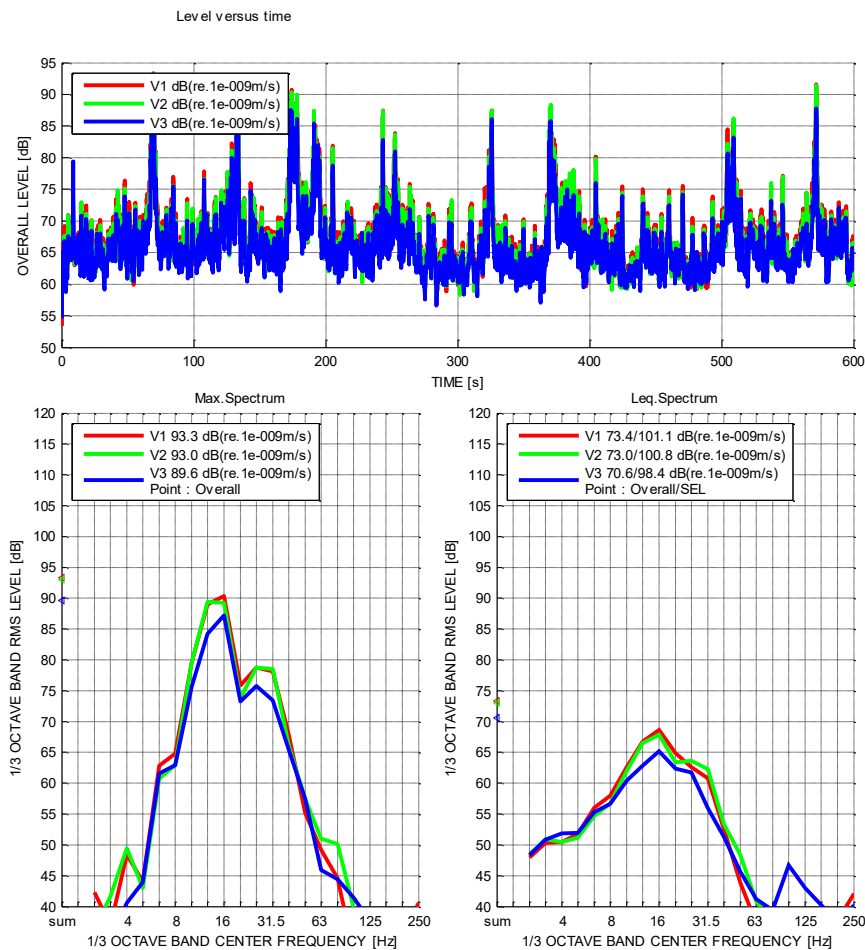
PROJECT: N5970

REC: sq299\_02\_05.mat

TIME: 29/01/2025 09:33:19

SECTION: S34

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



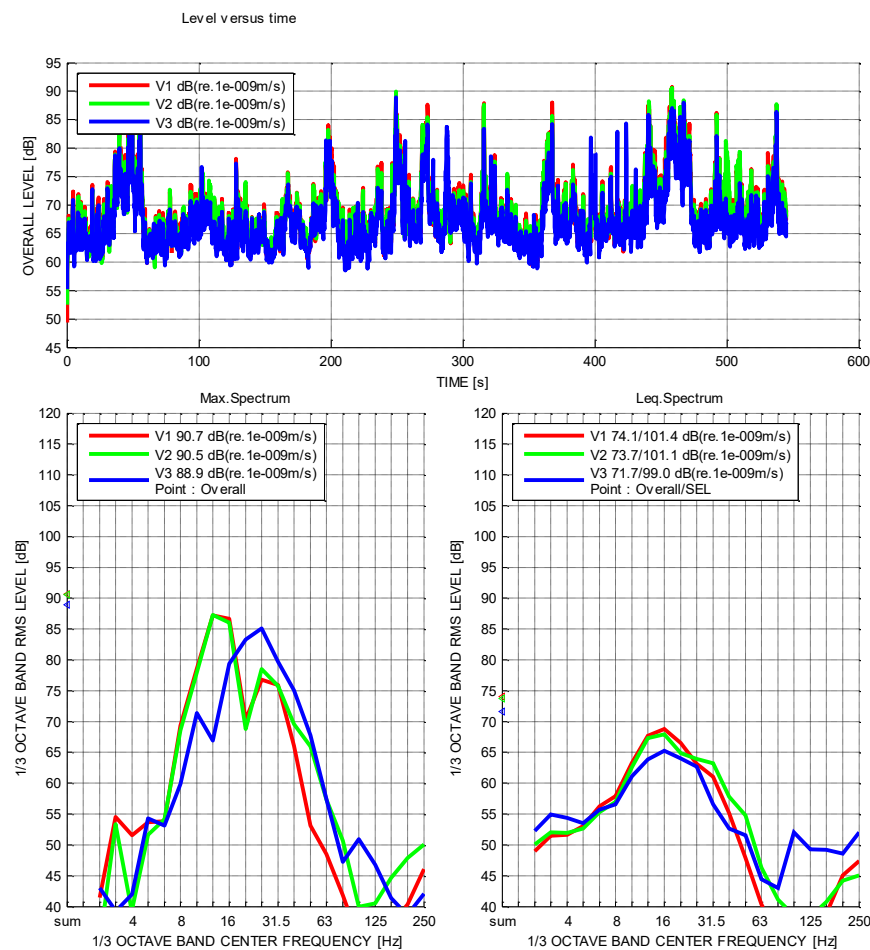
PROJECT: N5970

REC: sq299\_02\_06.mat

TIME: 29/01/2025 09:43:19

SECTION: S34

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



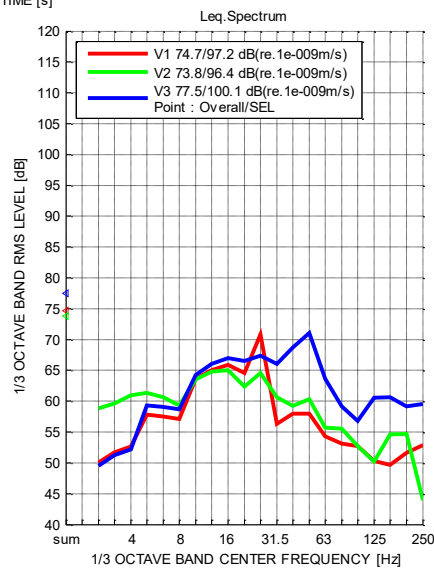
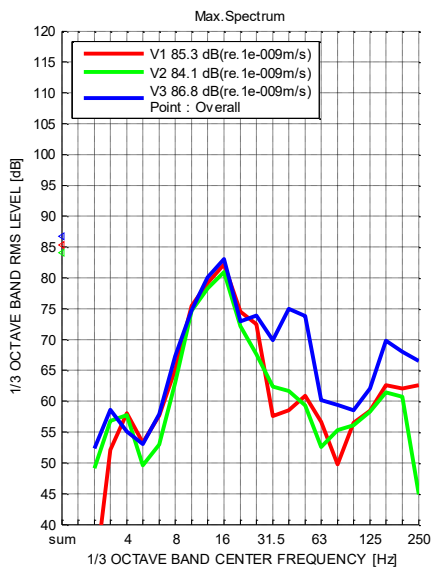
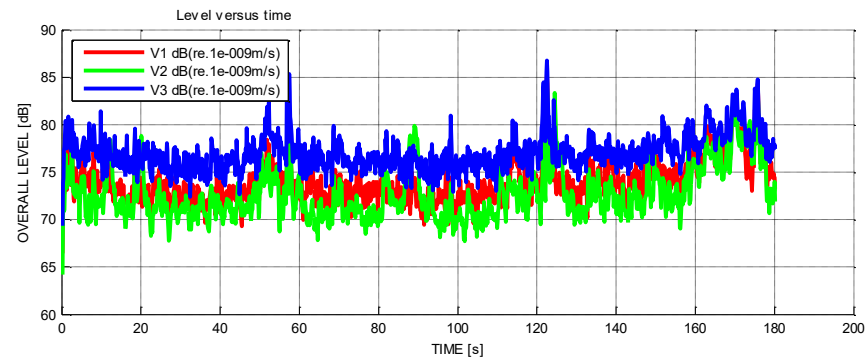
PROJECT: N5970

REC: SQD144\_REC01.mat

TIME: 29/01/2025 09:03:02

SECTION: S35

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



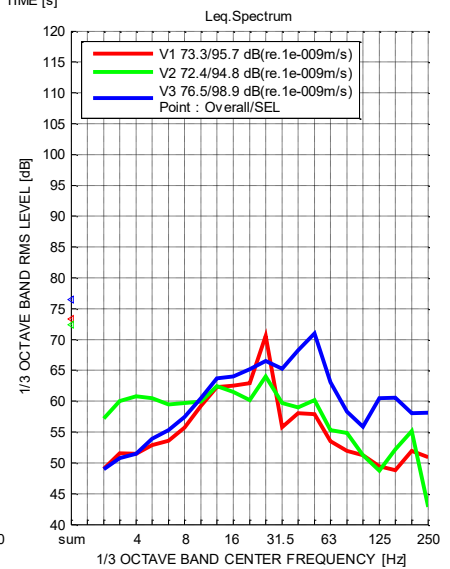
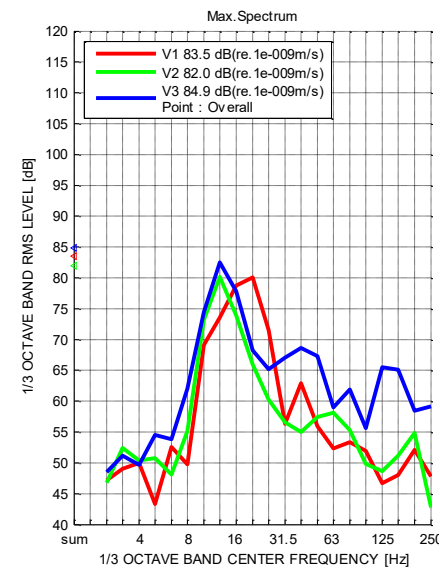
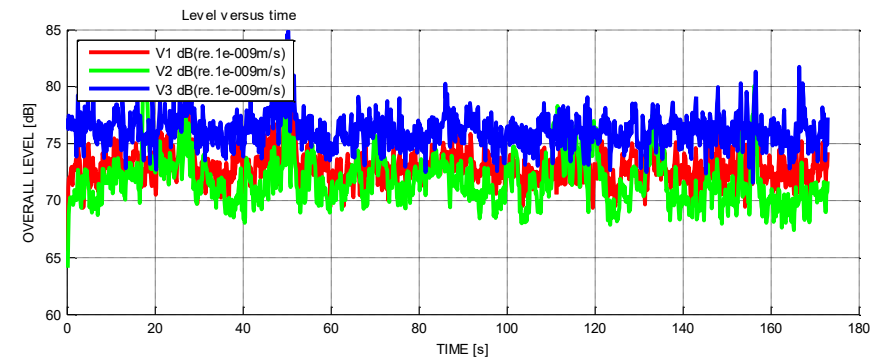
PROJECT: N5970

REC: SQD144\_REC02.dat

TIME: 29/01/2025 09:09:18

SECTION: S35

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



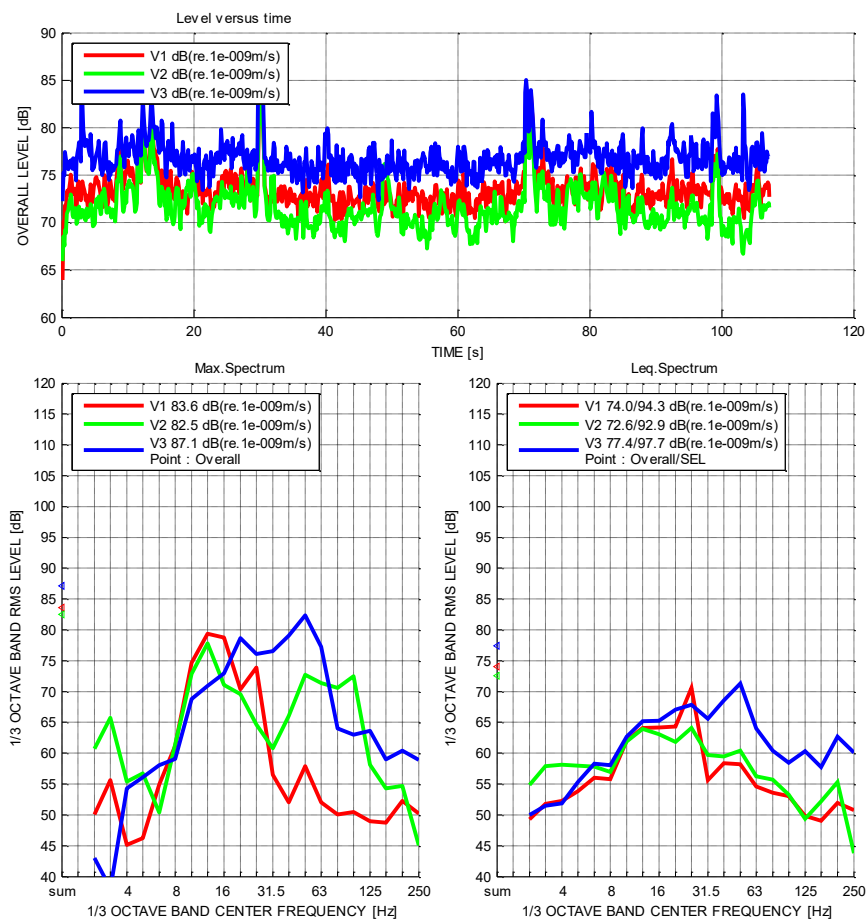
PROJECT: N5970

REC: SQD144\_REC03.dat

TIME: 29/01/2025 09:14:36

SECTION: S35

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



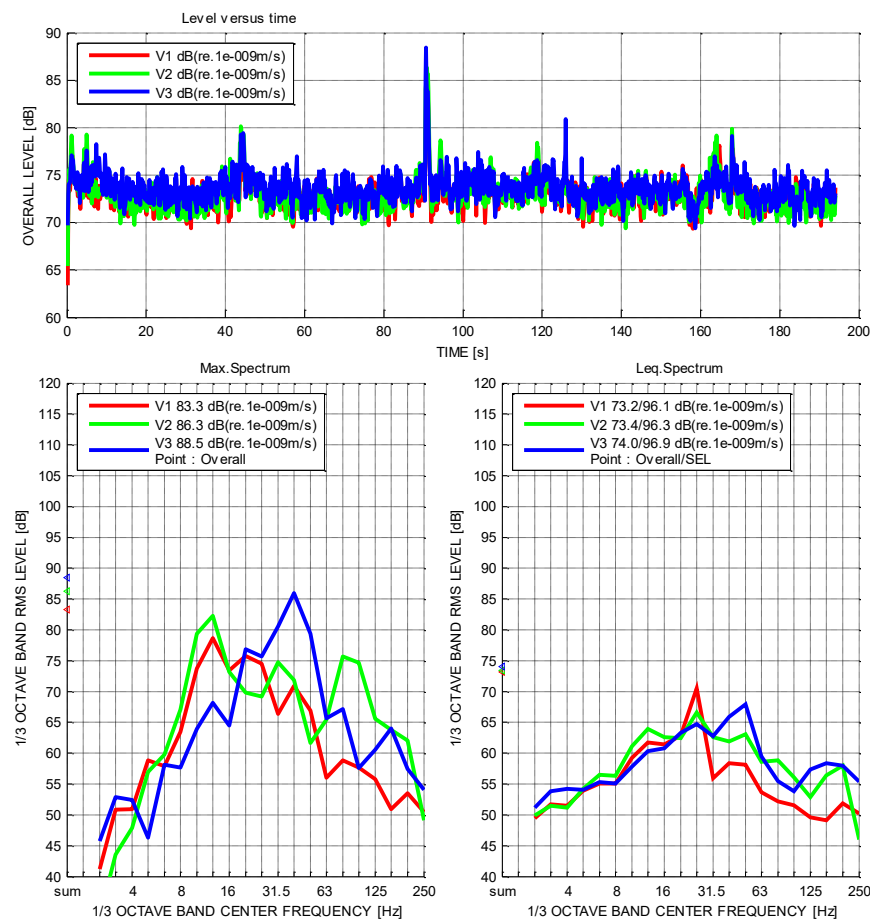
PROJECT: N5970

REC: SQD144\_REC04.mat

TIME: 29/01/2025 09:19:04

SECTION: S35

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



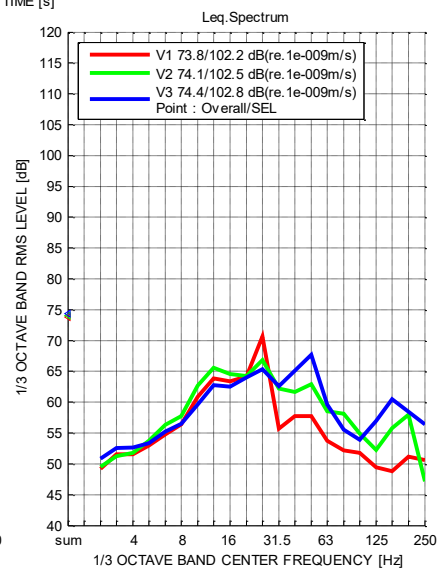
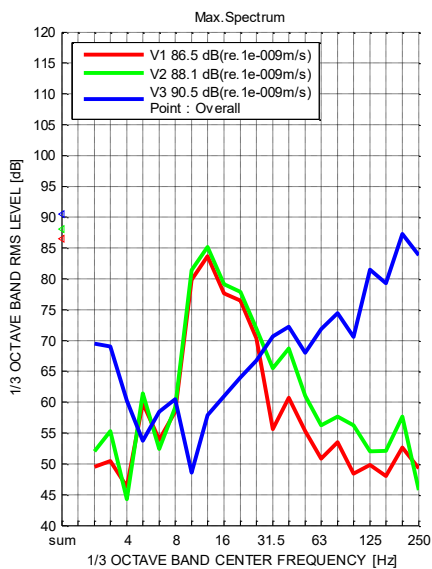
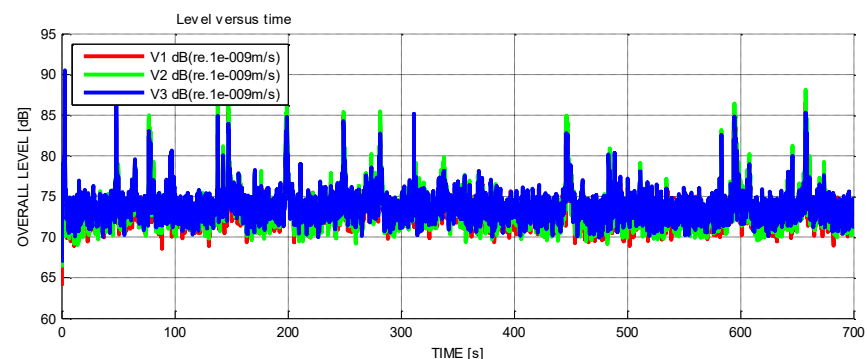
PROJECT: N5970

SECTION: S35

REC: SQD144\_REC05\_01.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 09:24:45



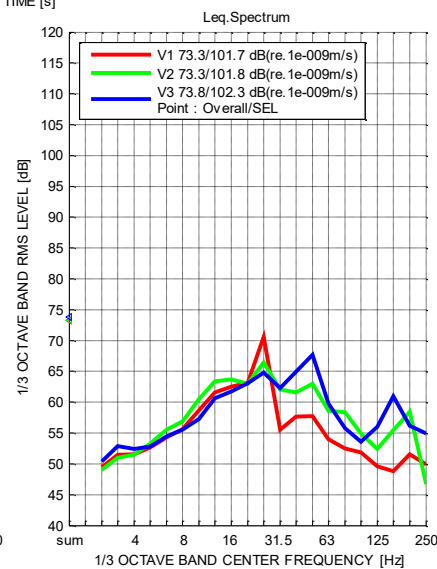
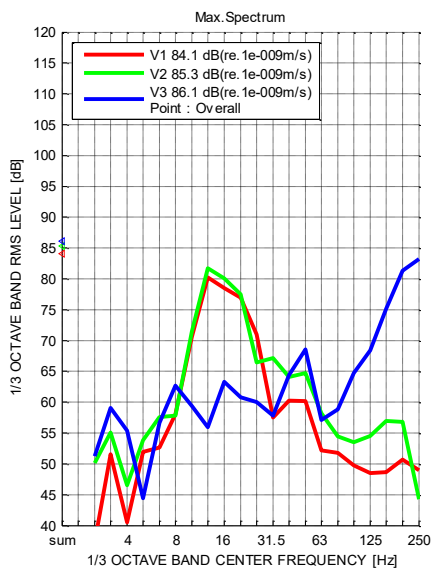
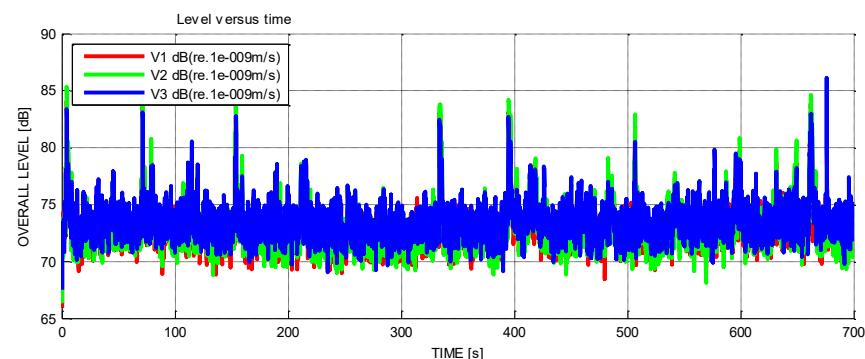
PROJECT: N5970

SECTION: S35

REC: SQD144\_REC05\_02.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 09:36:25



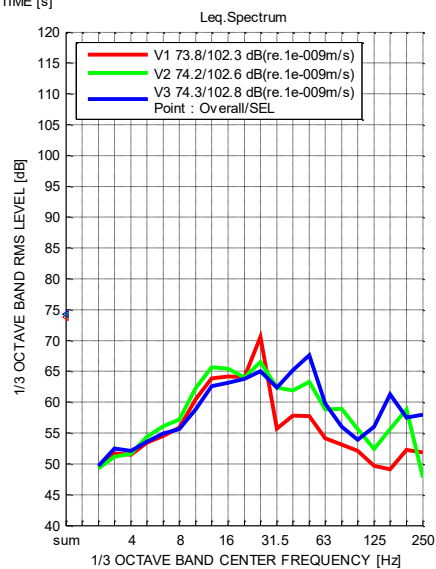
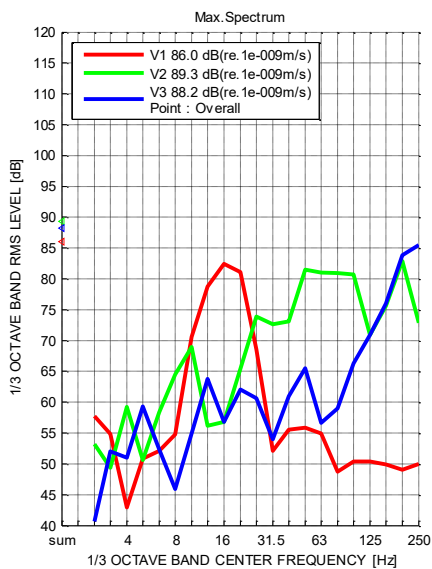
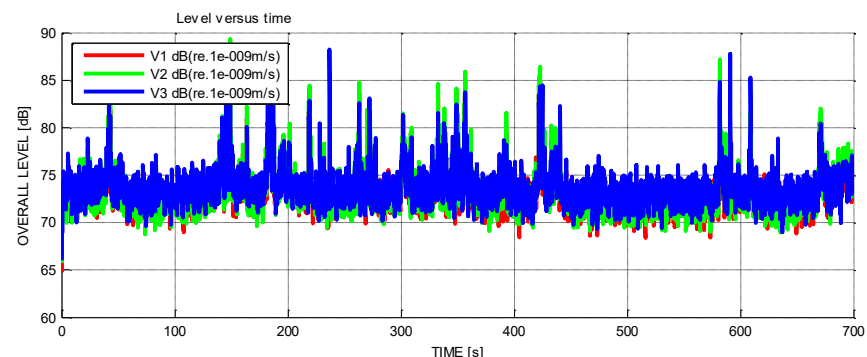
PROJECT: N5970

SECTION: S35

REC: SQD144\_REC05\_03.mat

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 09:48:05



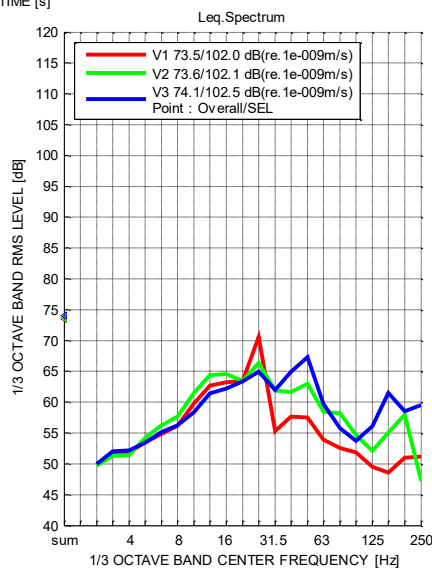
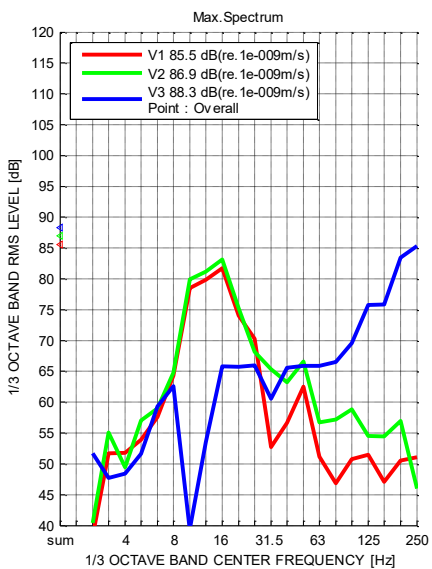
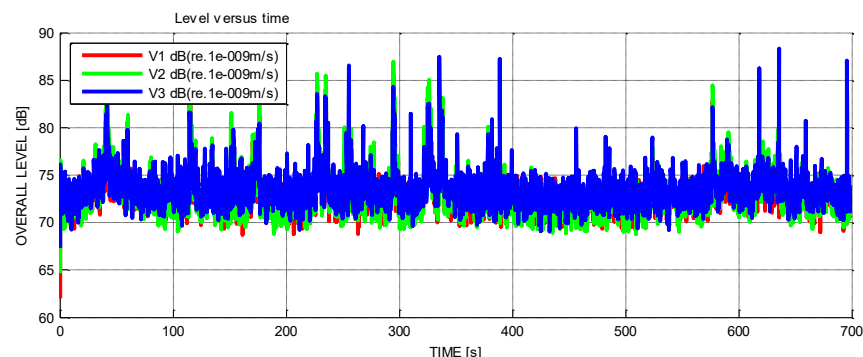
PROJECT: N5970

SECTION: S35

REC: SQD144\_REC05\_04.mat

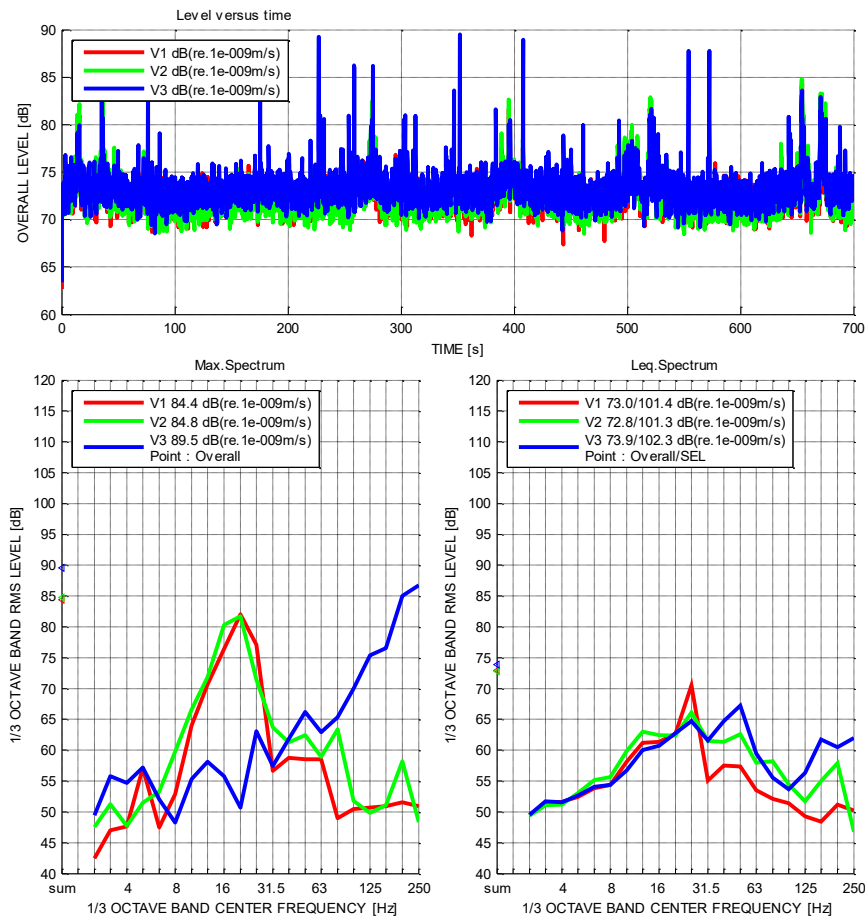
REMARQUE: Voitures, véhicules lourds

TIME: 29/01/2025 09:59:45

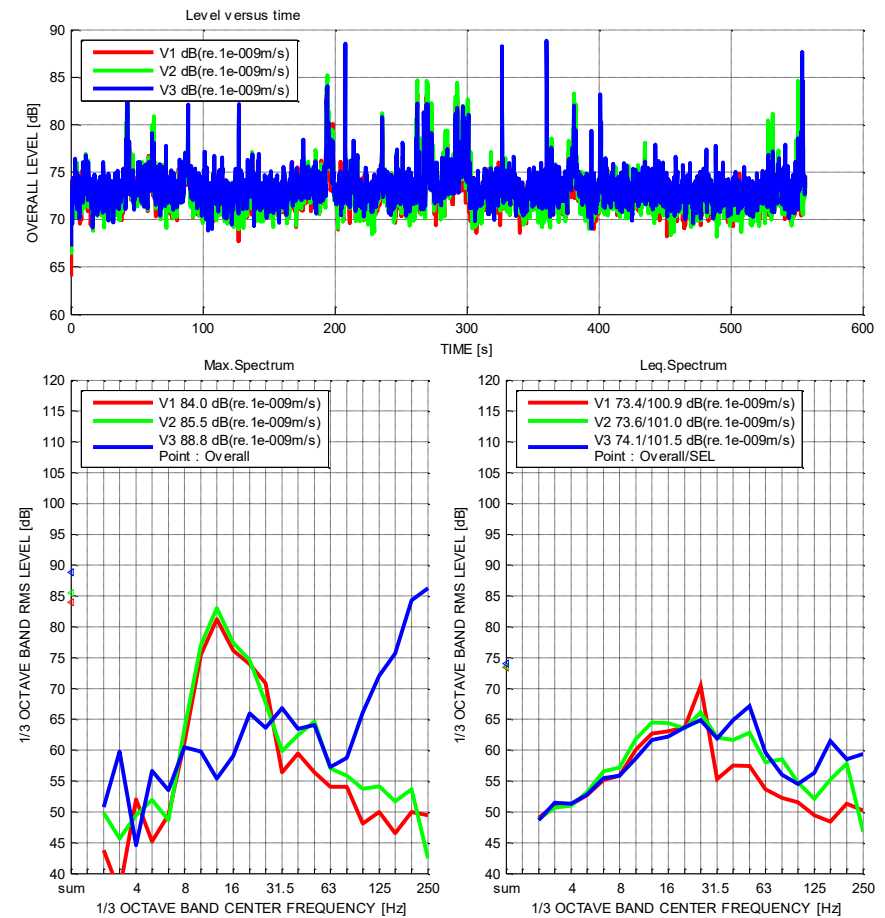




PROJECT: N5970 SECTION: S35  
 REC: SQD144\_REC05\_05.mat REMARQUE: Voitures, véhicules lourds  
 TIME: 29/01/2025 10:11:25



PROJECT: N5970 SECTION: S35  
 REC: SQD144\_REC05\_06.mat REMARQUE: Voitures, véhicules lourds  
 TIME: 29/01/2025 10:23:05



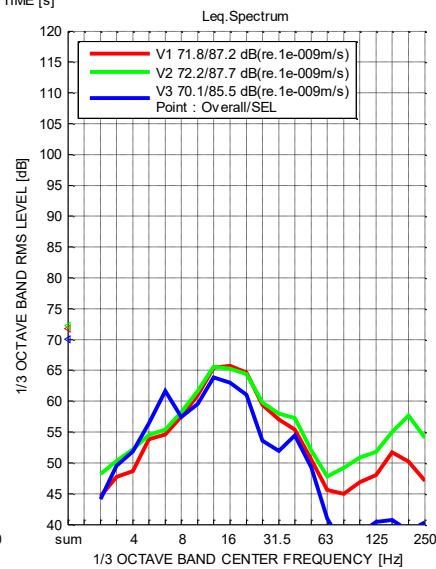
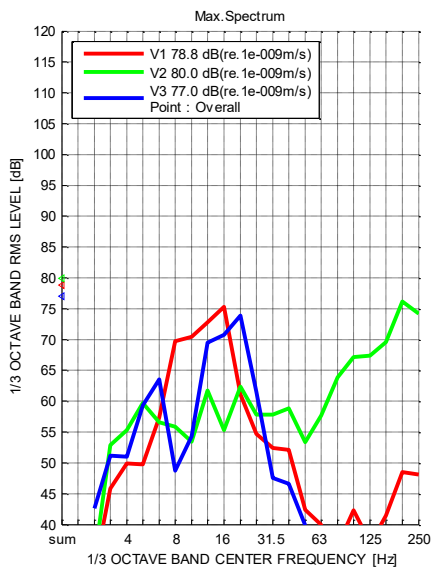
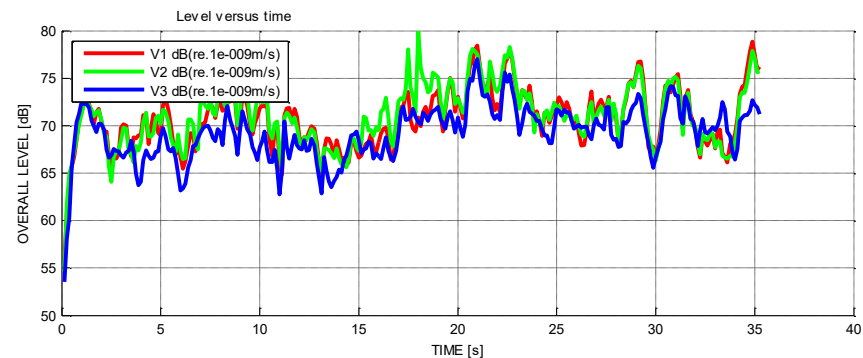
PROJECT: N5970

REC: REC010.hdf

TIME: 29/01/2025 09:01:07

SECTION: S36

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



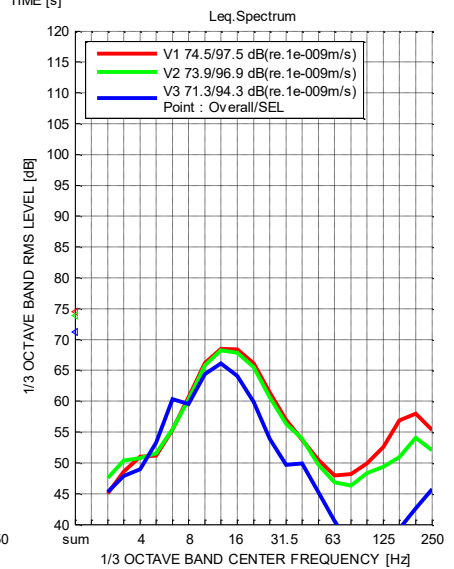
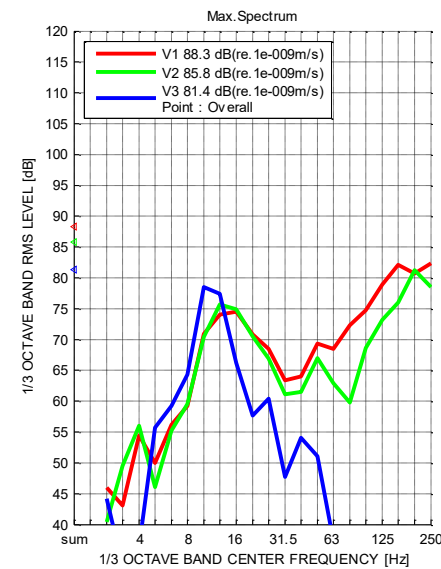
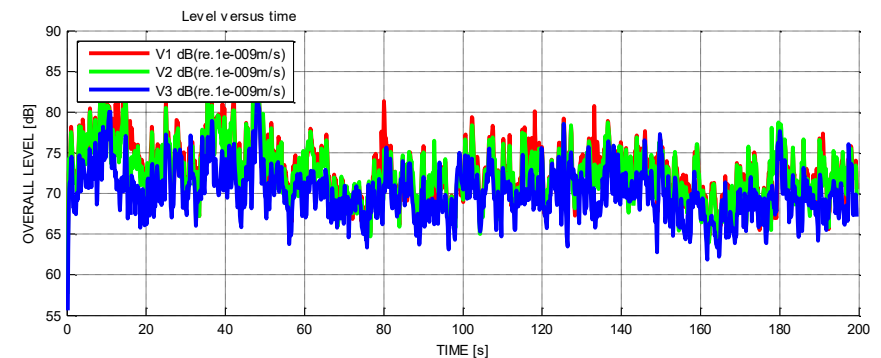
PROJECT: N5970

REC: REC011\_01.mat

TIME: 29/01/2025 09:02:31

SECTION: S36

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



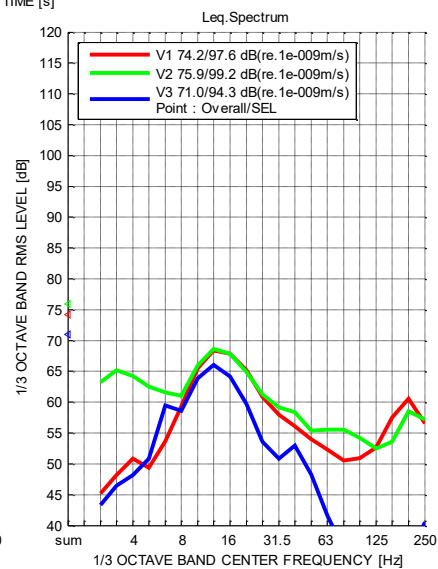
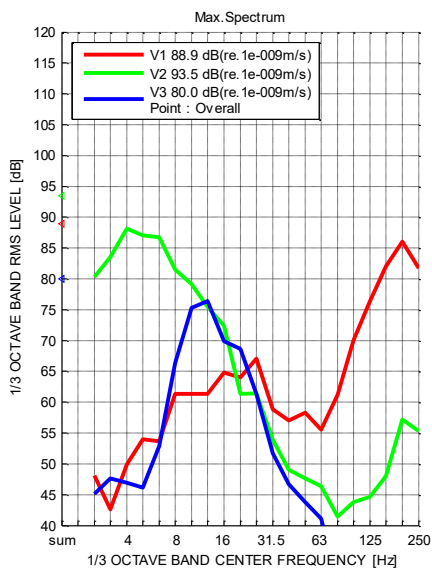
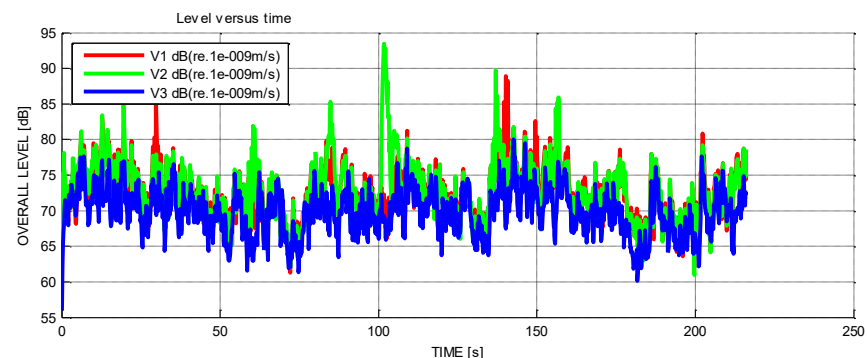
PROJECT: N5970

REC: REC011\_02.mat

TIME: 29/01/2025 09:08:10

SECTION: S36

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



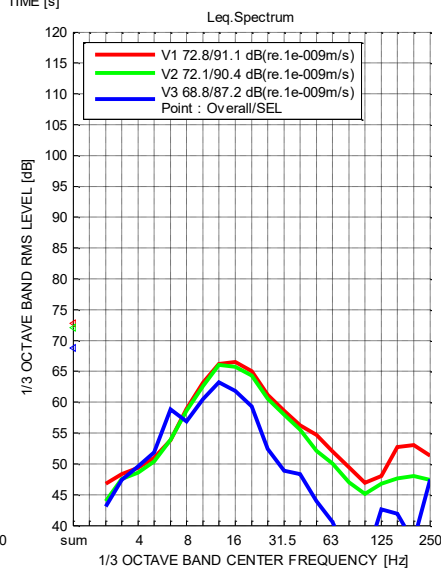
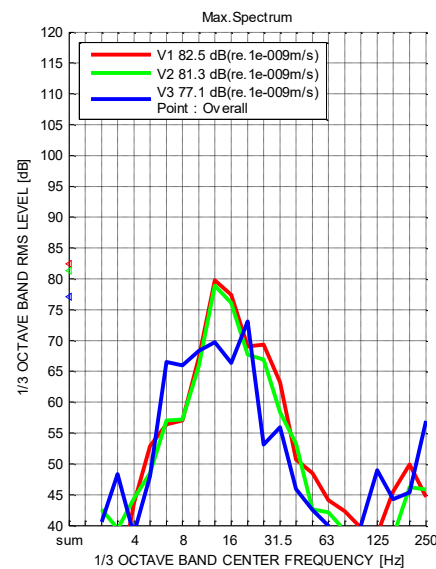
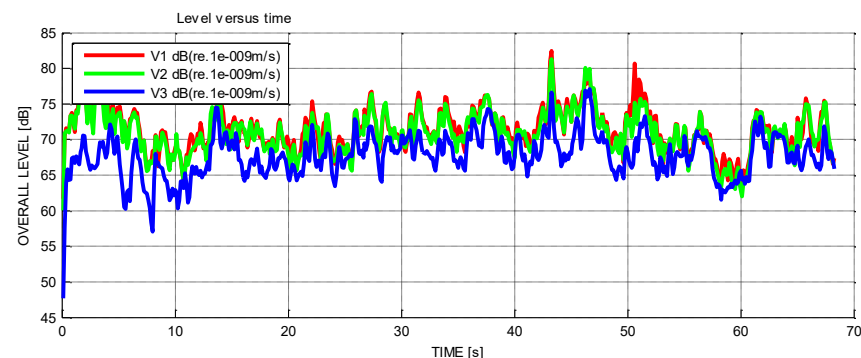
PROJECT: N5970

REC: REC012.hdf

TIME: 29/01/2025 09:14:14

SECTION: S36

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



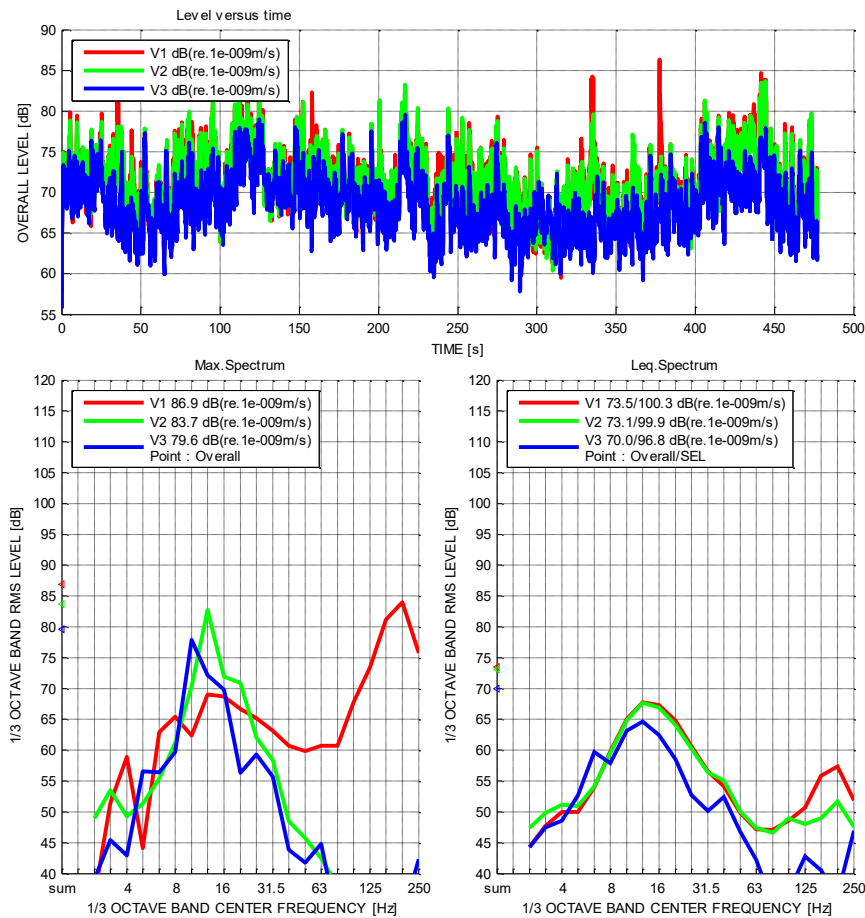
PROJECT: N5970

REC: REC013.mat

TIME: 29/01/2025 09:16:22

SECTION: S36

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



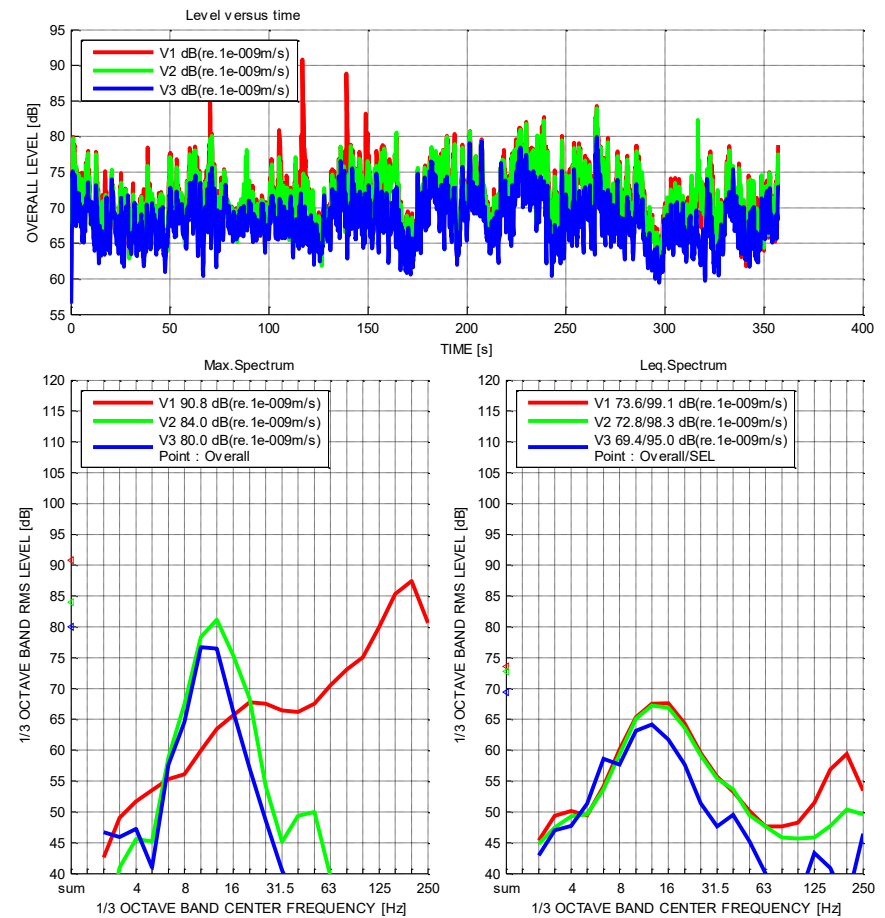
PROJECT: N5970

REC: REC014\_01.mat

TIME: 29/01/2025 09:25:31

SECTION: S36

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



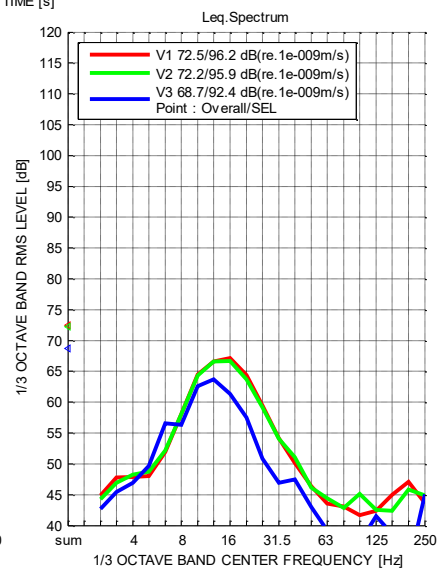
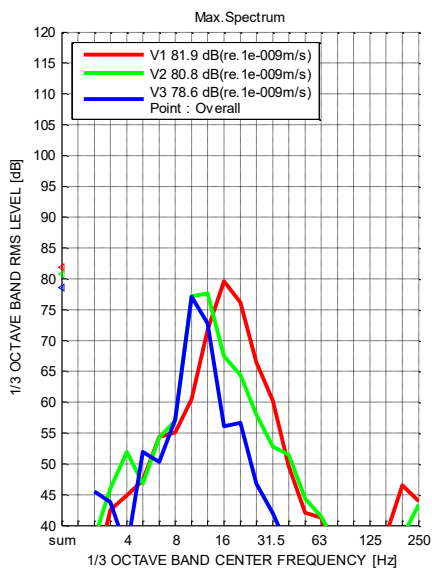
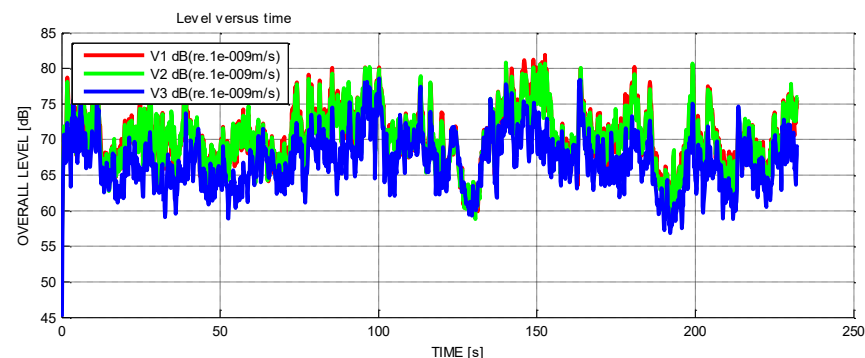
PROJECT: N5970

REC: REC014\_02.mat

TIME: 29/01/2025 09:31:41

SECTION: S36

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



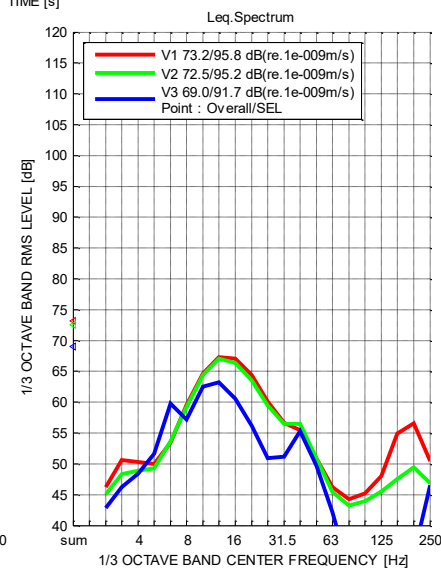
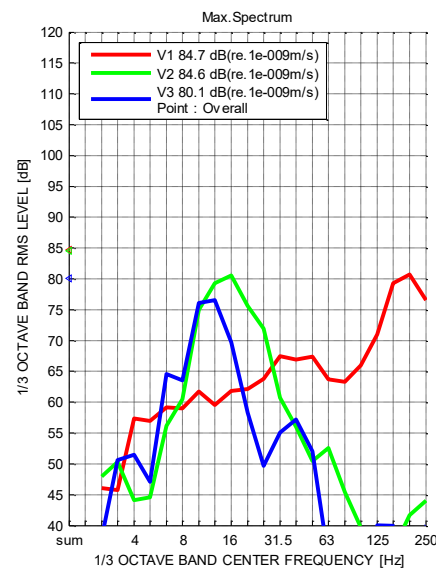
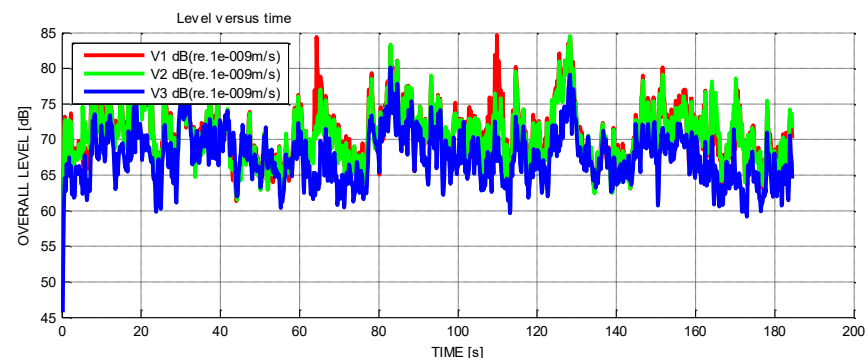
PROJECT: N5970

REC: REC015\_01.mat

TIME: 29/01/2025 09:35:35

SECTION: S36

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds





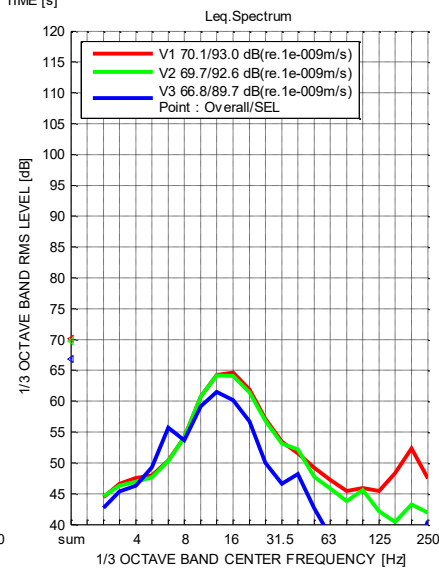
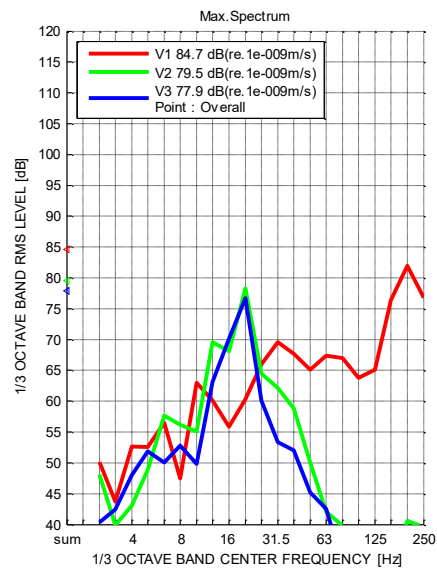
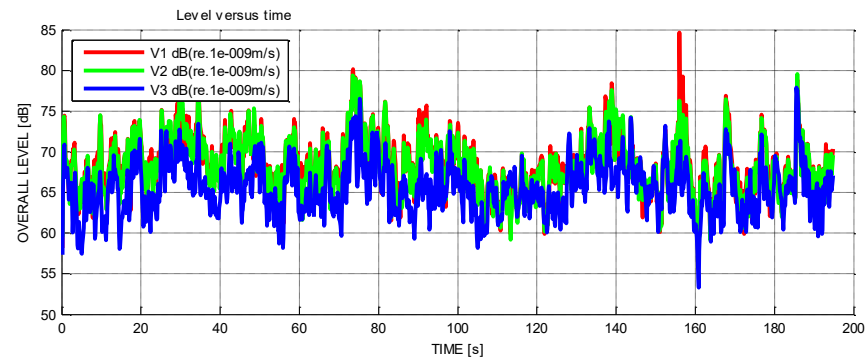
PROJECT: N5970

REC: REC015\_02.mat

TIME: 29/01/2025 09:38:51

SECTION: S36

REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



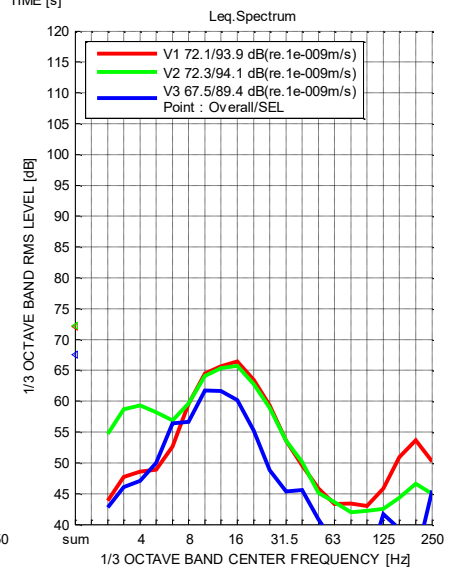
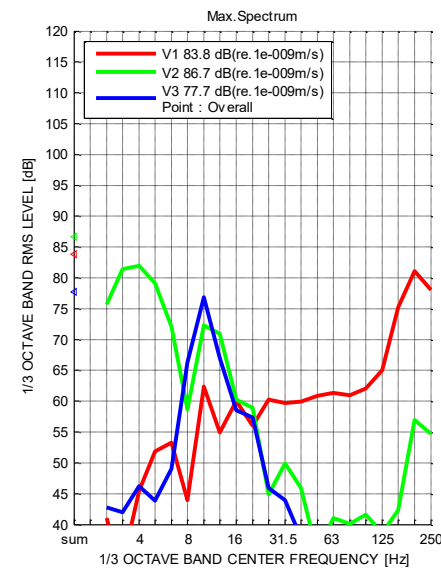
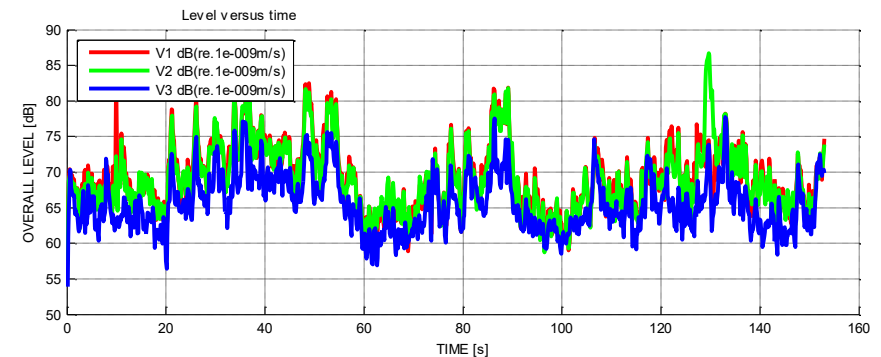
PROJECT: N5970

REC: REC015\_03.mat

TIME: 29/01/2025 09:42:19

SECTION: S36

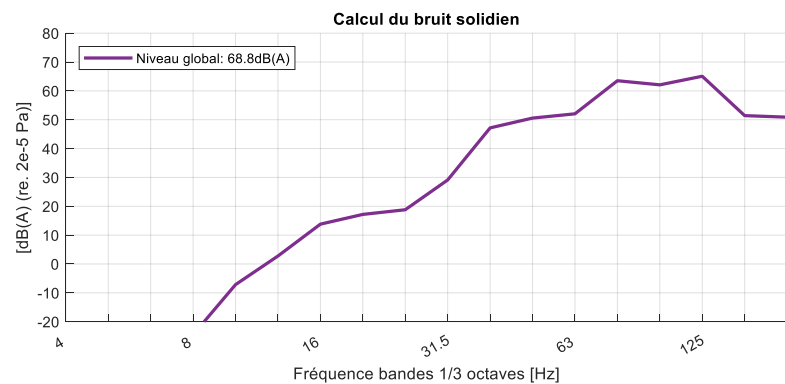
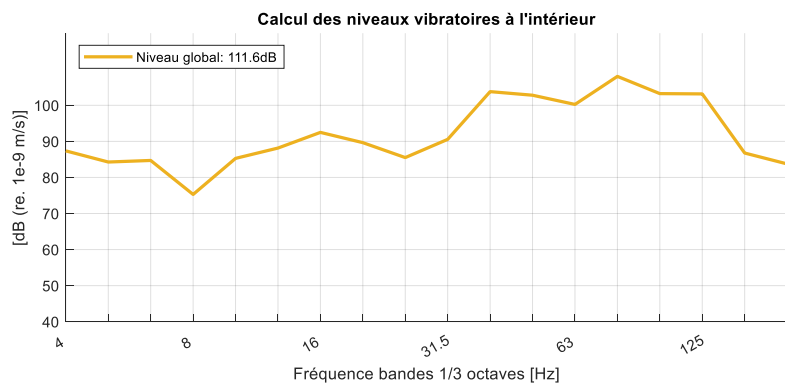
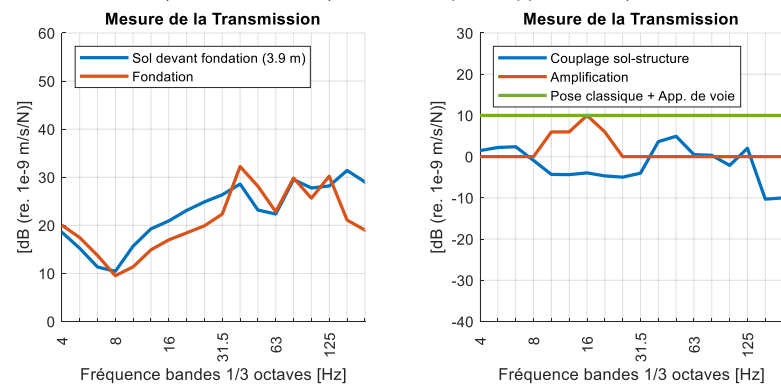
REMARQUE: Voitures, véhicules lourds



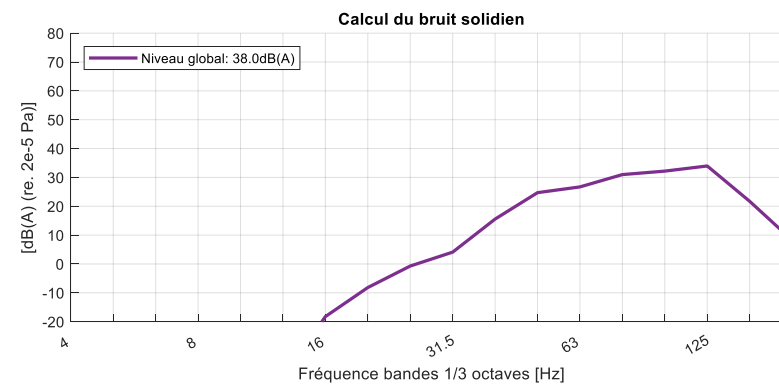
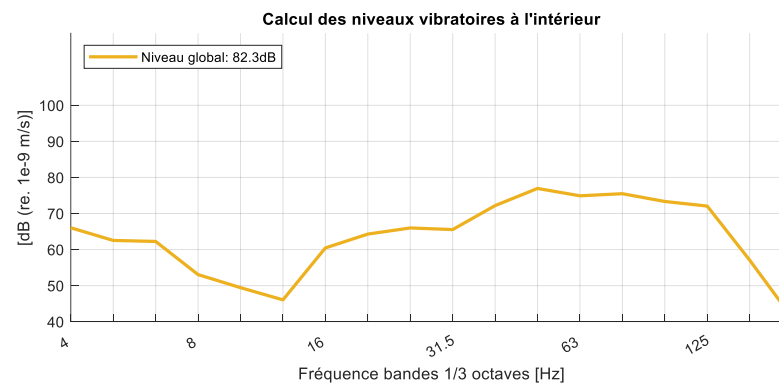
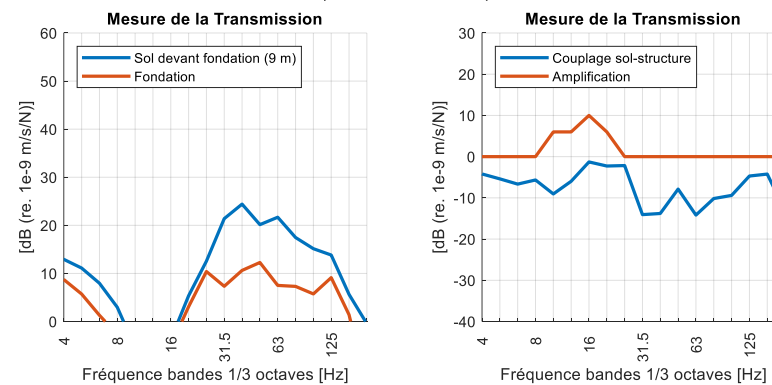


## **ANNEXE B – RESULTATS DE CALCUL (APPROCHE 1)**

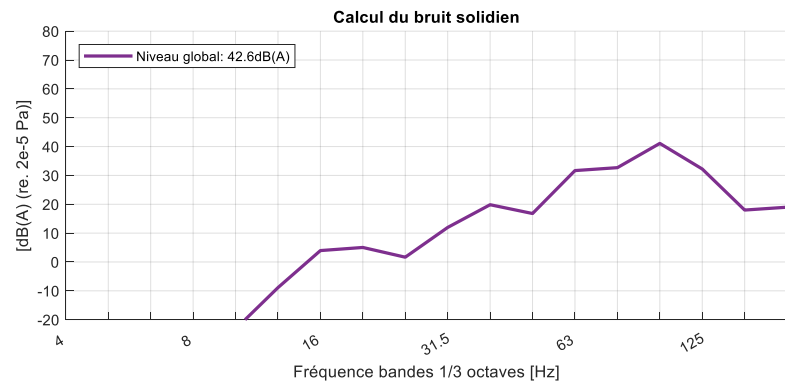
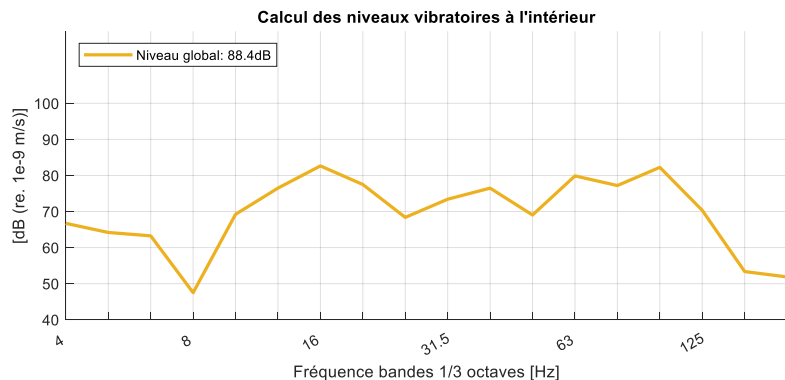
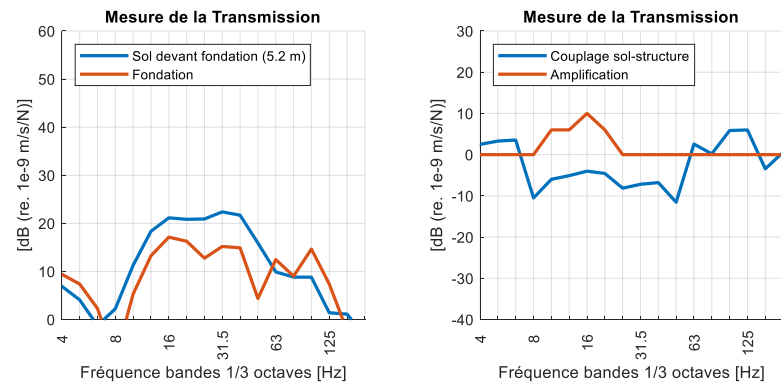
S1 | CAF Urbos 100 | Pose classique + App. de voie | 30 km/u



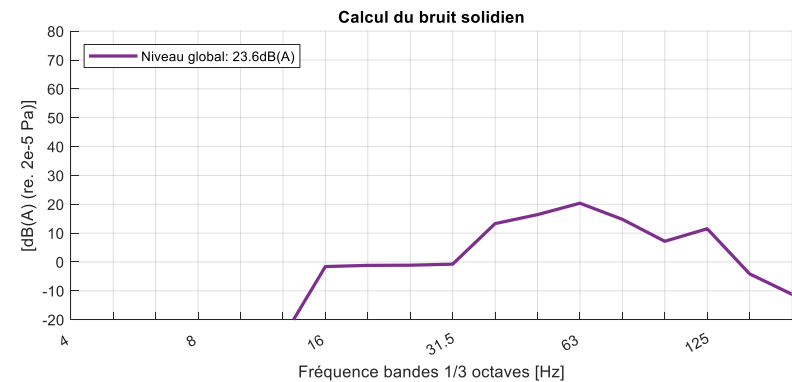
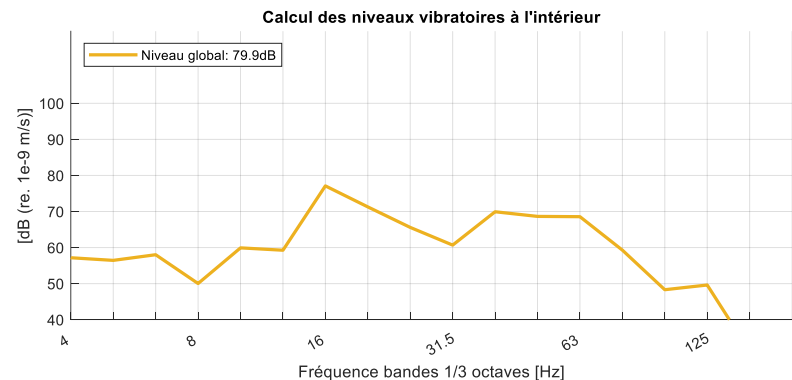
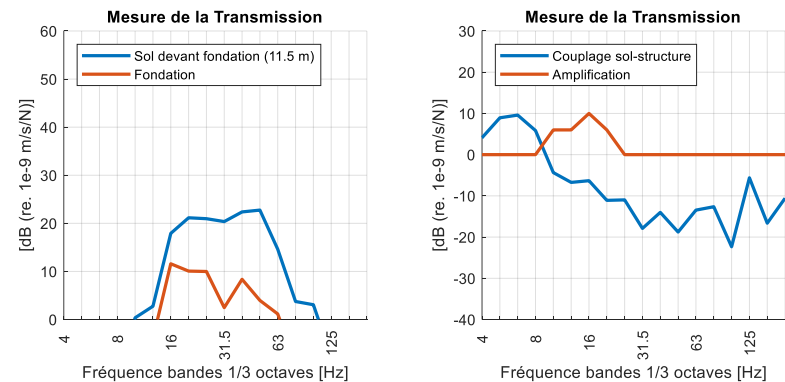
S9b | CAF Urbos 100 | 30 km/u



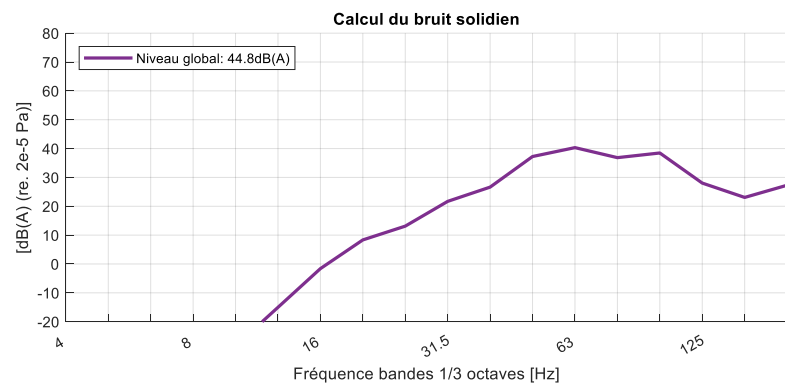
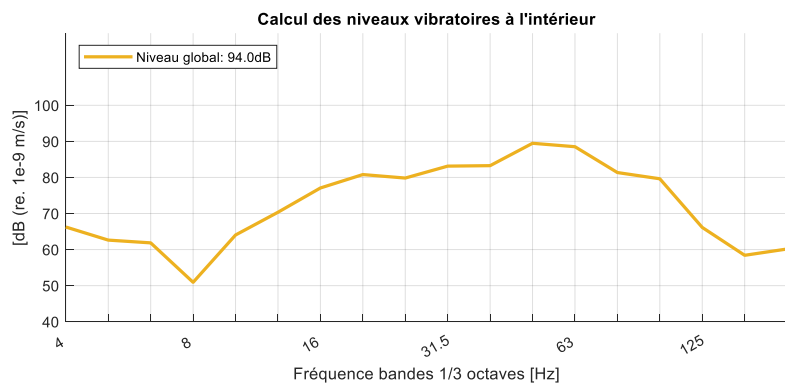
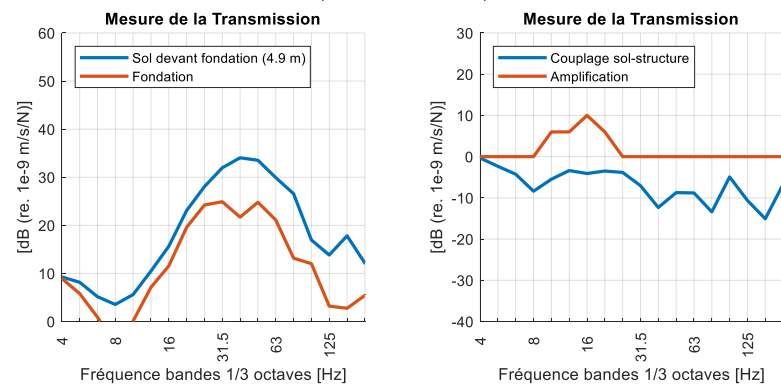
S10 | CAF Urbos 100 | 30 km/u



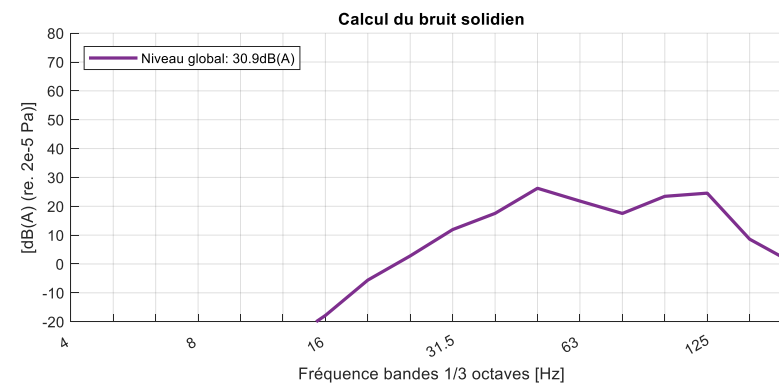
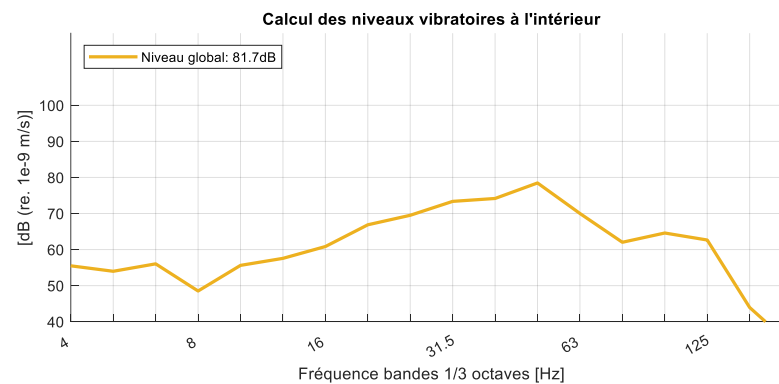
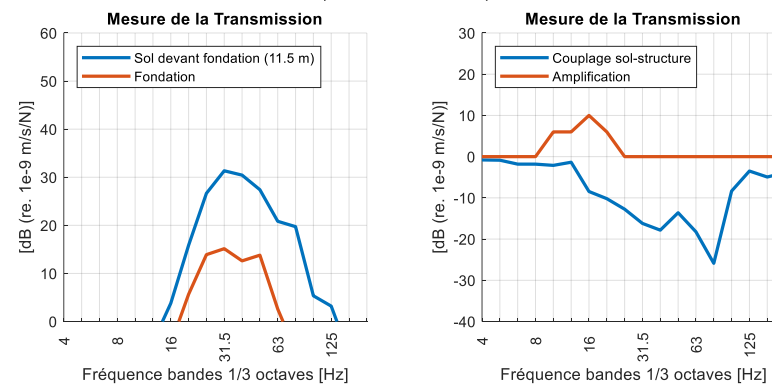
S11 | CAF Urbos 100 | 30 km/u



S12 | CAF Urbos 100 | 30 km/u

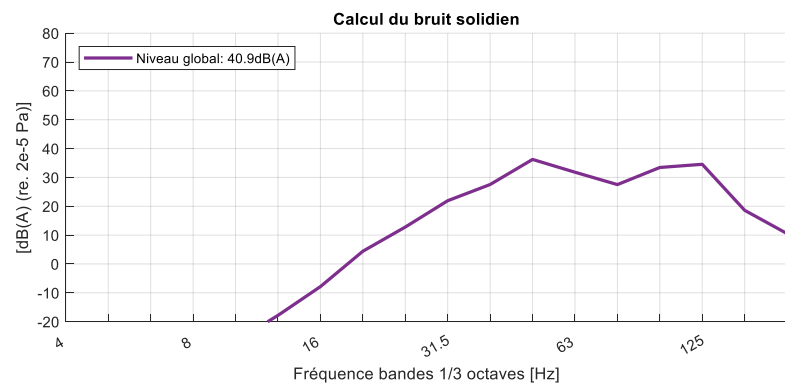
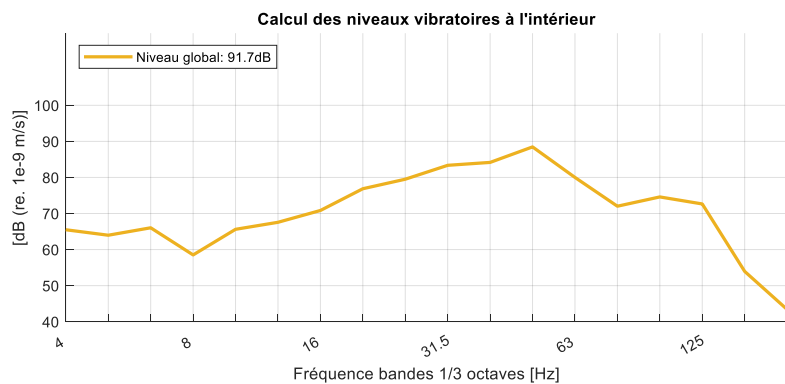
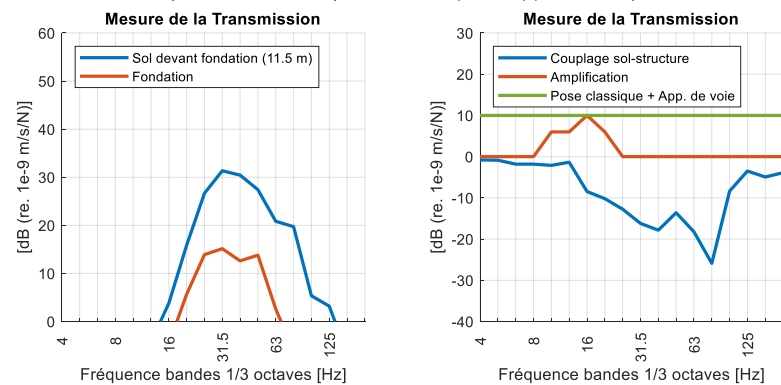


S13 | CAF Urbos 100 | 30 km/u

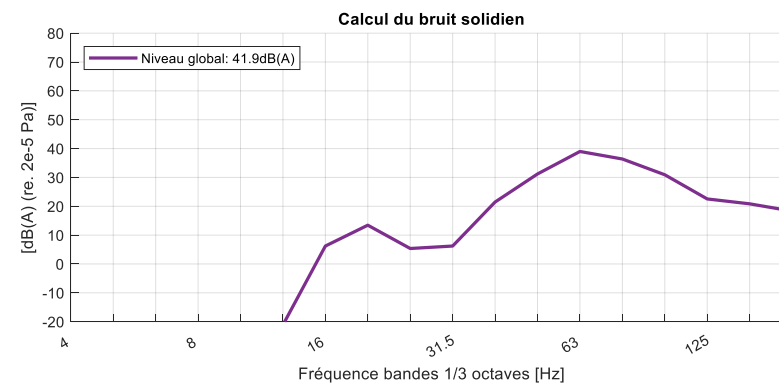
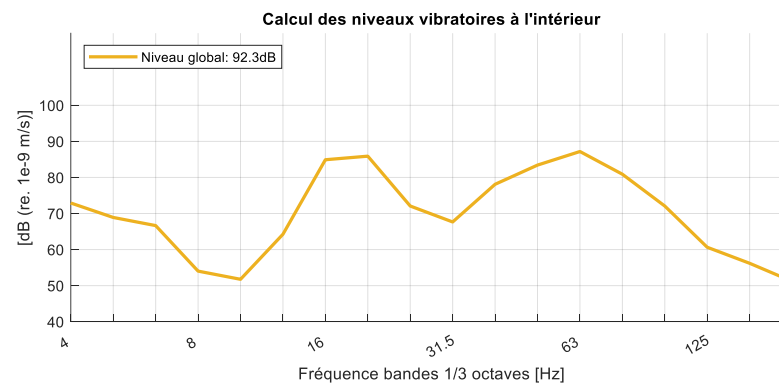
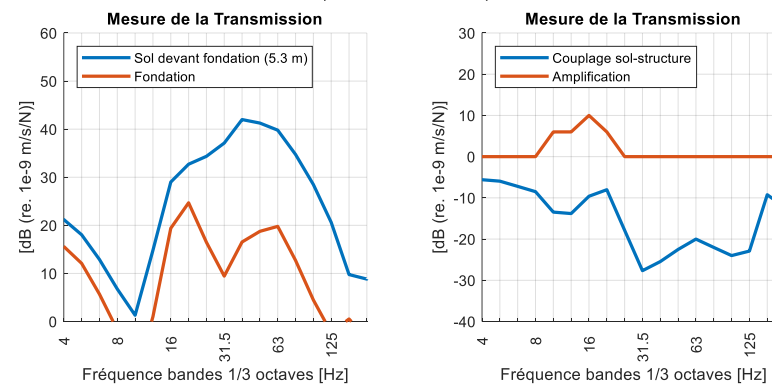




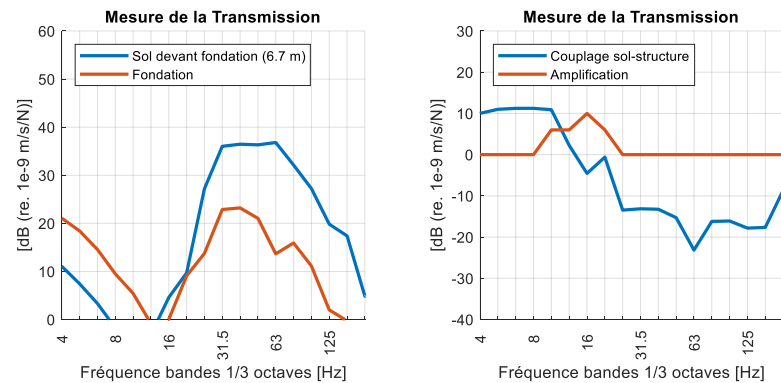
S13 | CAF Urbos 100 | Pose classique + App. de voie | 30 km/u



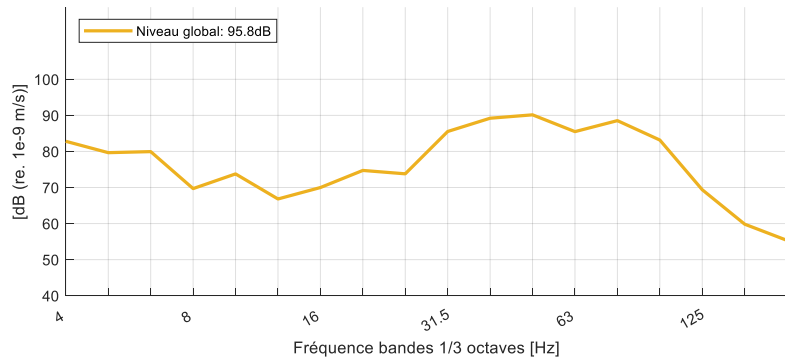
S14 | CAF Urbos 100 | 30 km/u



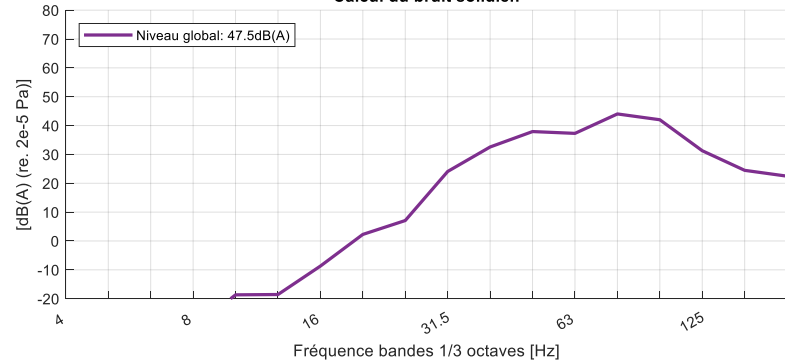
S15 | CAF Urbos 100 | 50 km/u



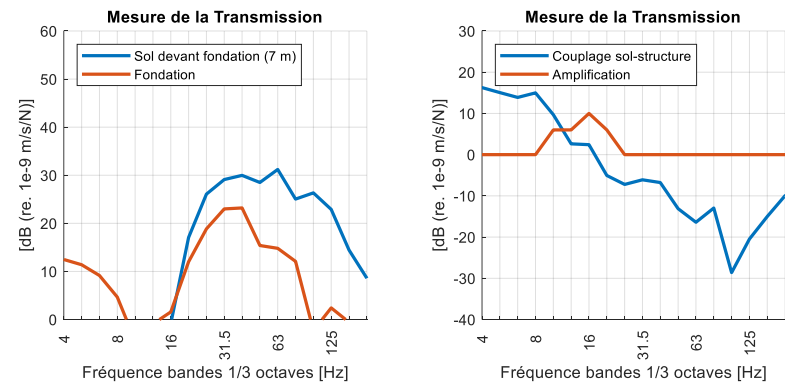
Calcul des niveaux vibratoires à l'intérieur



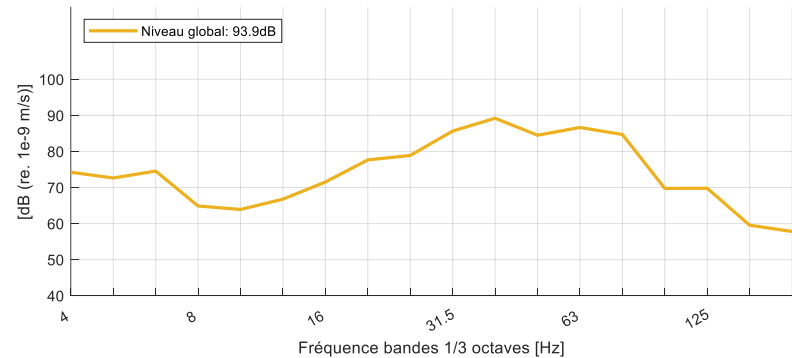
Calcul du bruit solide



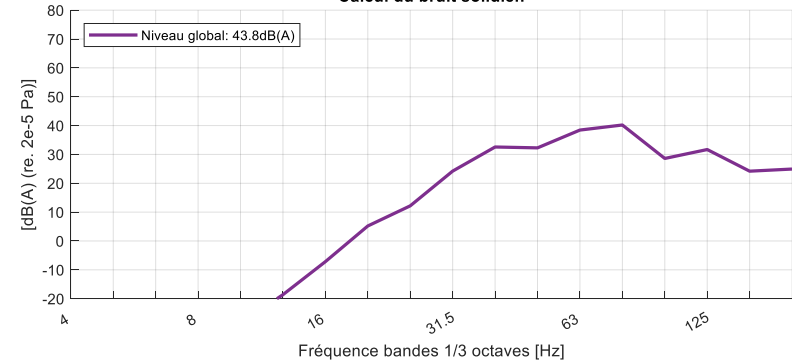
S16 | CAF Urbos 100 | 50 km/u



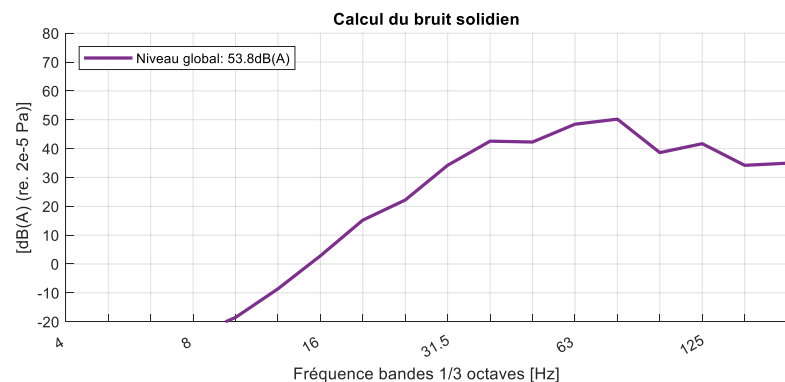
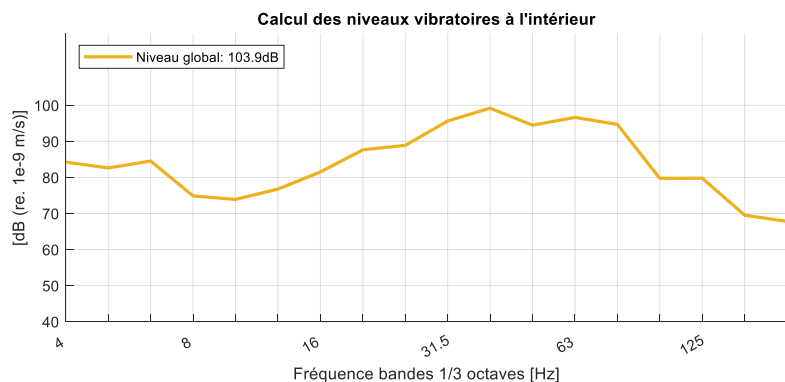
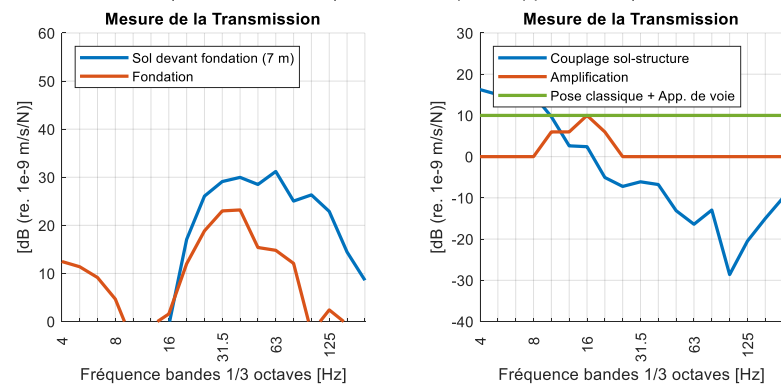
Calcul des niveaux vibratoires à l'intérieur



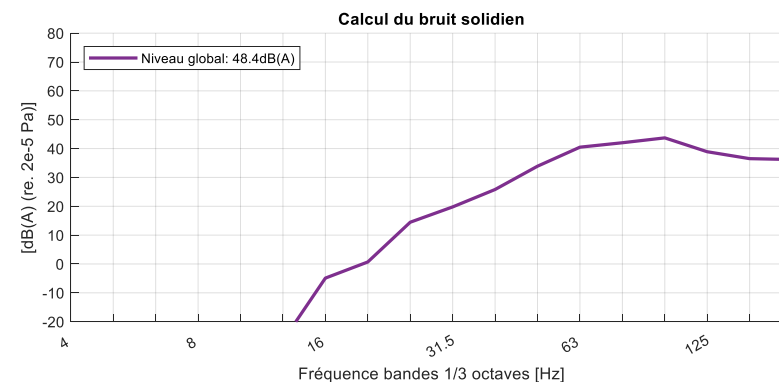
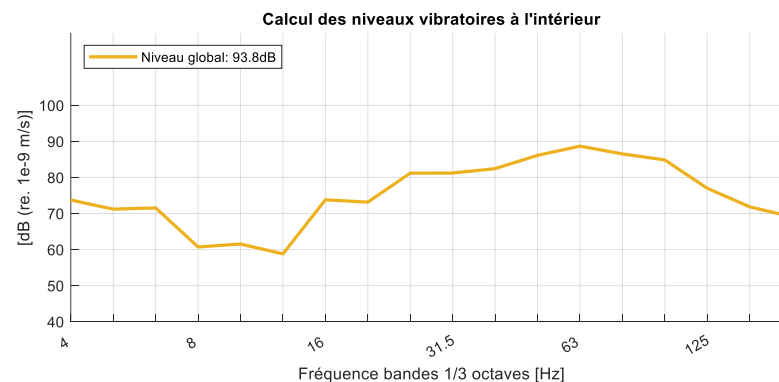
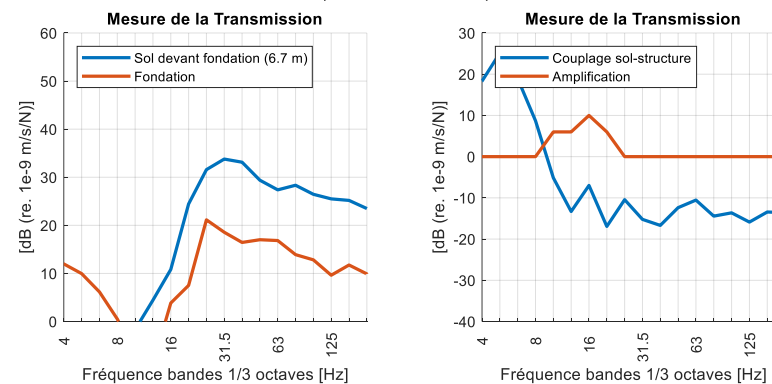
Calcul du bruit solide



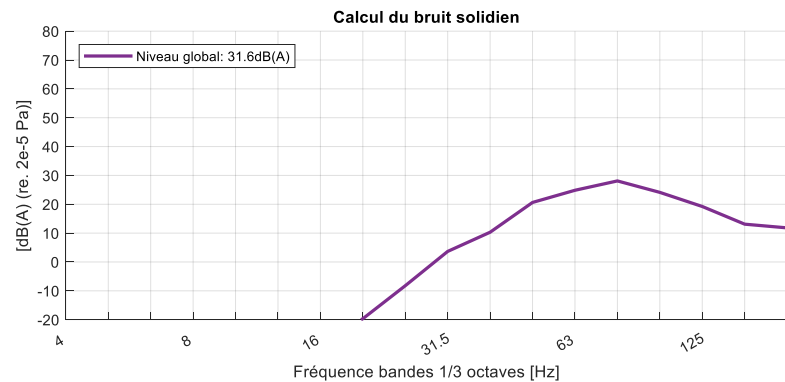
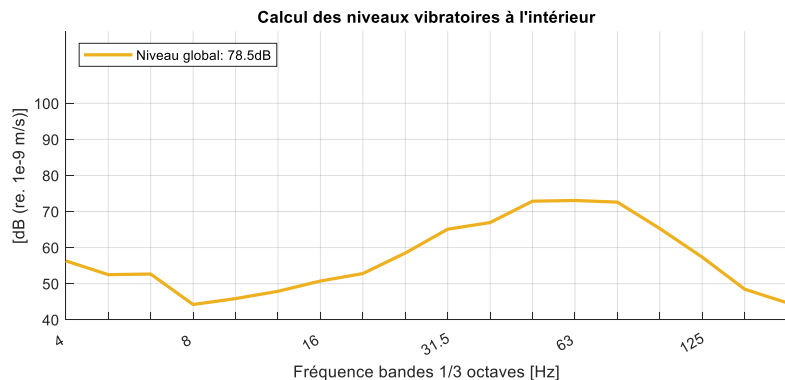
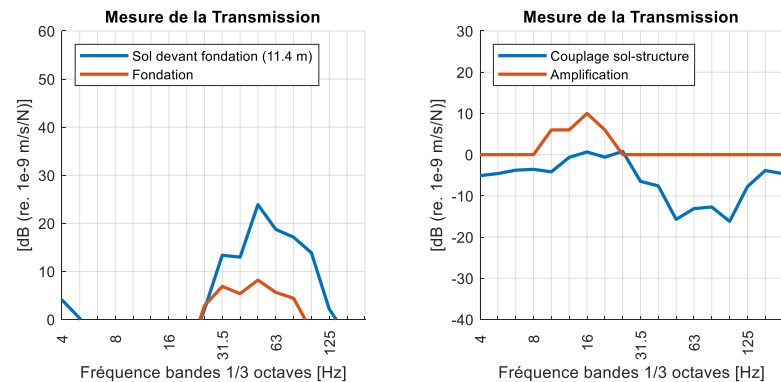
S16 | CAF Urbos 100 | Pose classique + App. de voie | 50 km/u



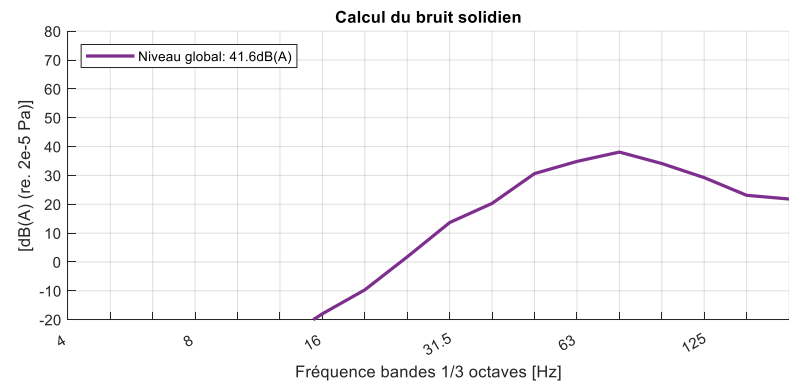
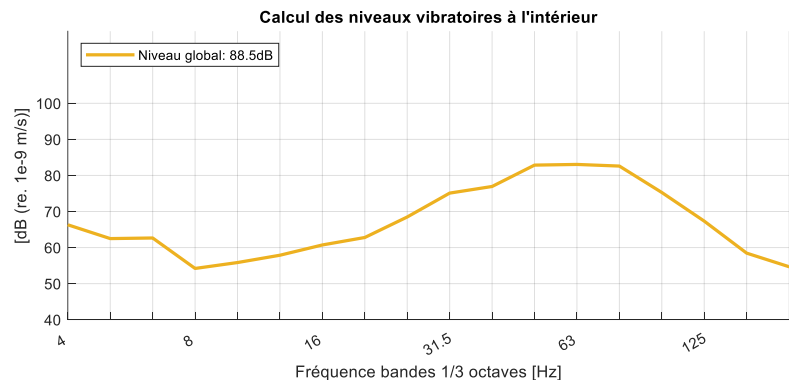
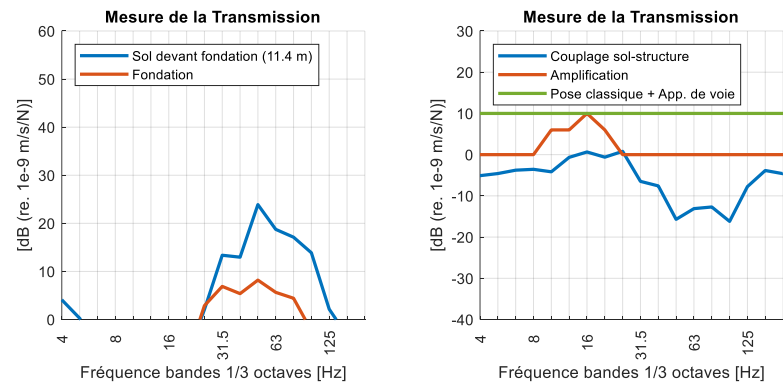
S17 | CAF Urbos 100 | 50 km/u



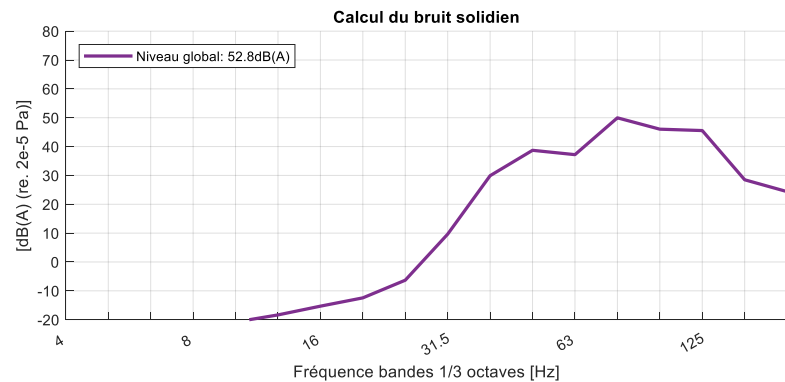
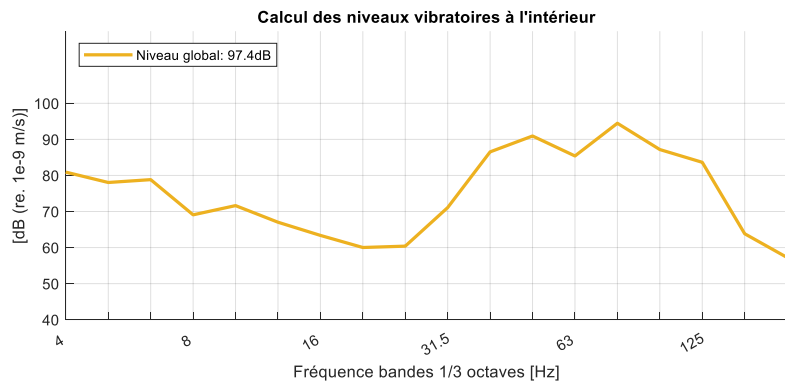
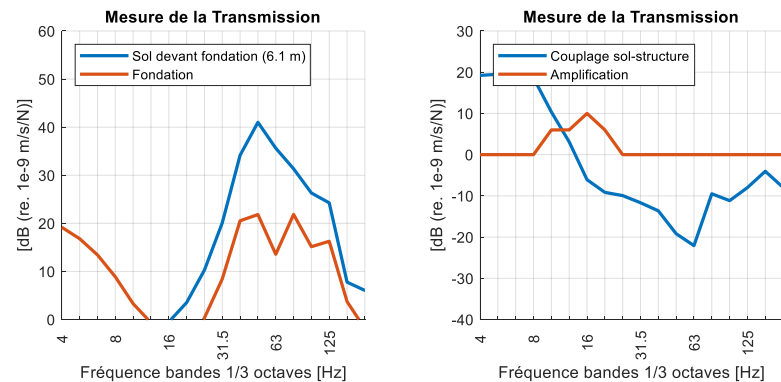
S18 | CAF Urbos 100 | 30 km/u



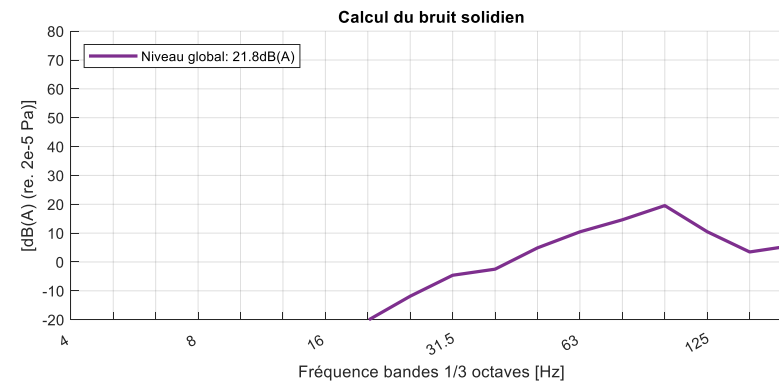
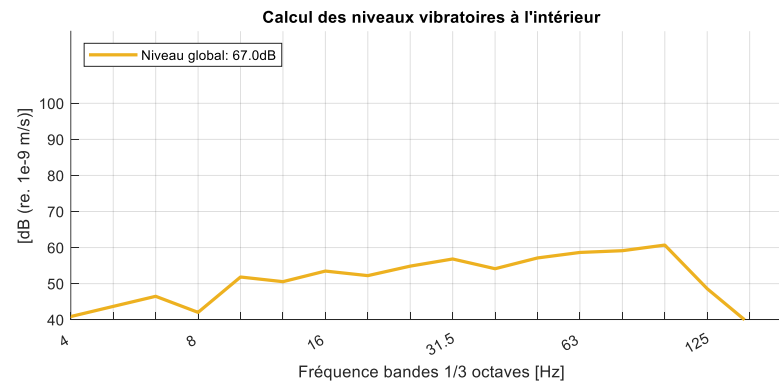
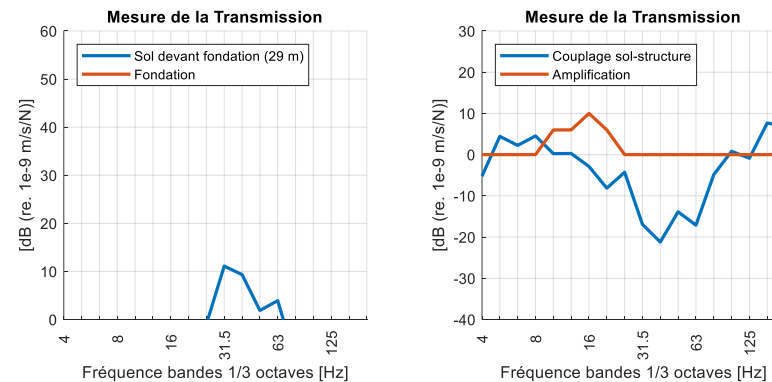
S18 | CAF Urbos 100 | Pose classique + App. de voie | 30 km/u



S19 | CAF Urbos 100 | 50 km/u

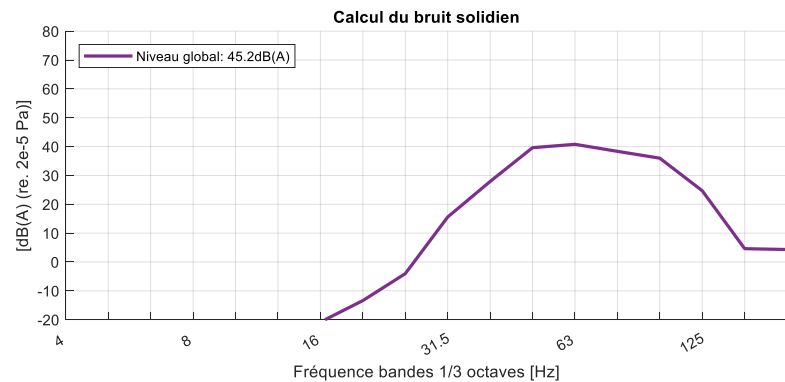
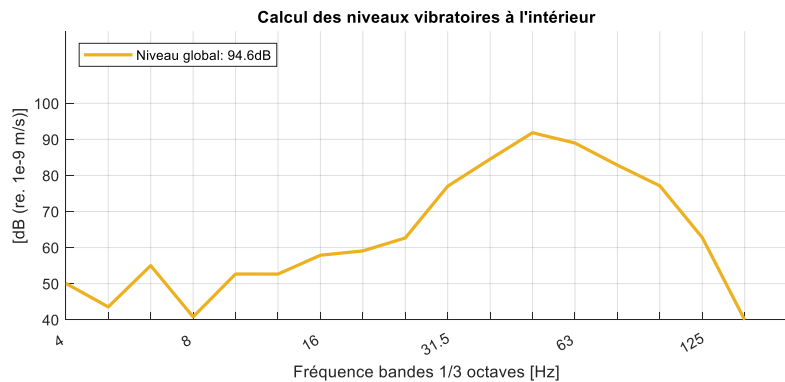
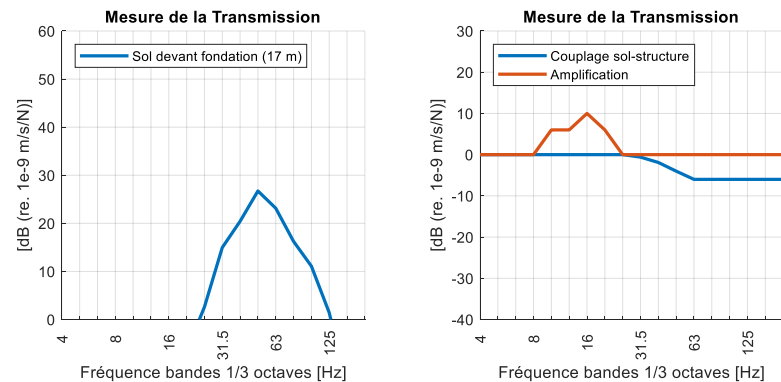


S20 | CAF Urbos 100 | 50 km/u

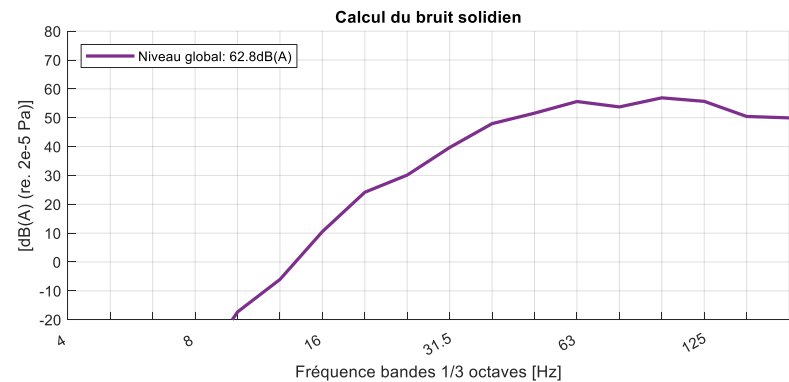
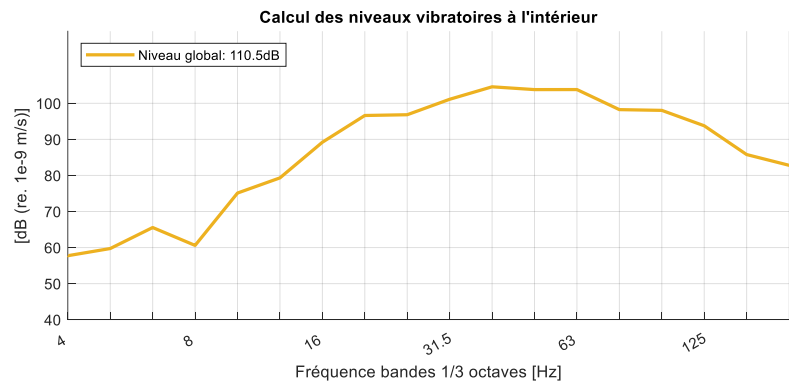
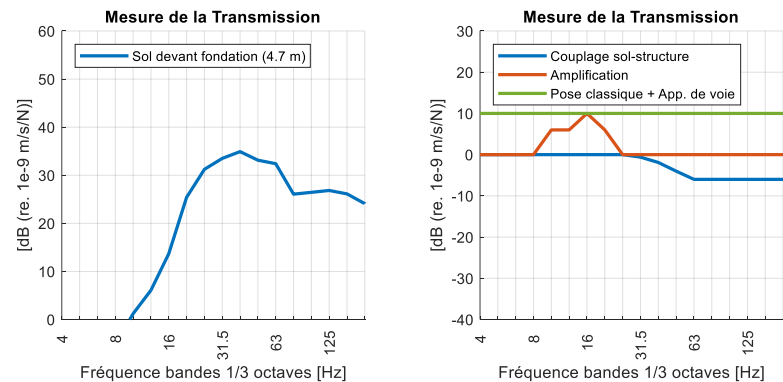




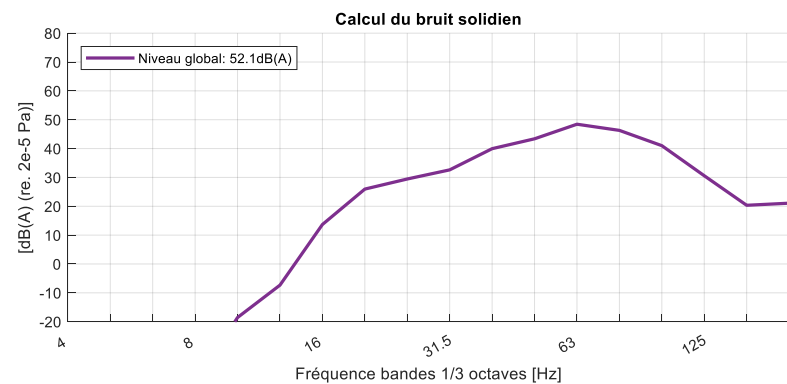
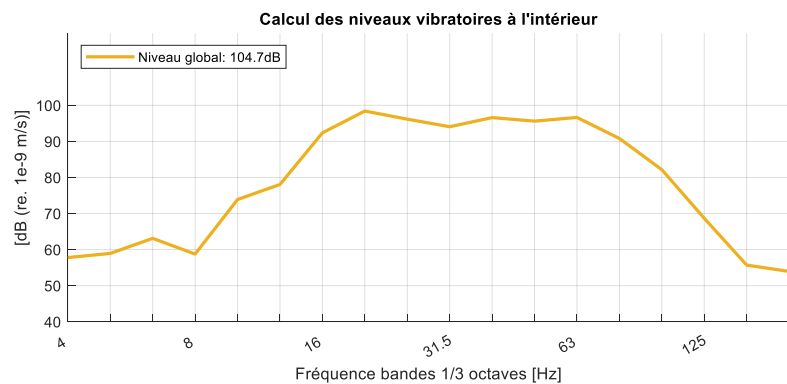
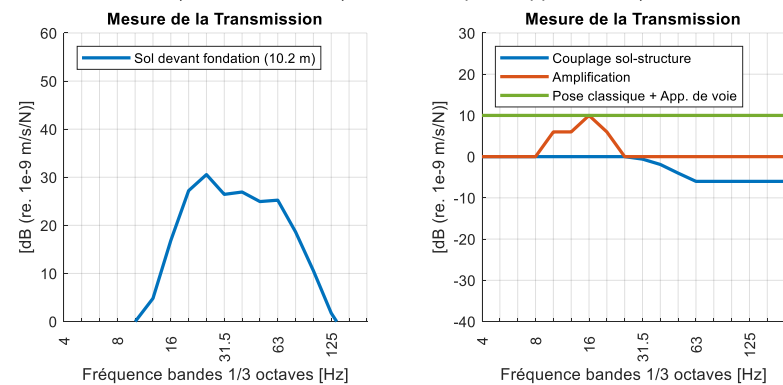
S21 | CAF Urbos 100 | 50 km/u



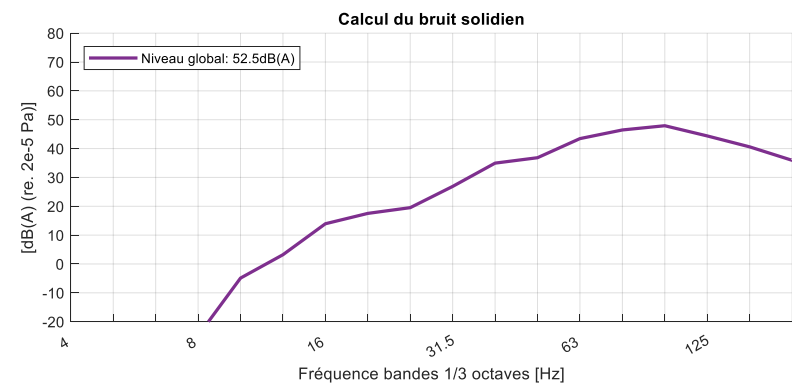
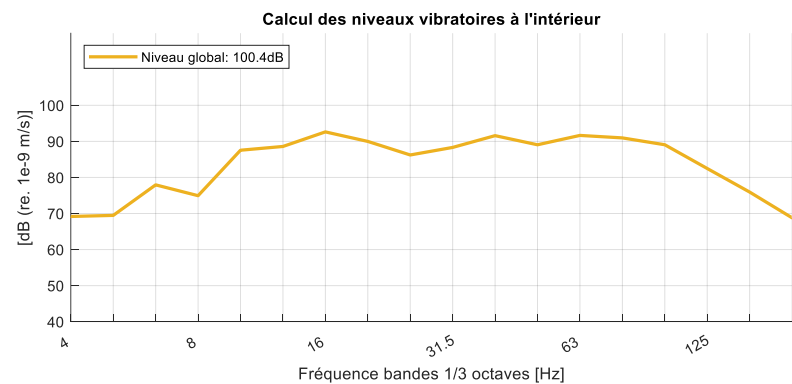
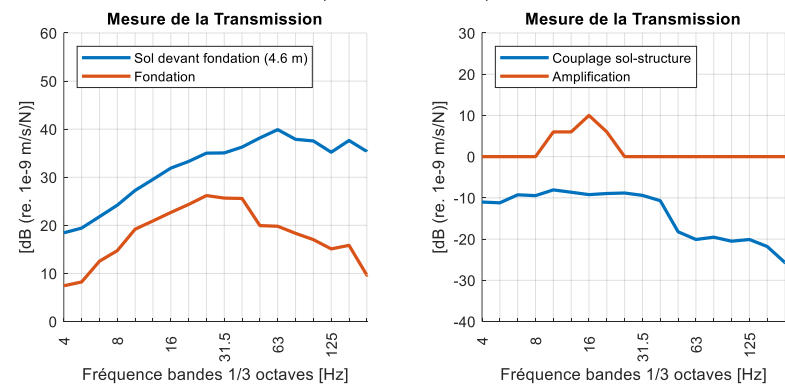
S22a | CAF Urbos 100 | Pose classique + App. de voie | 30 km/u



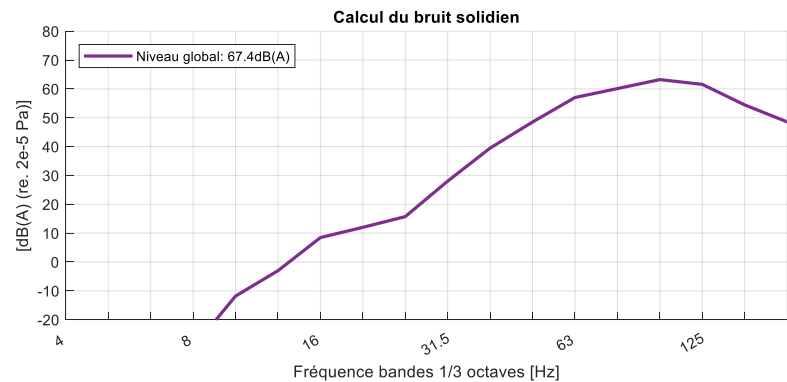
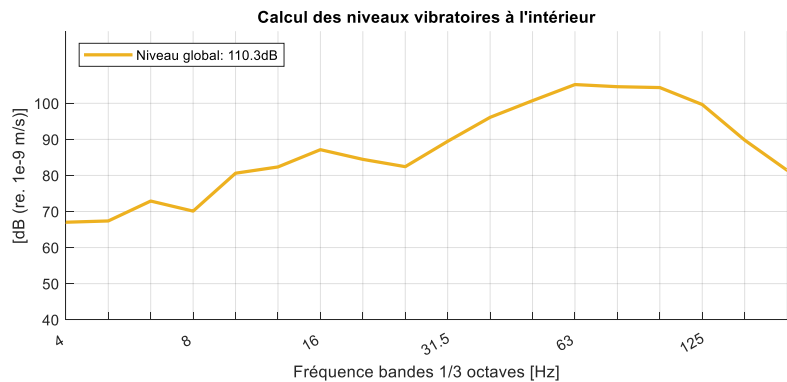
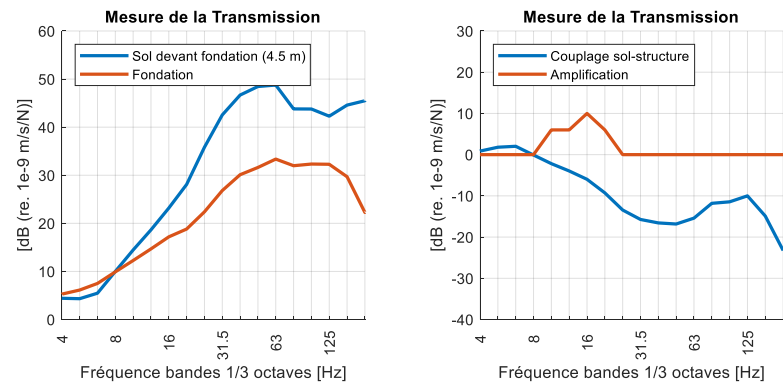
S22b | CAF Urbos 100 | Pose classique + App. de voie | 30 km/u



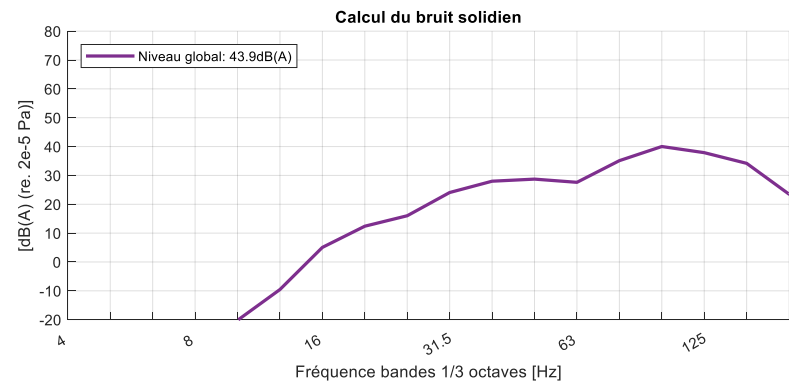
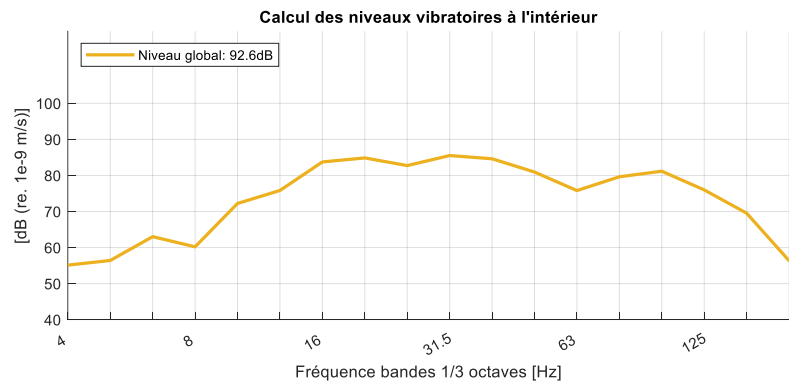
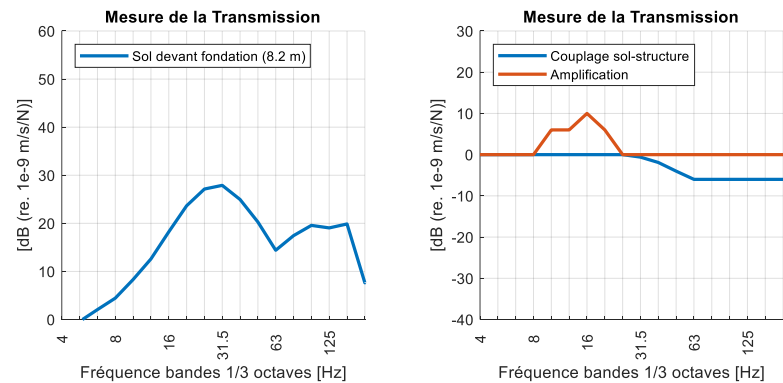
S23 | CAF Urbos 100 | 50 km/u



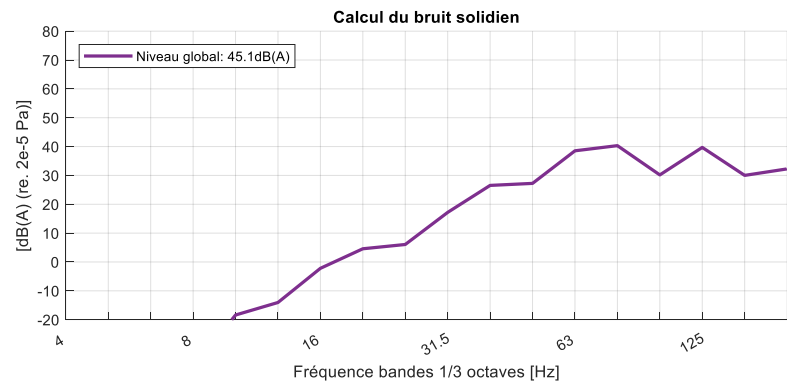
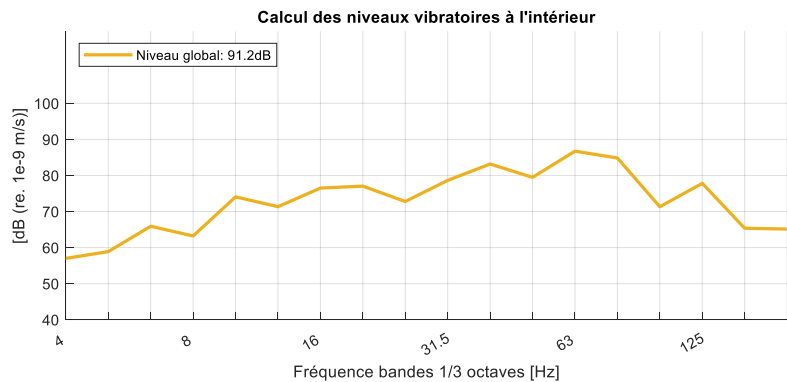
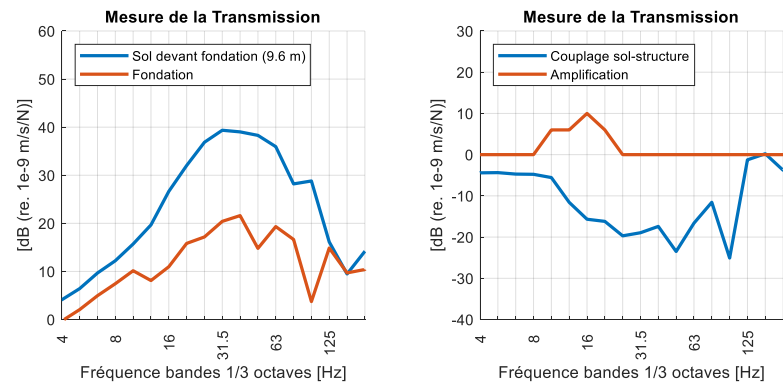
S24 | CAF Urbos 100 | 50 km/u



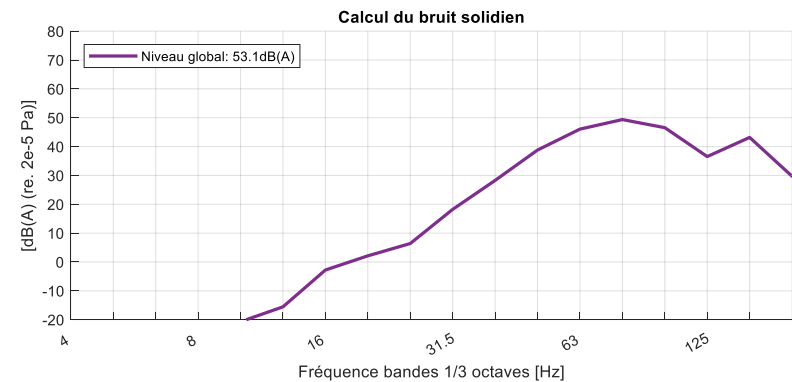
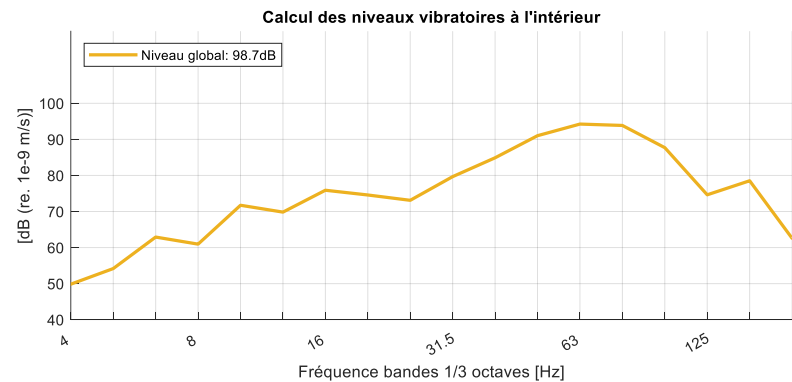
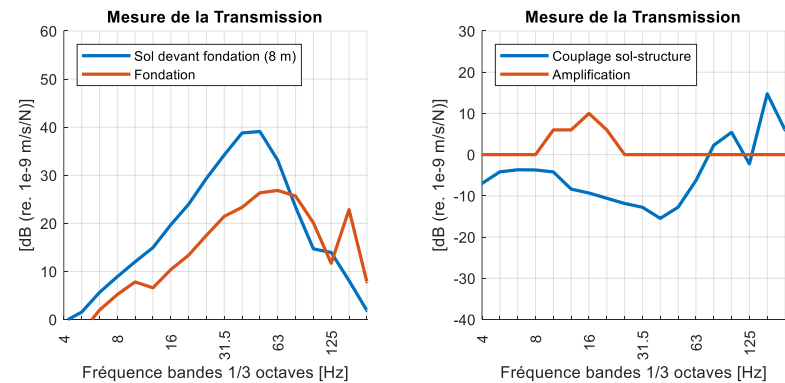
S25 | CAF Urbos 100 | 30 km/u



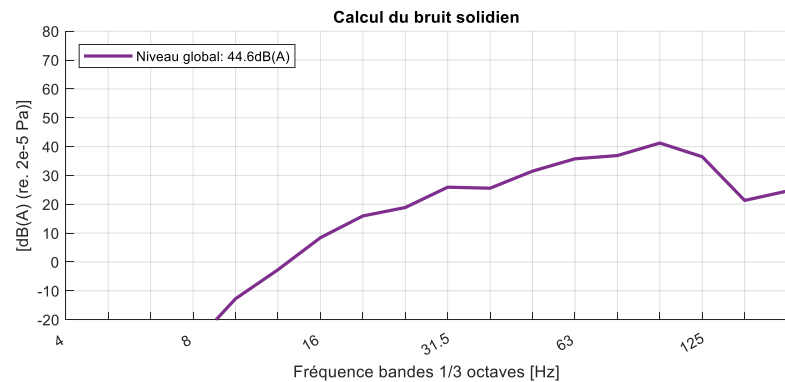
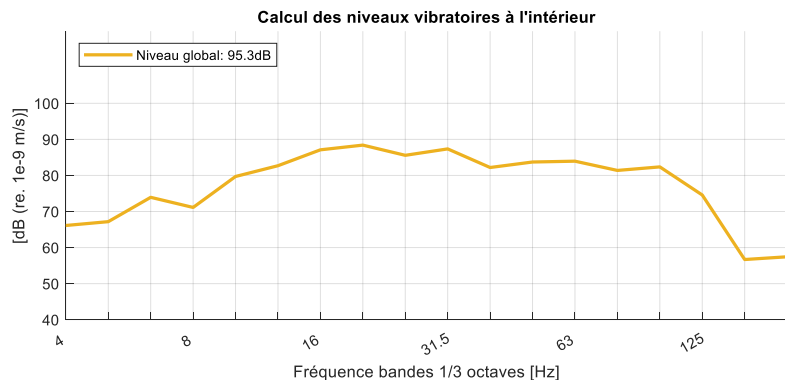
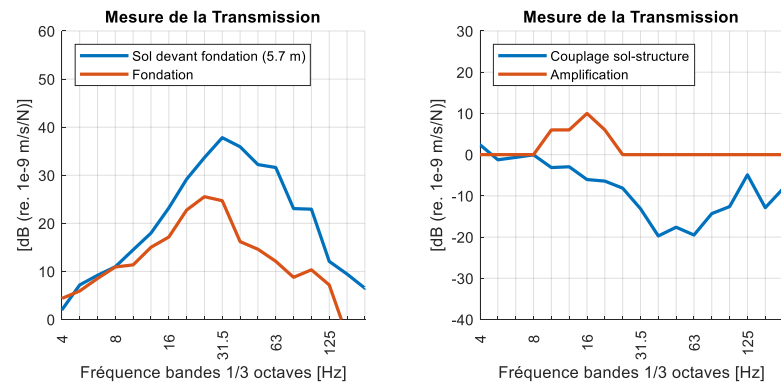
S26 | CAF Urbos 100 | 30 km/u



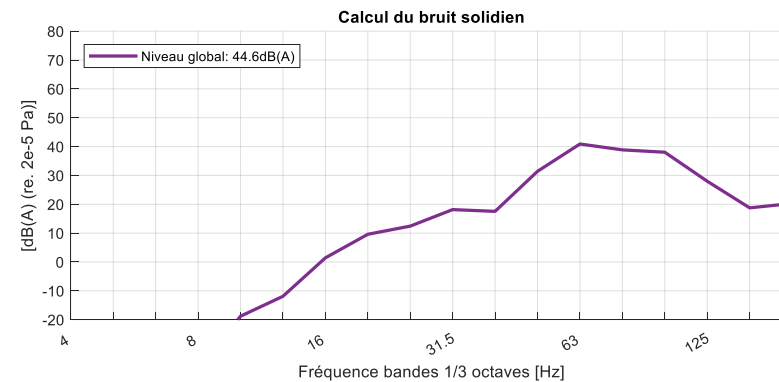
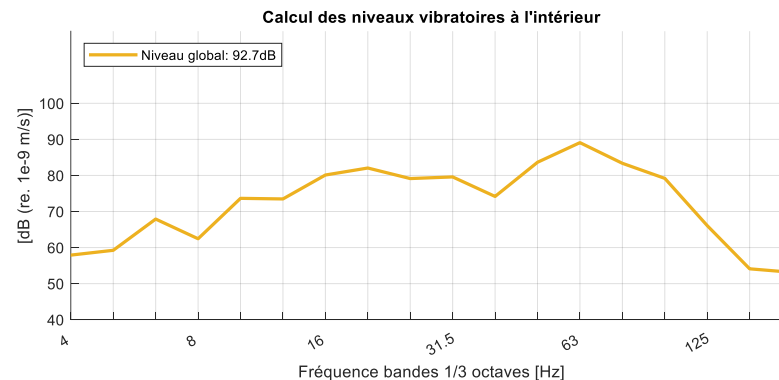
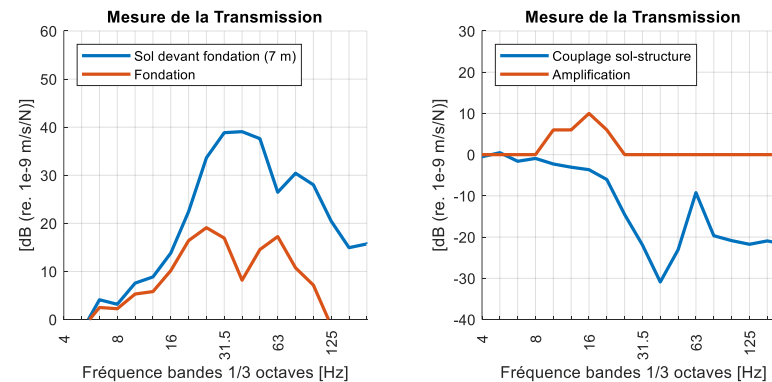
S27 | CAF Urbos 100 | 30 km/u



S28 | CAF Urbos 100 | 50 km/u

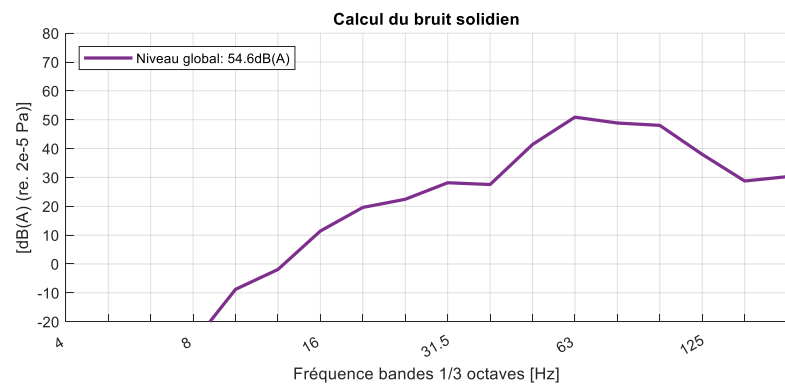
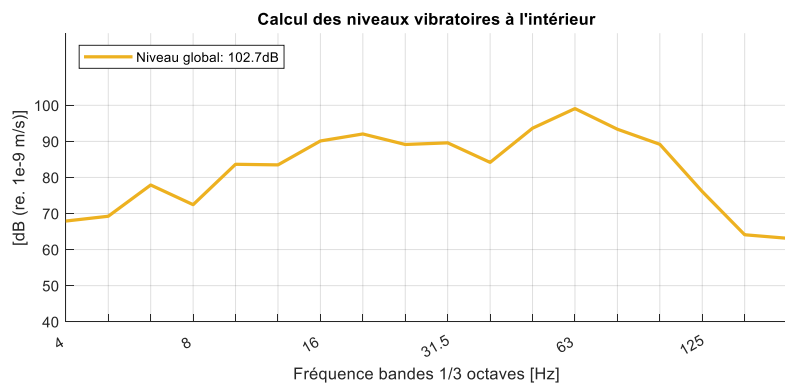
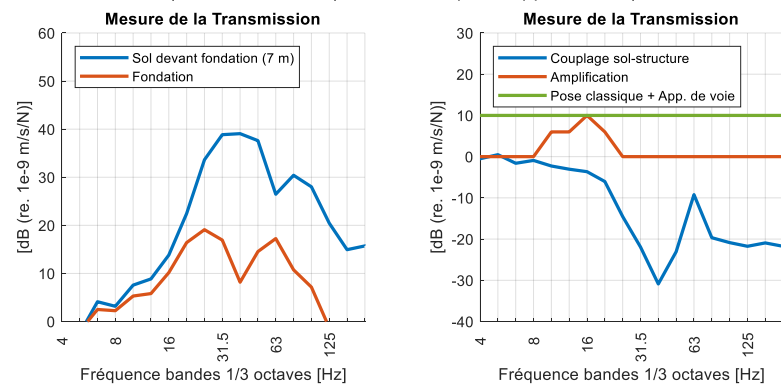


S29 | CAF Urbos 100 | 50 km/u

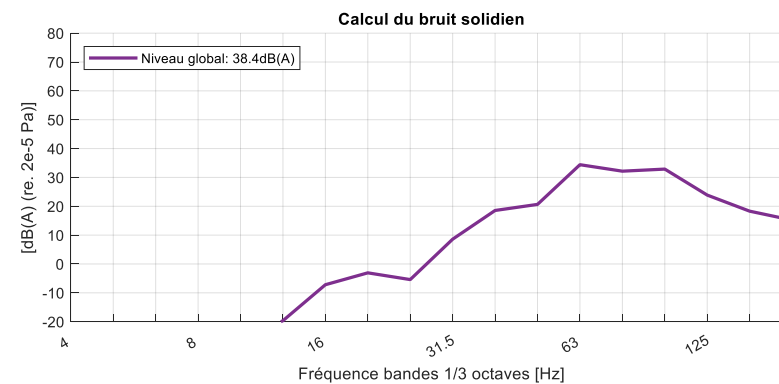
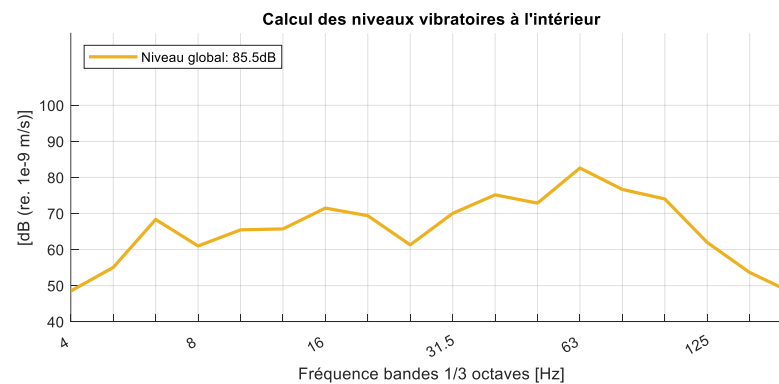
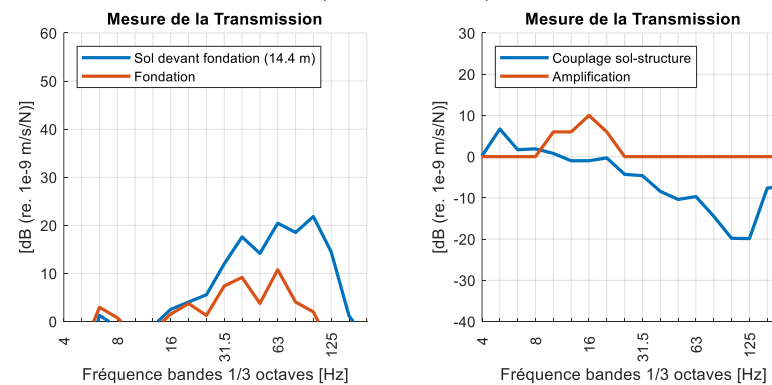




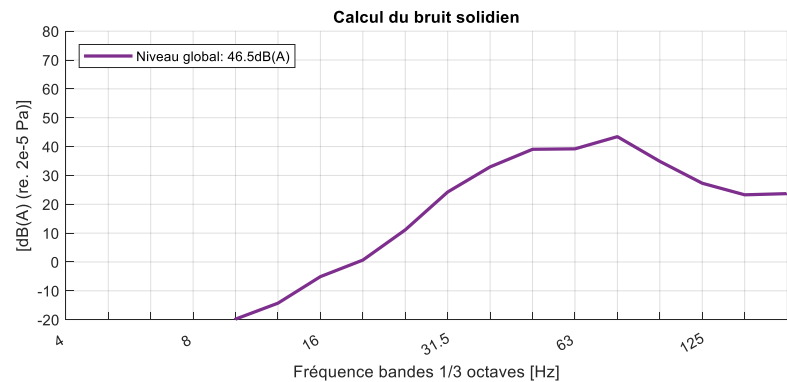
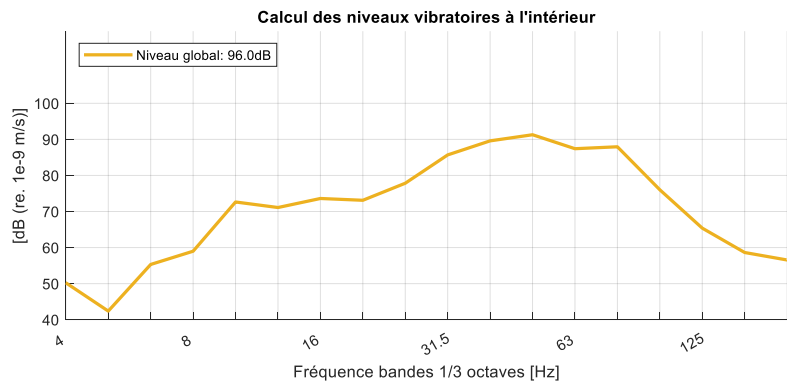
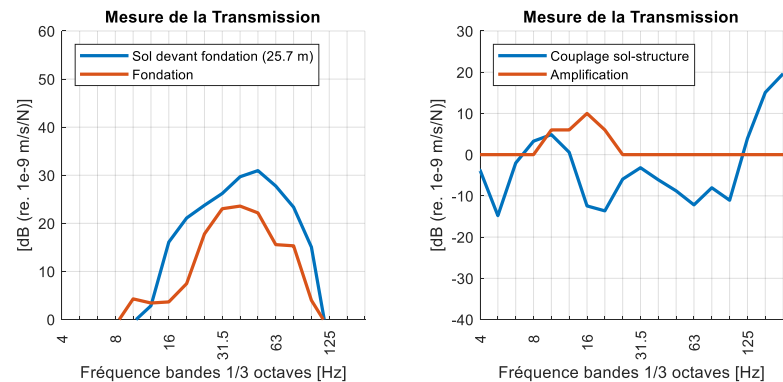
S29 | CAF Urbos 100 | Pose classique + App. de voie | 50 km/u



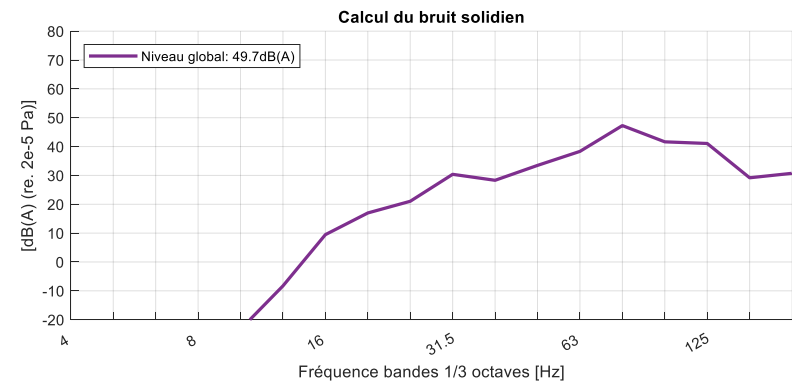
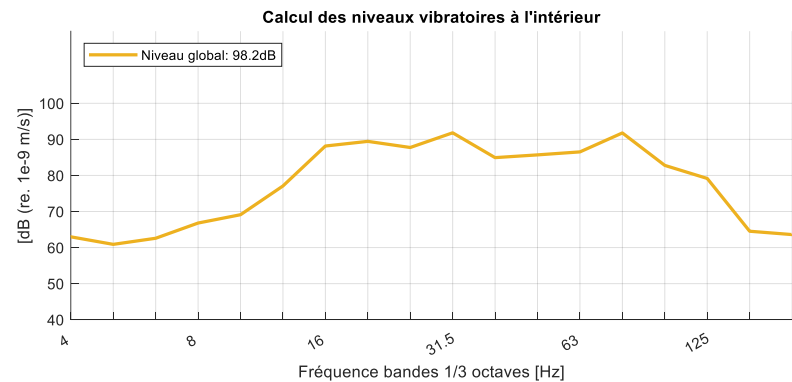
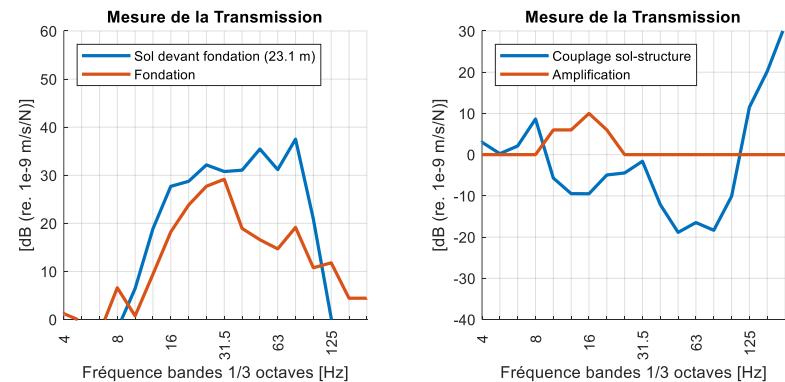
S30 | CAF Urbos 100 | 50 km/u



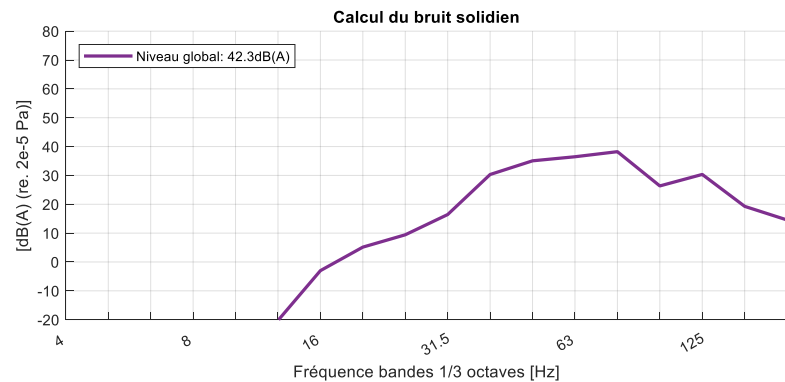
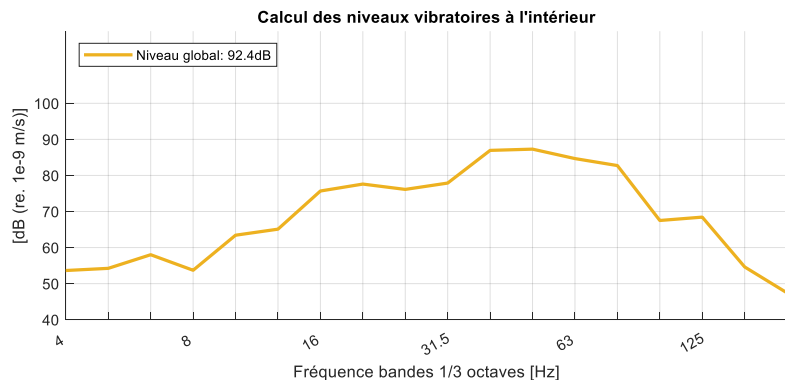
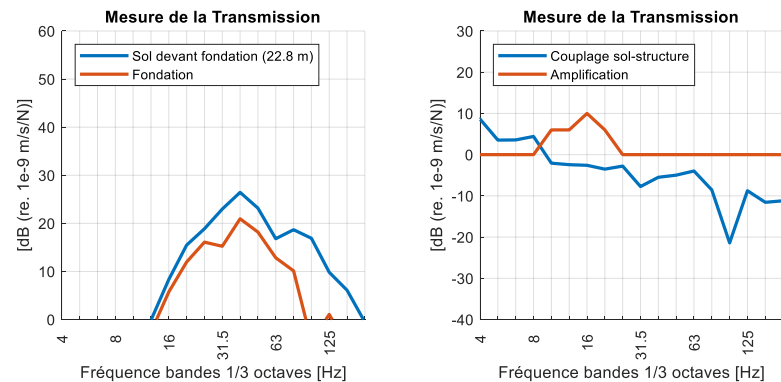
S31 | CAF Urbos 100 | 50 km/u



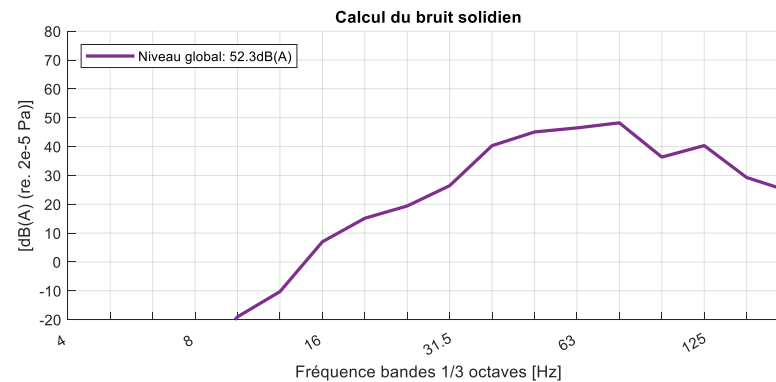
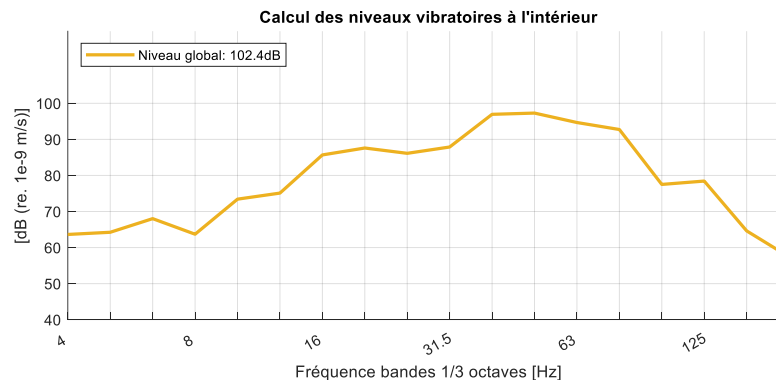
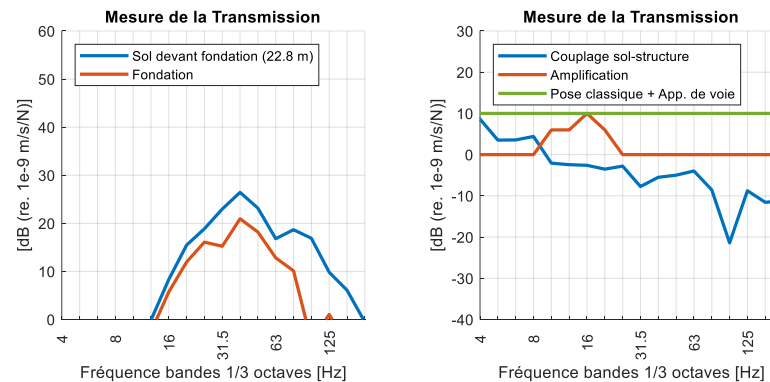
S32 | CAF Urbos 100 | 50 km/u



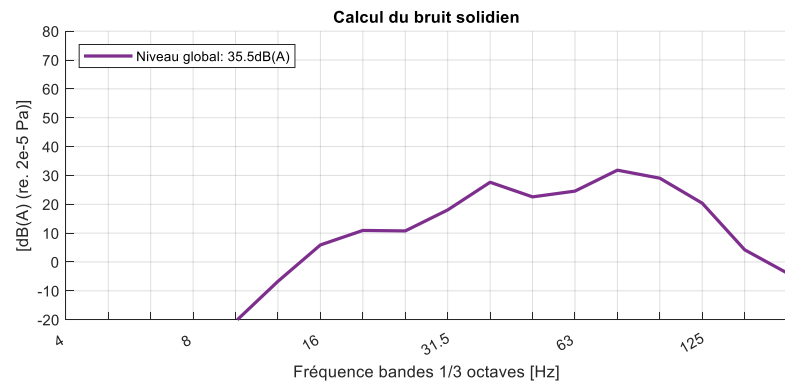
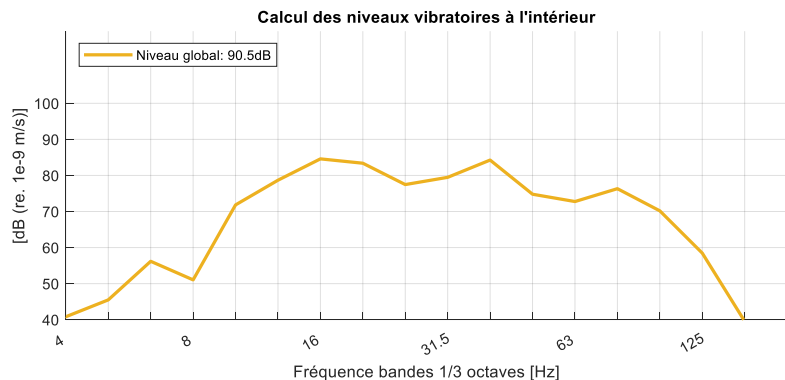
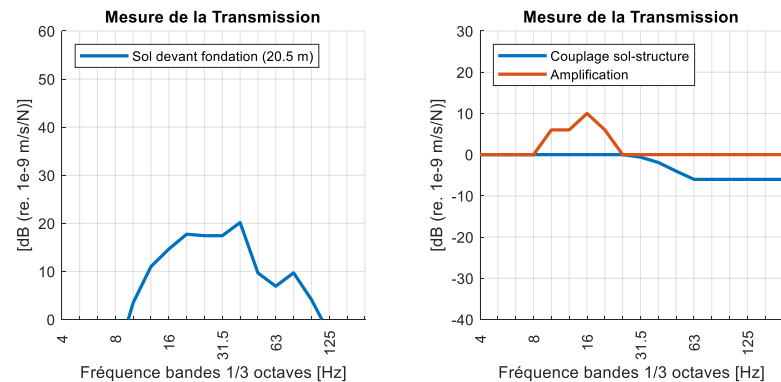
S33 | CAF Urbos 100 | 50 km/u



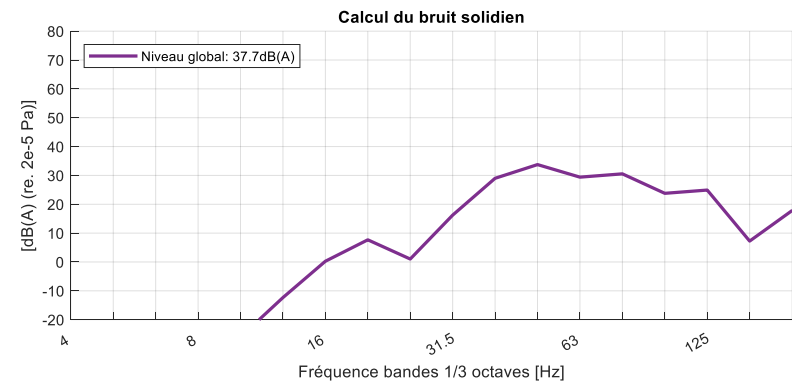
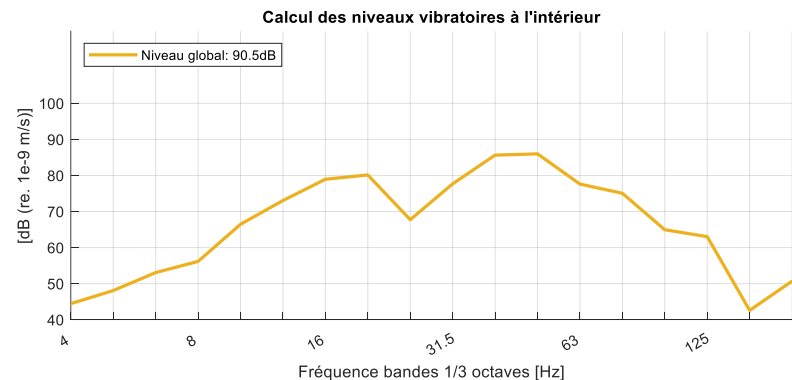
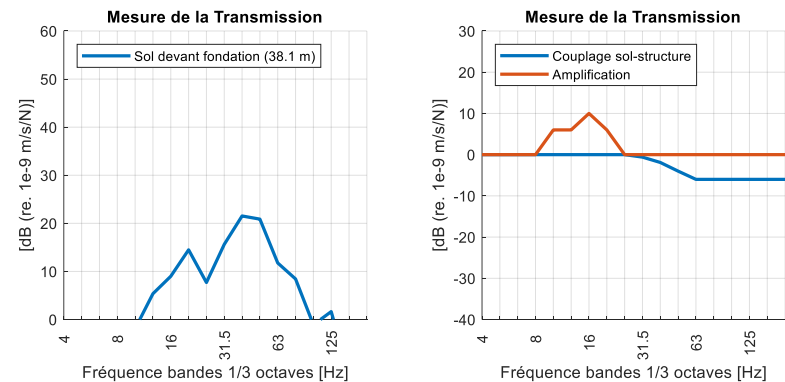
S33 | CAF Urbos 100 | Pose classique + App. de voie | 50 km/u



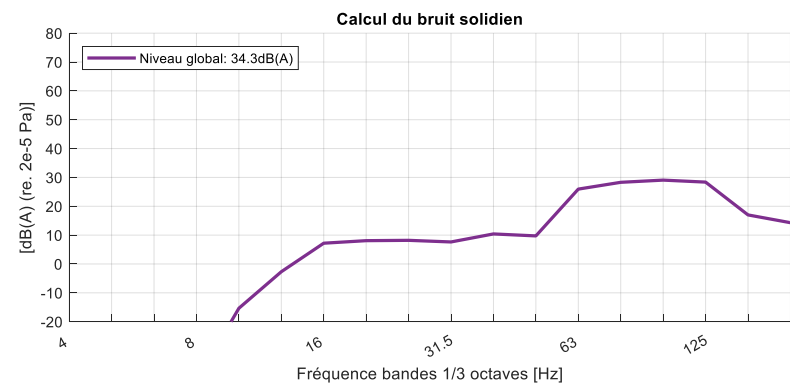
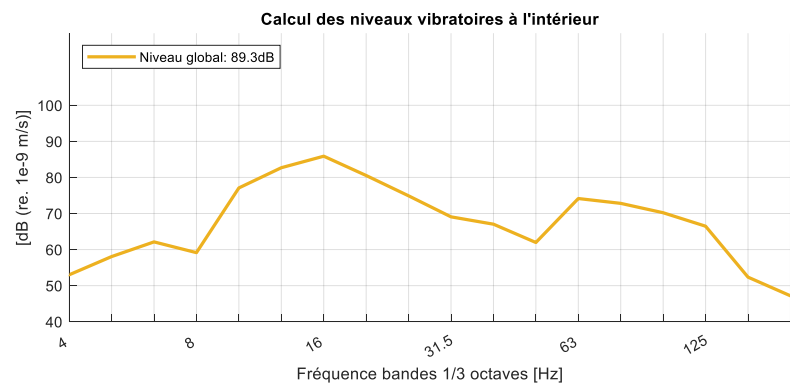
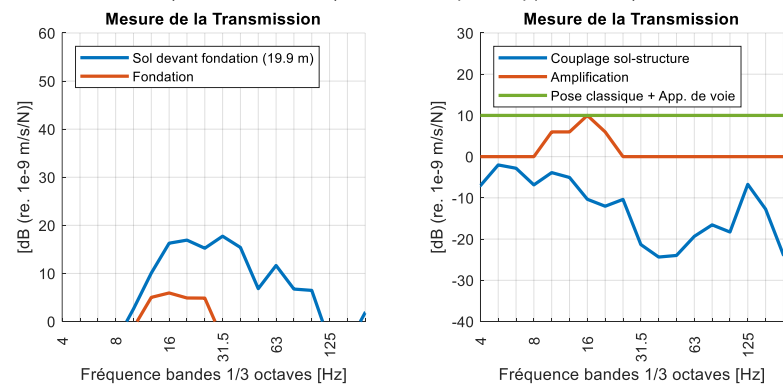
S34 | CAF Urbos 100 | 50 km/u



S35 | CAF Urbos 100 | 50 km/u

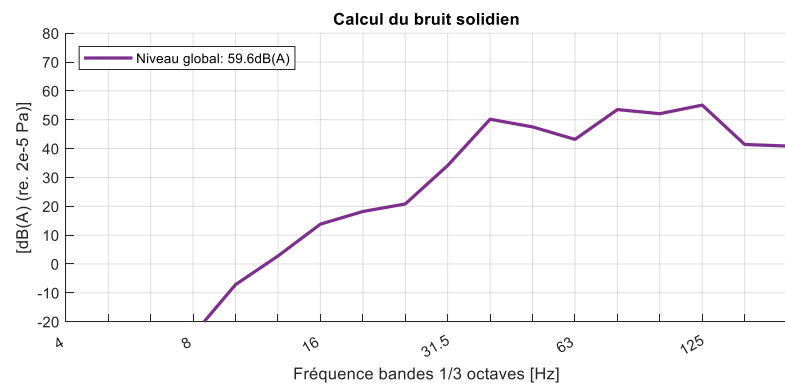
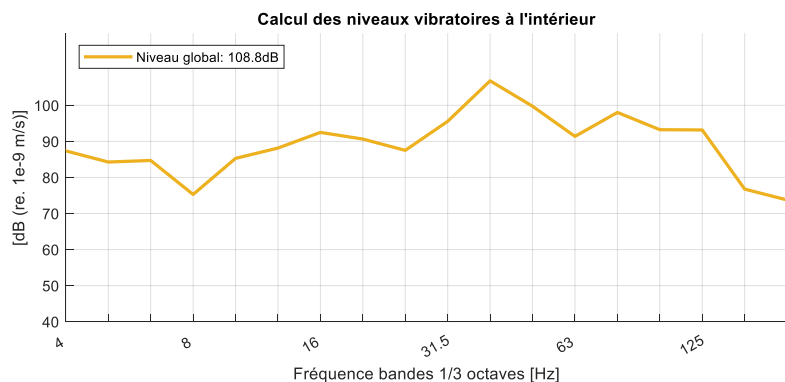
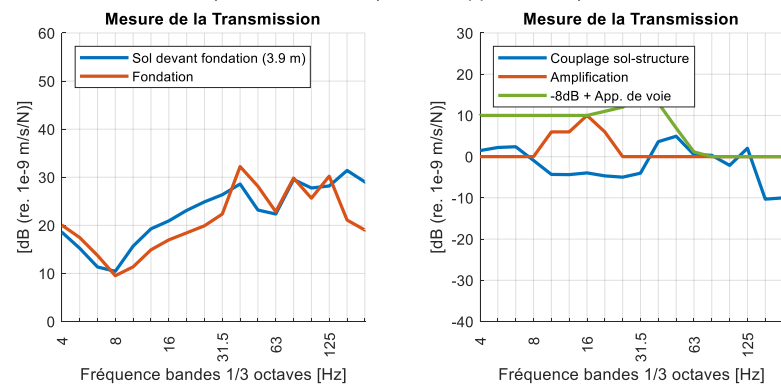


S36 | CAF Urbos 100 | Pose classique + App. de voie | 50 km/u

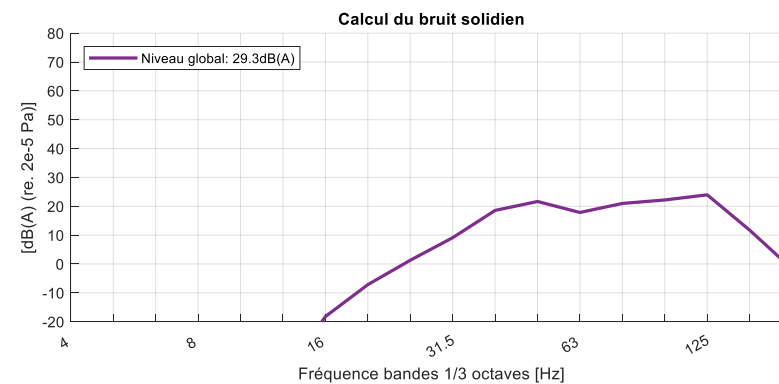
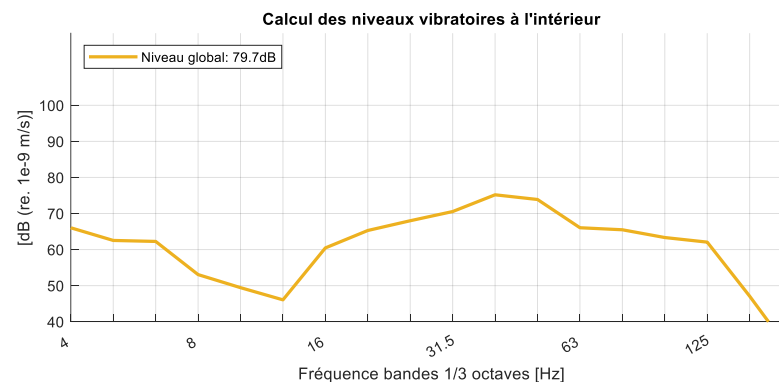
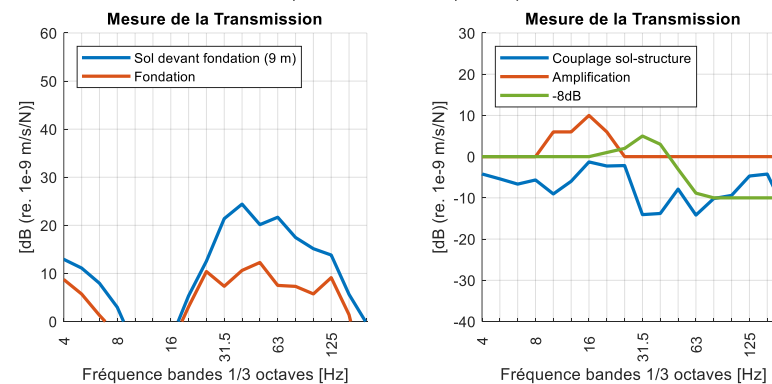




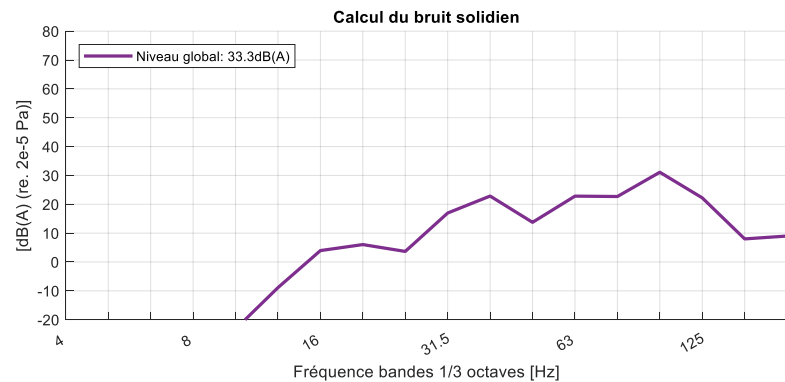
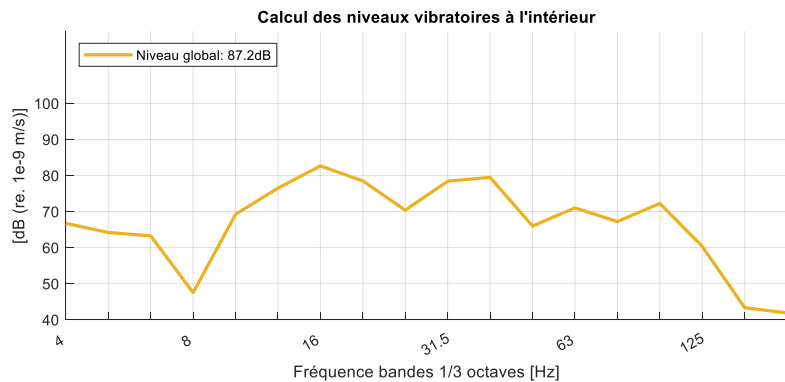
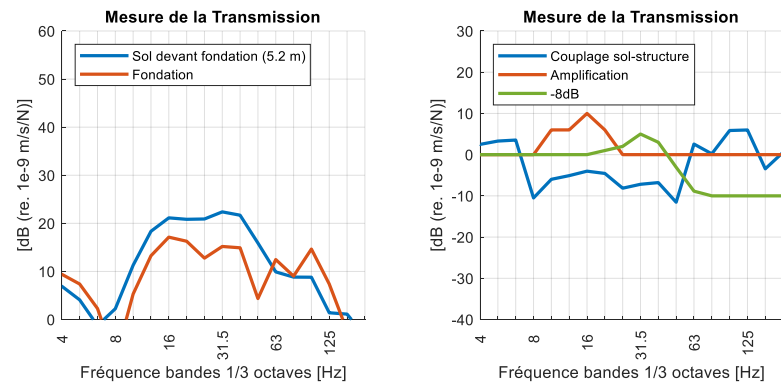
S1 | CAF Urbos 100 | -8dB + App. de voie | 30 km/u



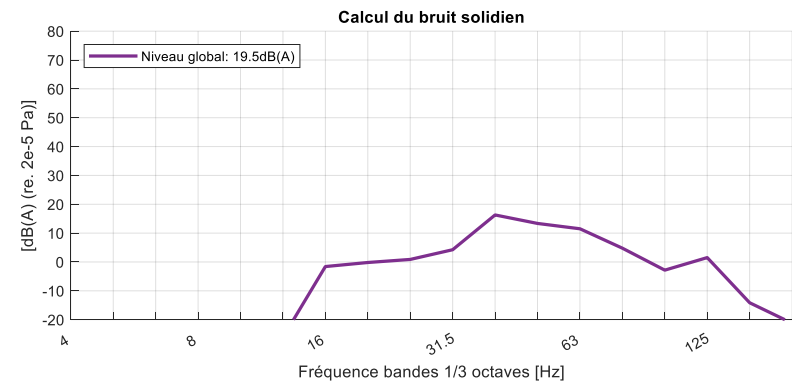
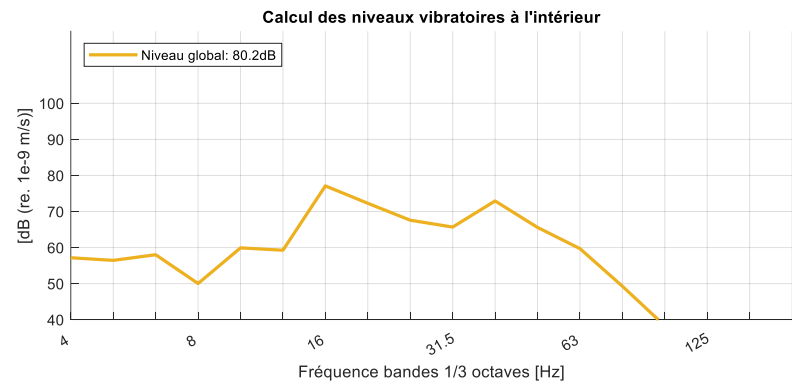
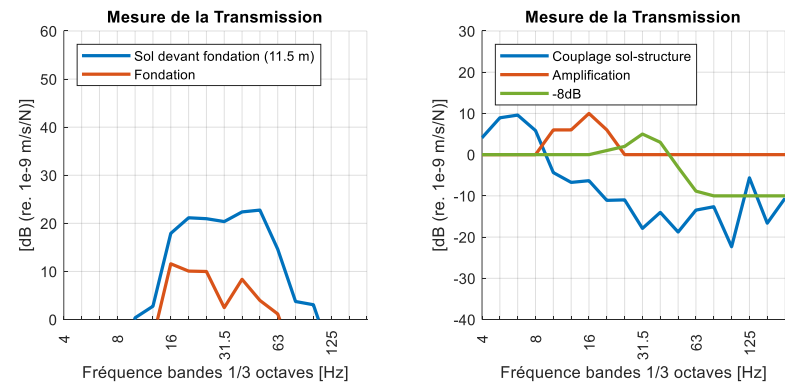
S9b | CAF Urbos 100 | -8dB | 30 km/u



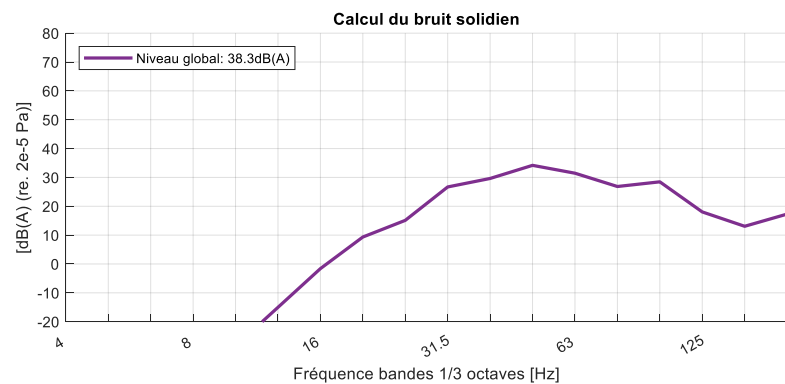
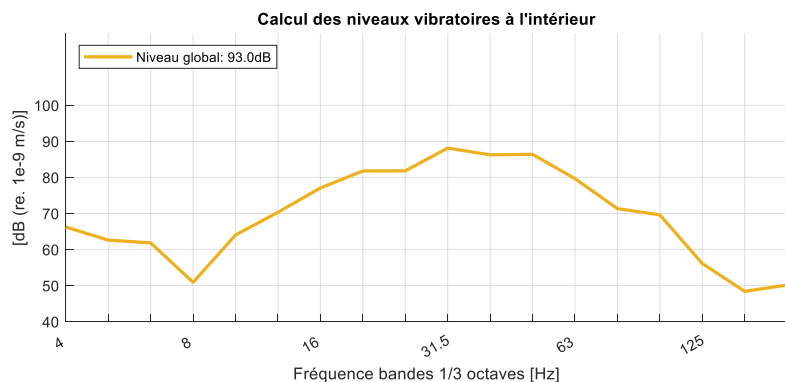
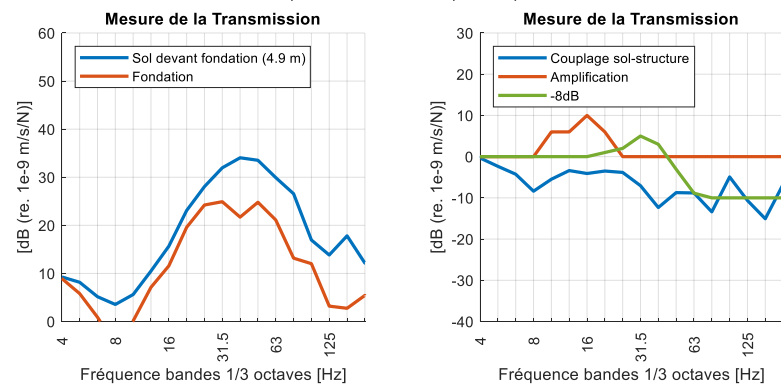
S10 | CAF Urbos 100 | -8dB | 30 km/u



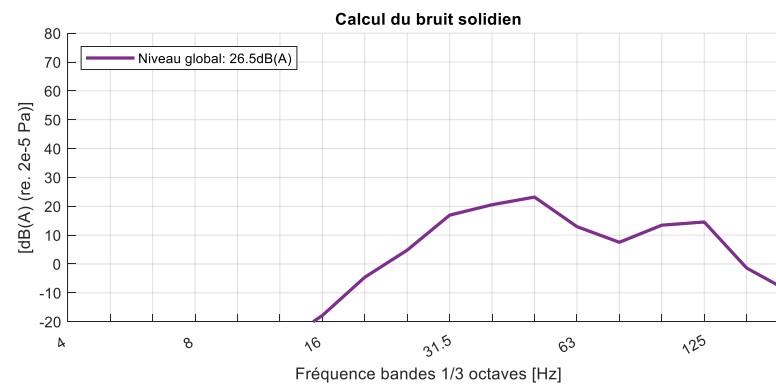
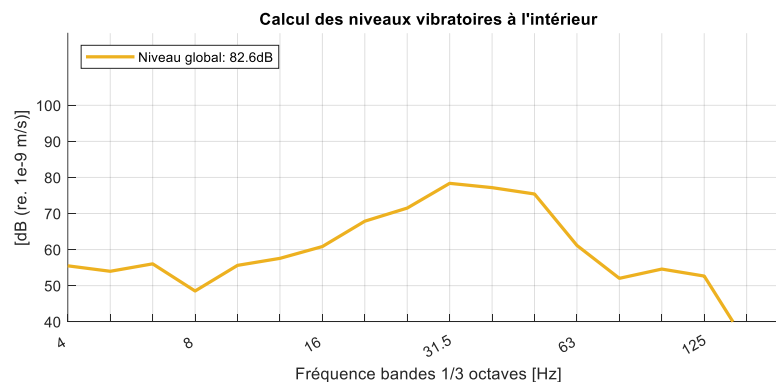
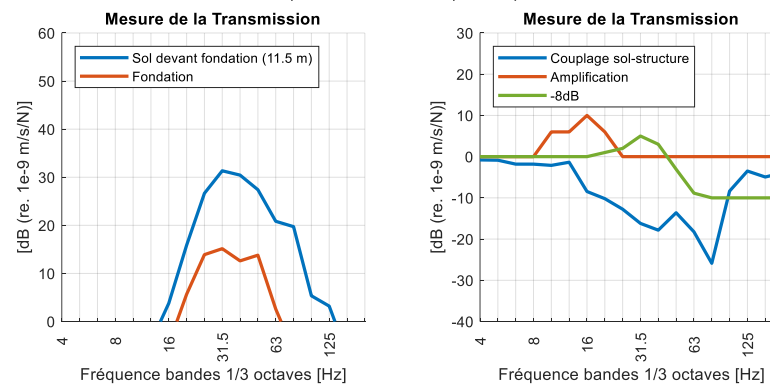
S11 | CAF Urbos 100 | -8dB | 30 km/u



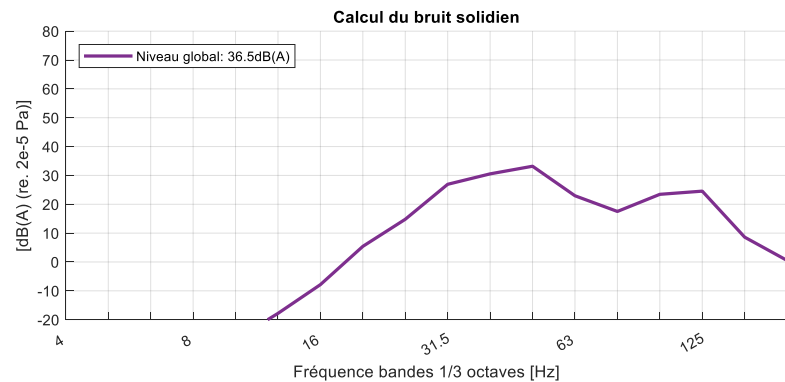
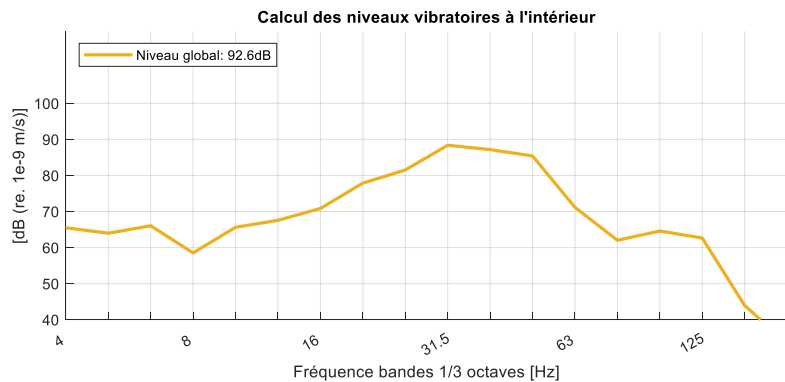
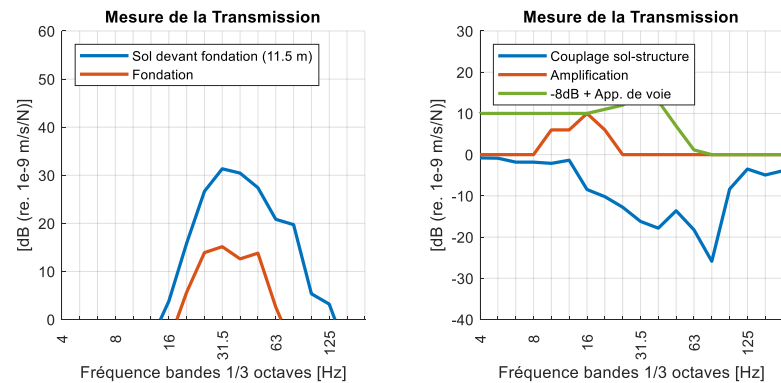
S12 | CAF Urbos 100 | -8dB | 30 km/u



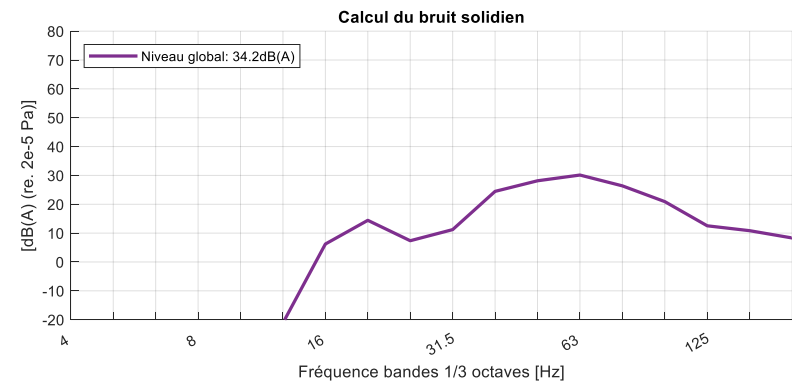
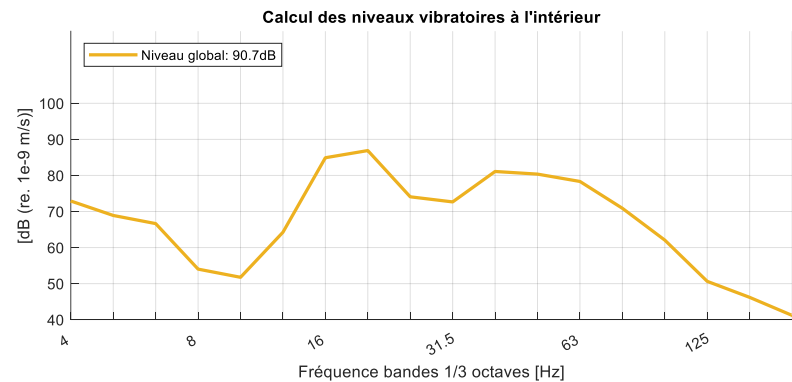
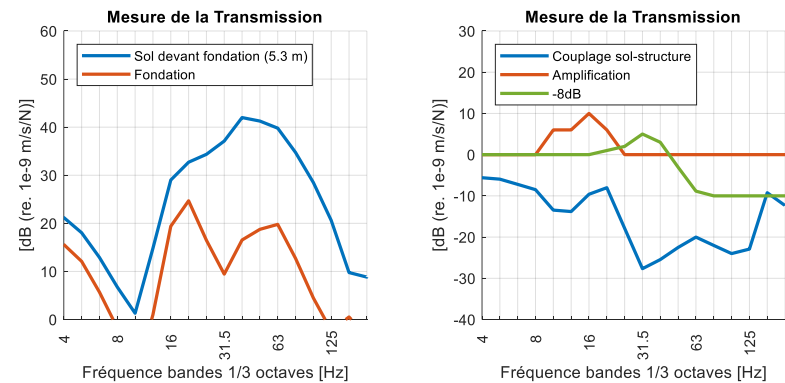
S13 | CAF Urbos 100 | -8dB | 30 km/u



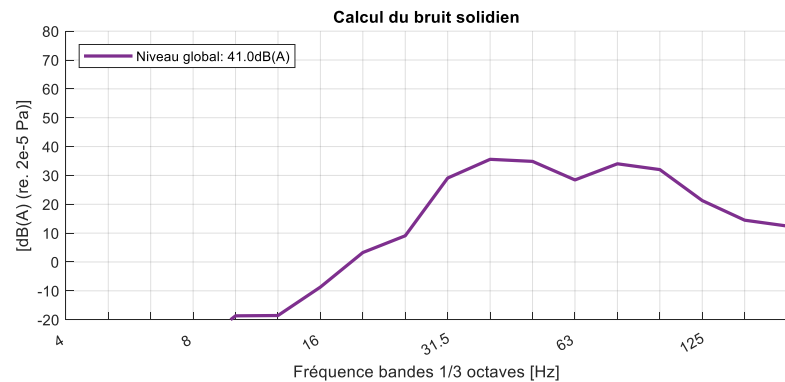
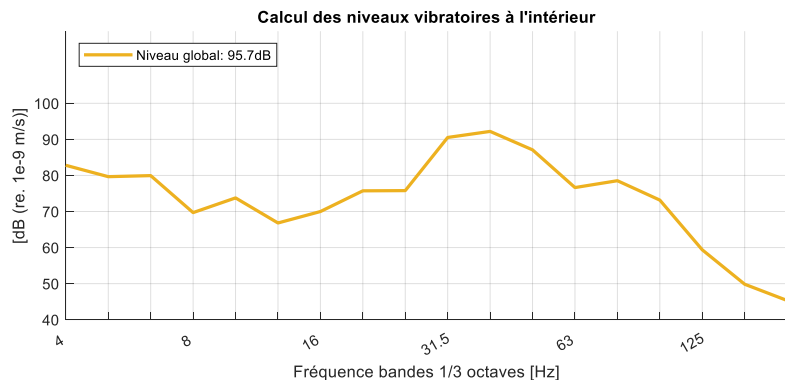
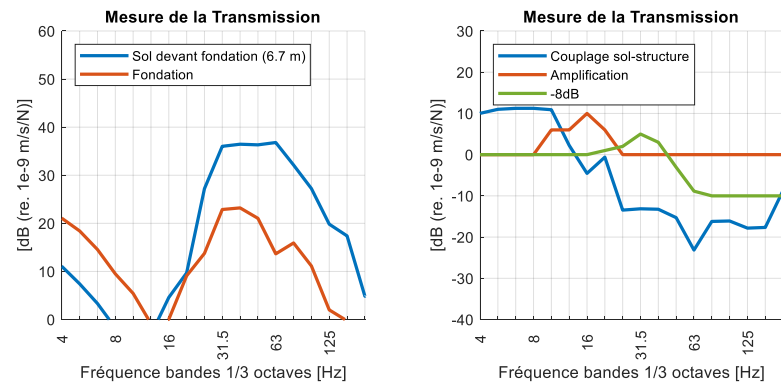
S13 | CAF Urbos 100 | -8dB + App. de voie | 30 km/u



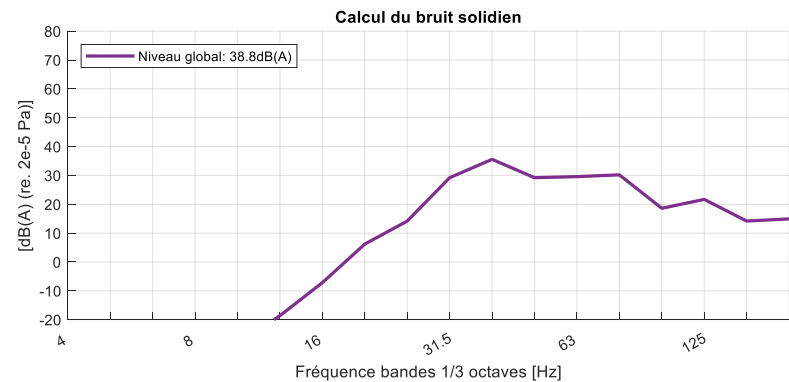
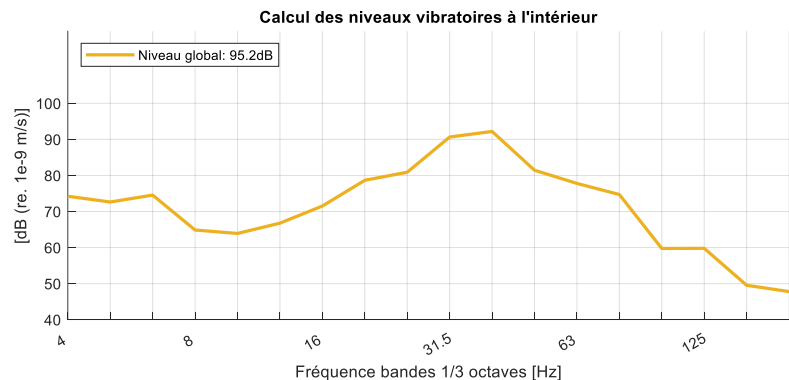
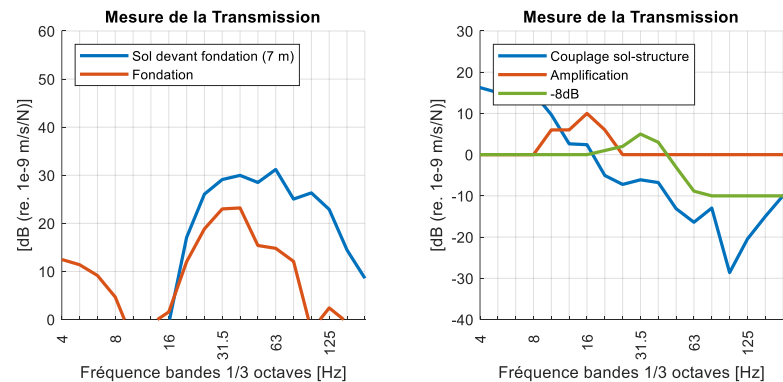
S14 | CAF Urbos 100 | -8dB | 30 km/u



S15 | CAF Urbos 100 | -8dB | 50 km/u

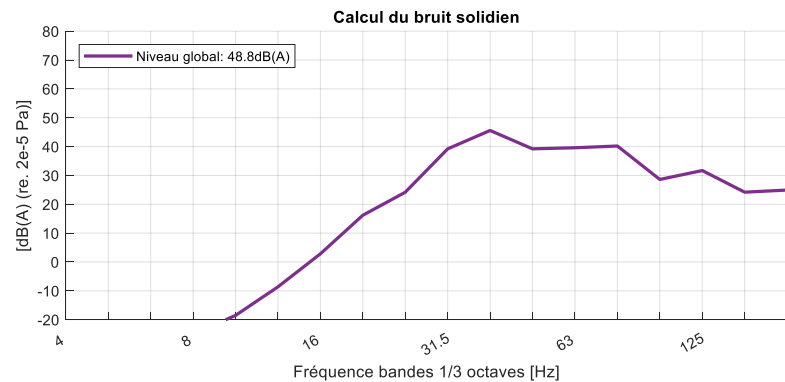
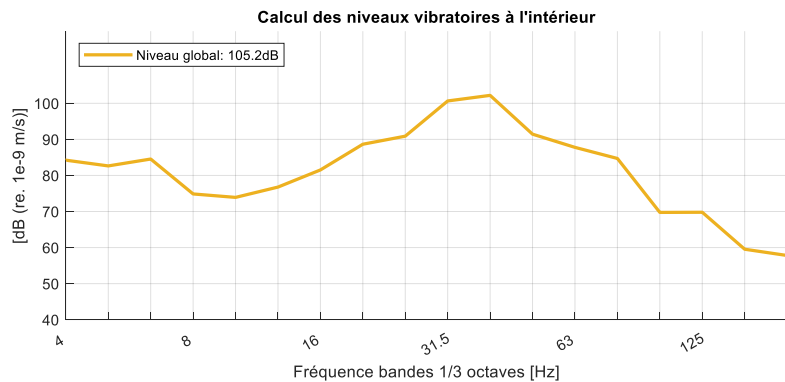
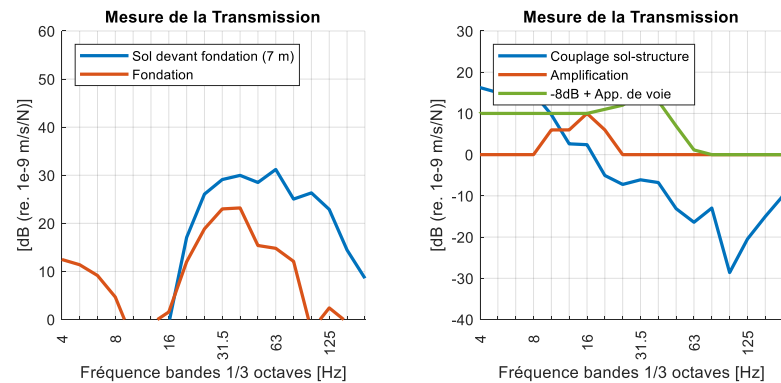


S16 | CAF Urbos 100 | -8dB | 50 km/u

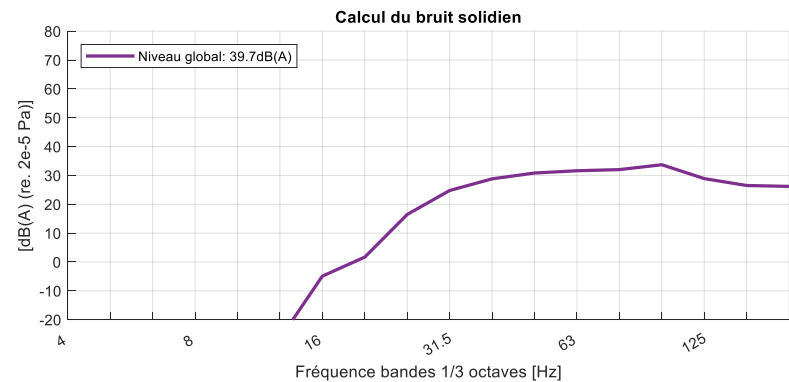
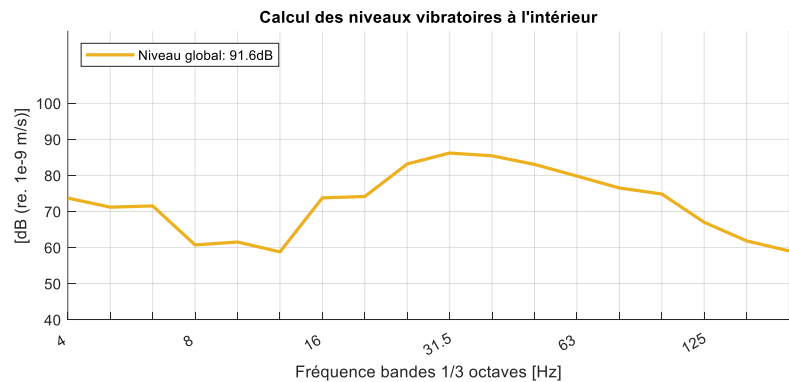
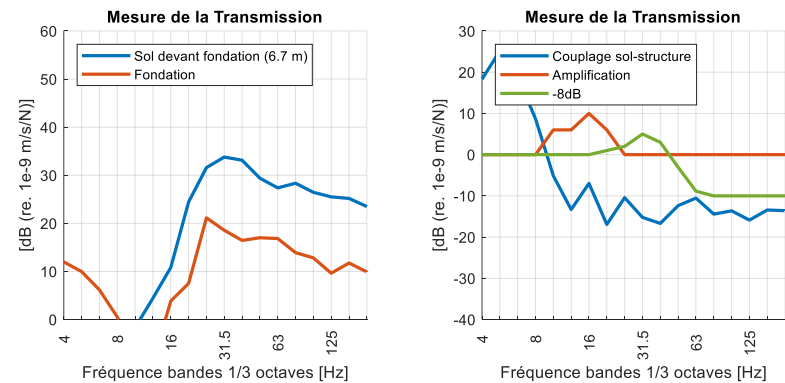




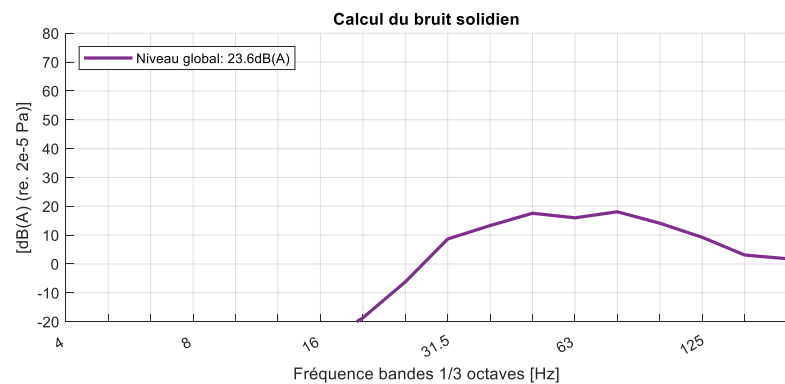
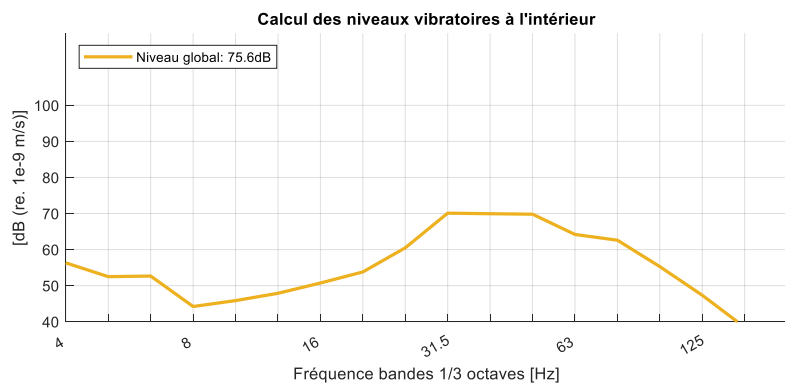
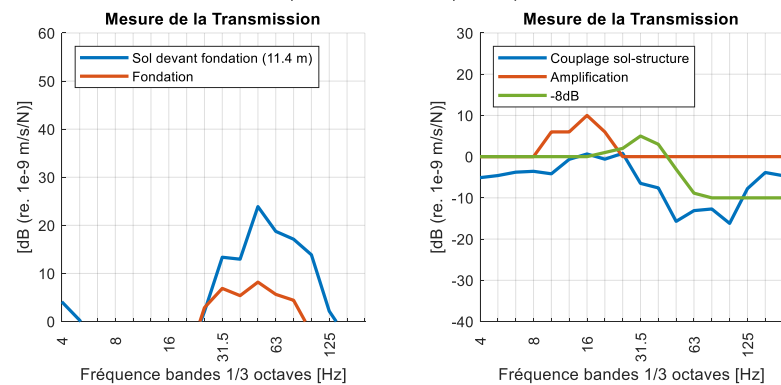
S16 | CAF Urbos 100 | -8dB + App. de voie | 50 km/u



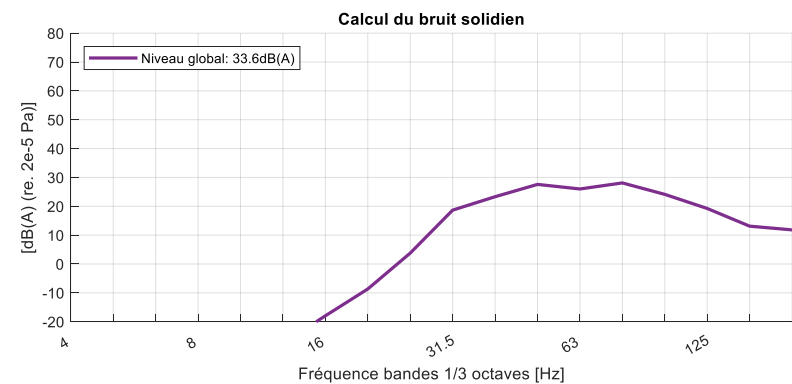
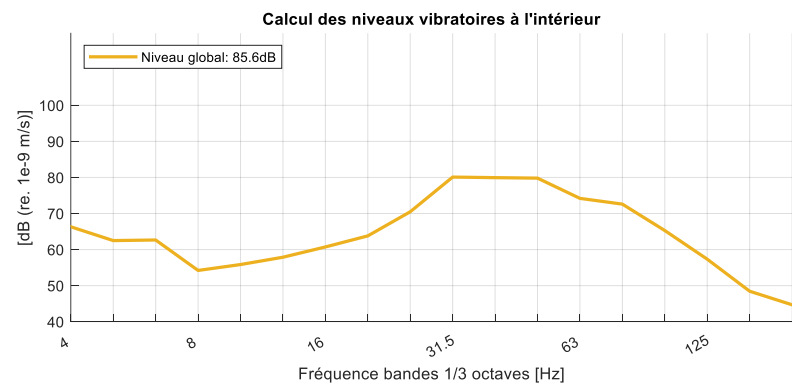
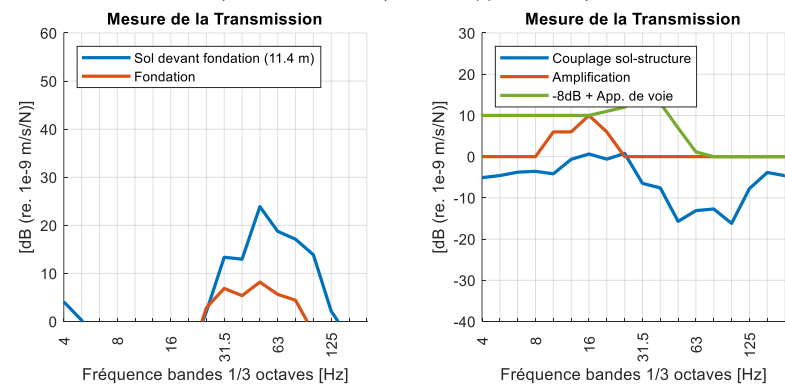
S17 | CAF Urbos 100 | -8dB | 50 km/u



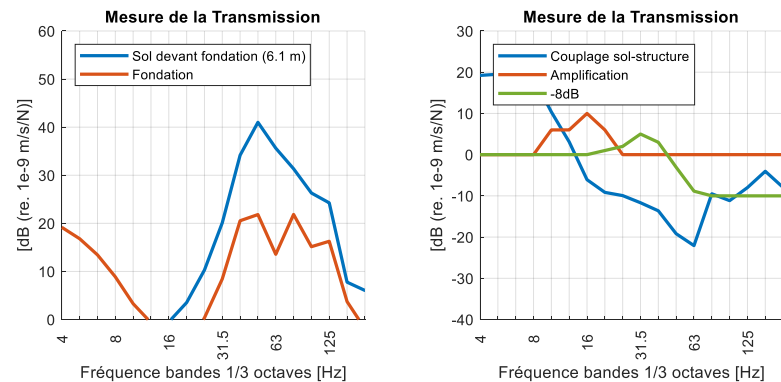
S18 | CAF Urbos 100 | -8dB | 30 km/u



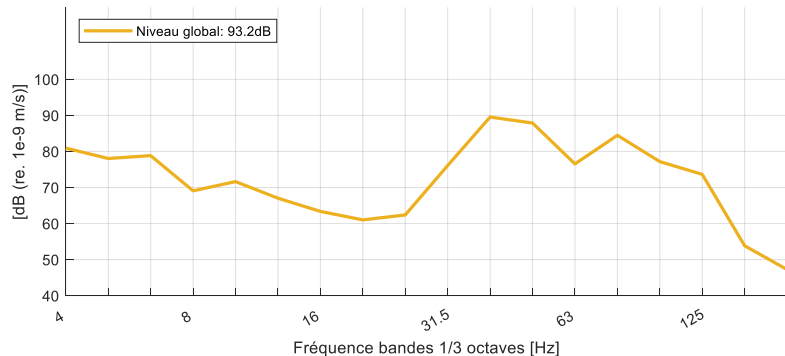
S18 | CAF Urbos 100 | -8dB + App. de voie | 30 km/u



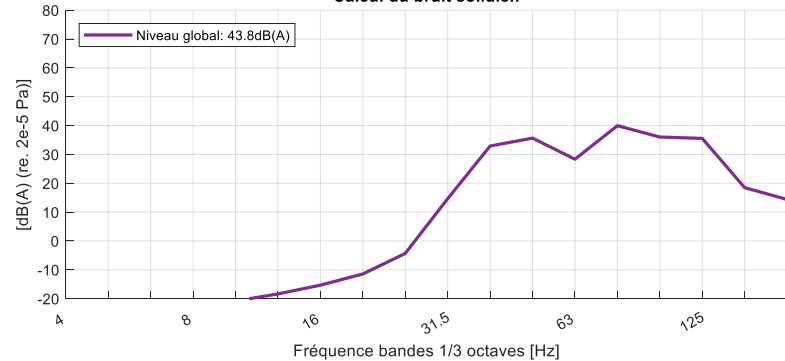
S19 | CAF Urbos 100 | -8dB | 50 km/u



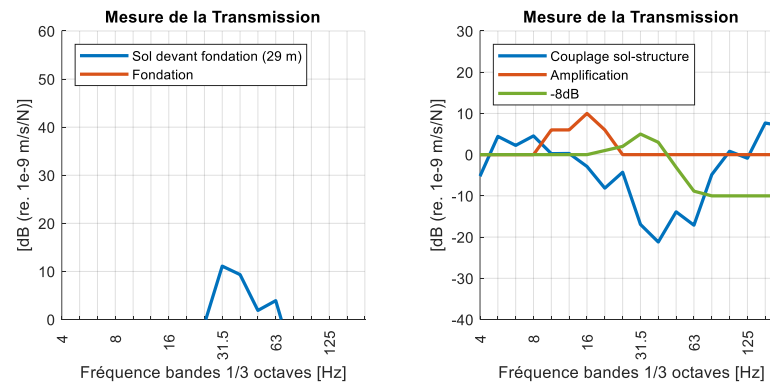
Calcul des niveaux vibratoires à l'intérieur



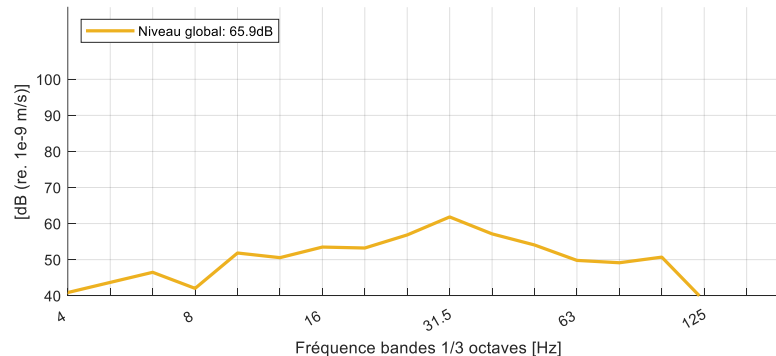
Calcul du bruit solide



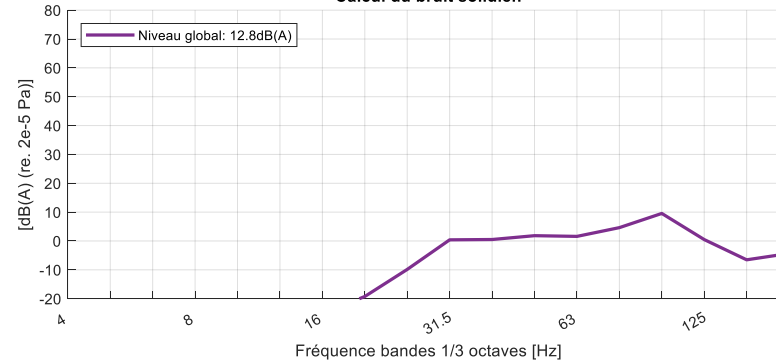
S20 | CAF Urbos 100 | -8dB | 50 km/u



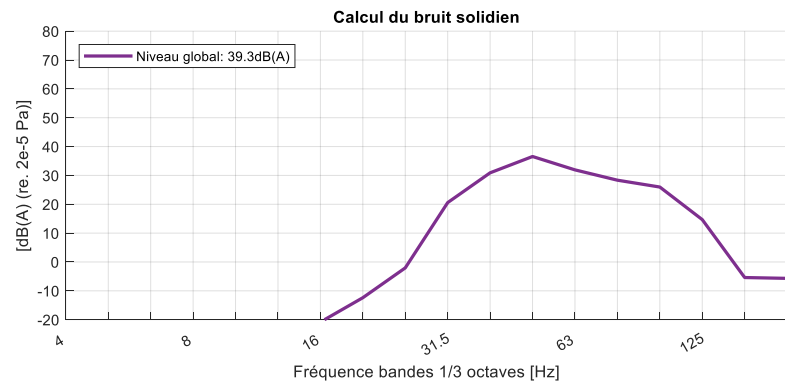
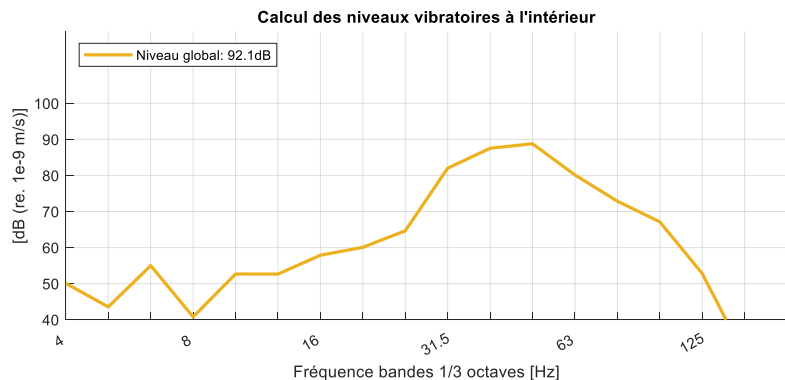
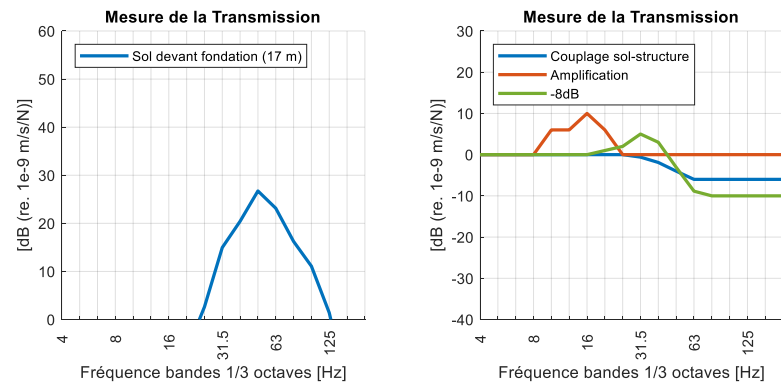
Calcul des niveaux vibratoires à l'intérieur



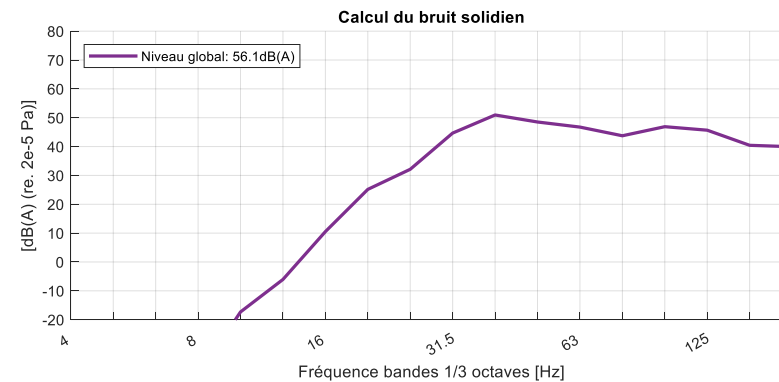
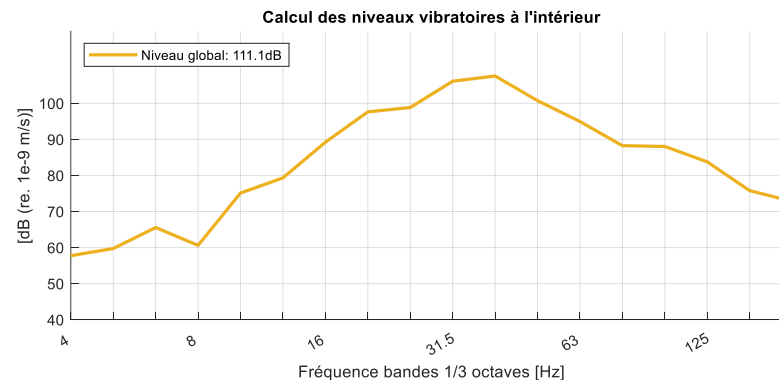
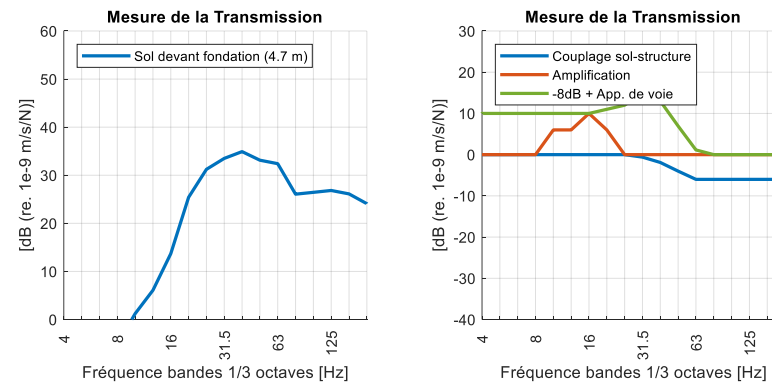
Calcul du bruit solide



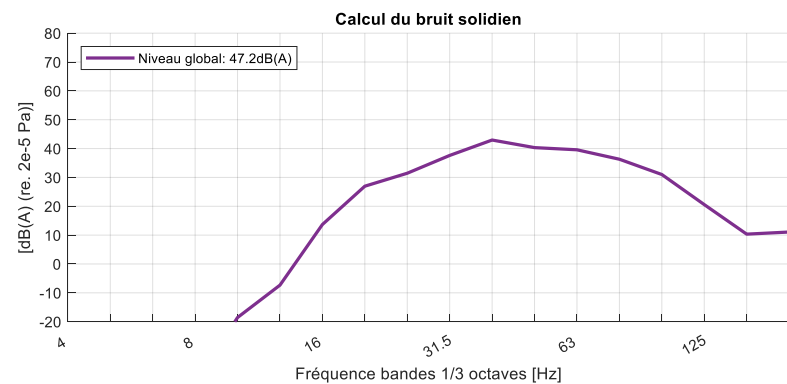
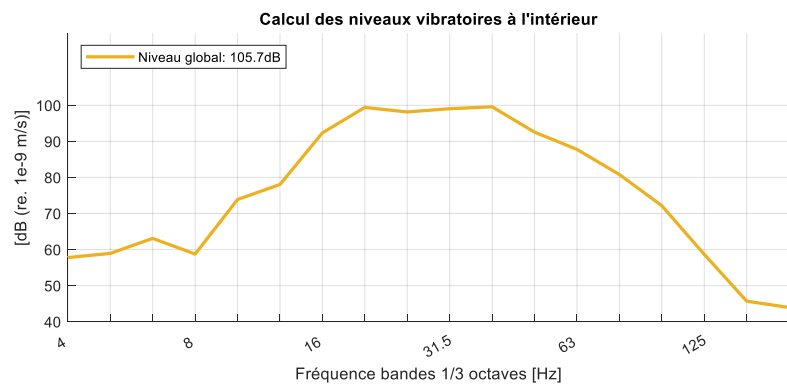
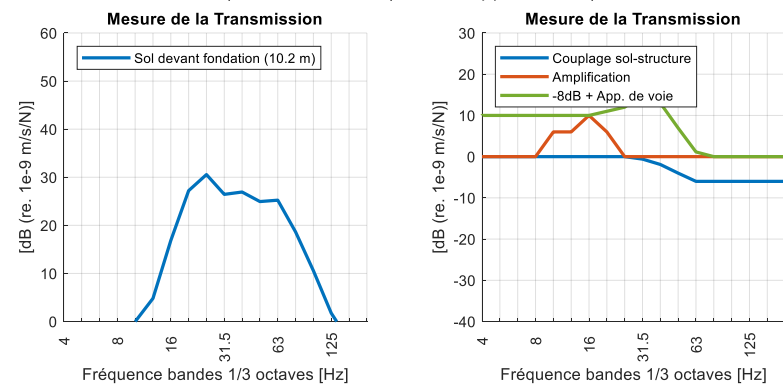
S21 | CAF Urbos 100 | -8dB | 50 km/u



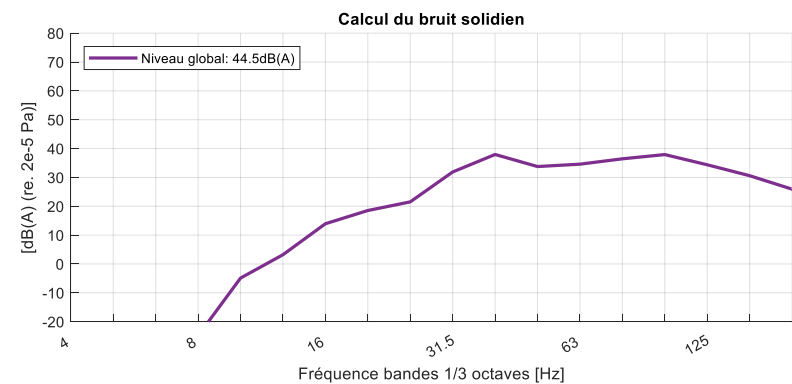
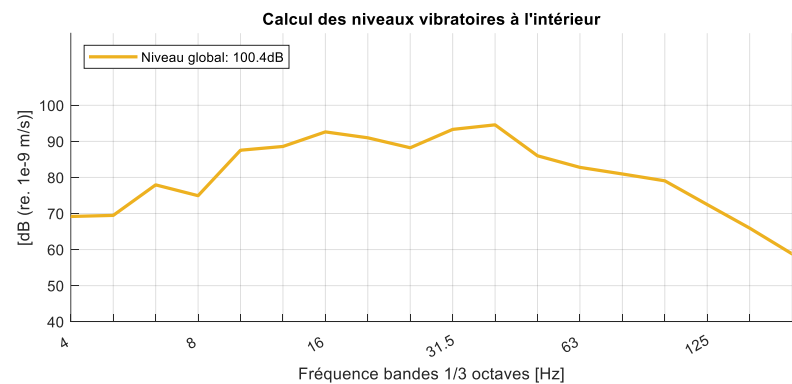
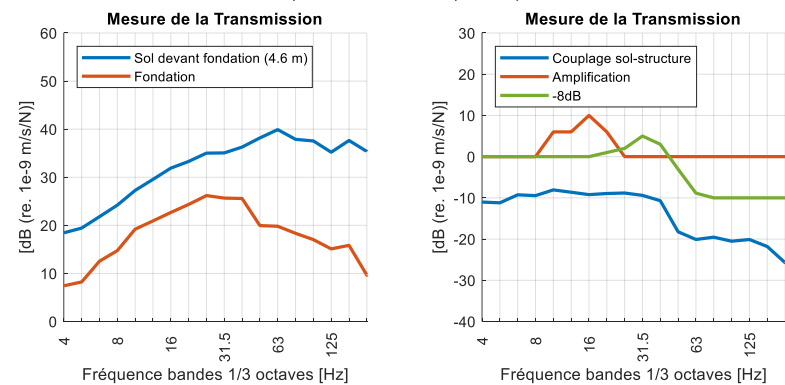
S22a | CAF Urbos 100 | -8dB + App. de voie | 30 km/u



S22b | CAF Urbos 100 | -8dB + App. de voie | 30 km/u

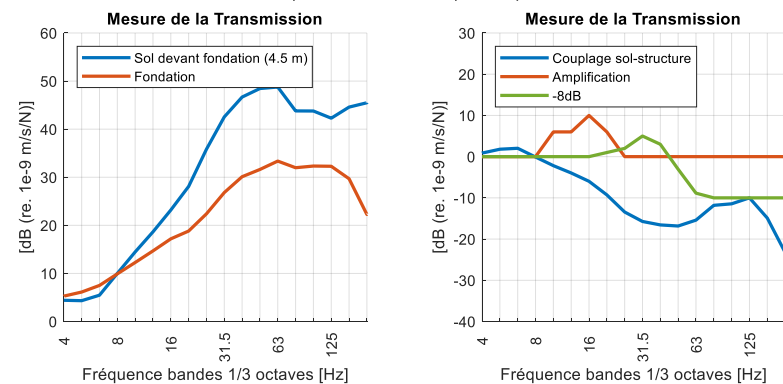


S23 | CAF Urbos 100 | -8dB | 50 km/u

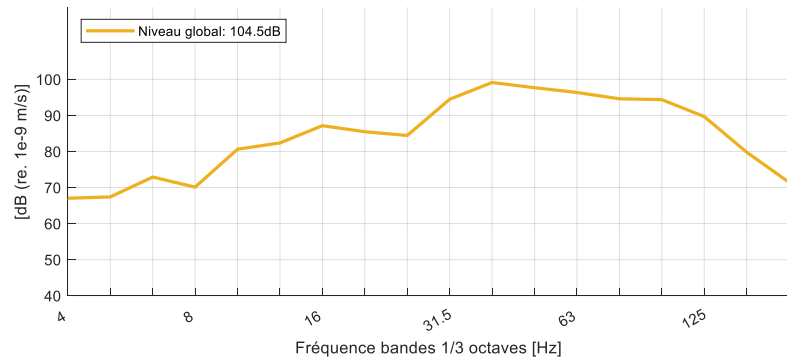




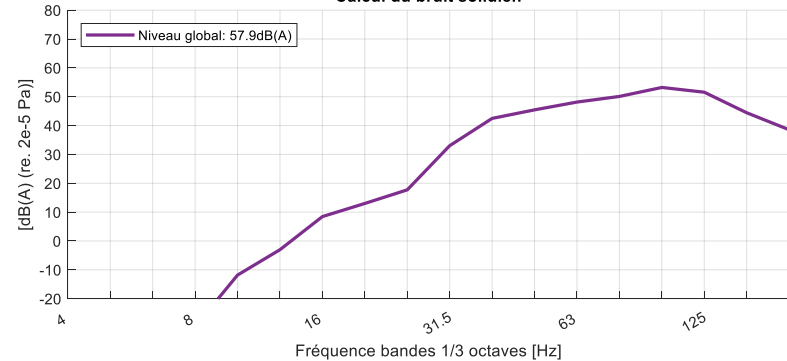
S24 | CAF Urbos 100 | -8dB | 50 km/u



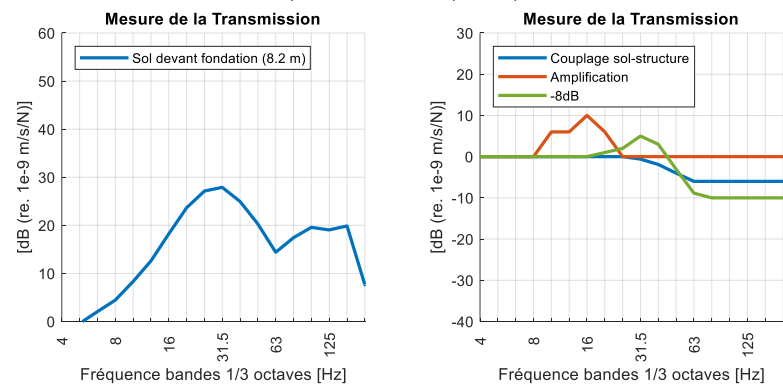
Calcul des niveaux vibratoires à l'intérieur



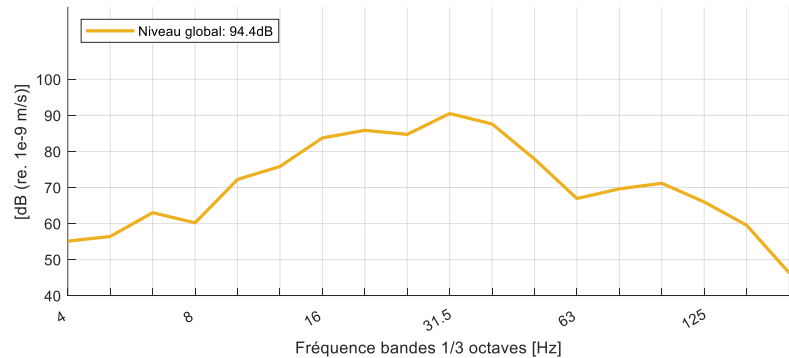
Calcul du bruit solide



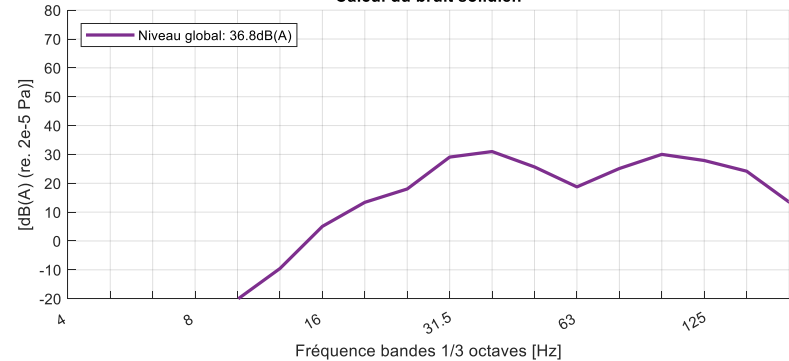
S25 | CAF Urbos 100 | -8dB | 30 km/u



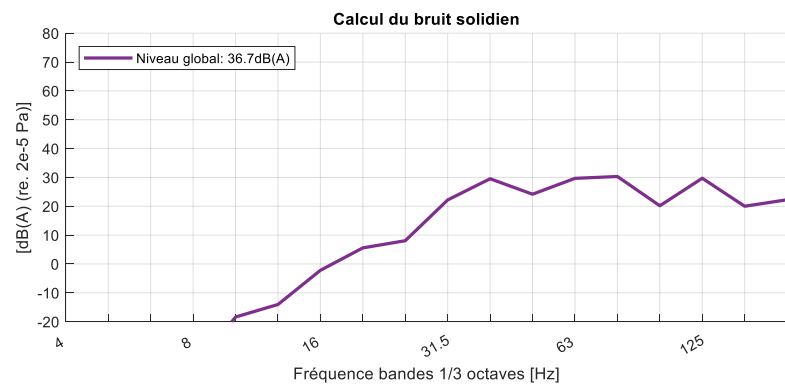
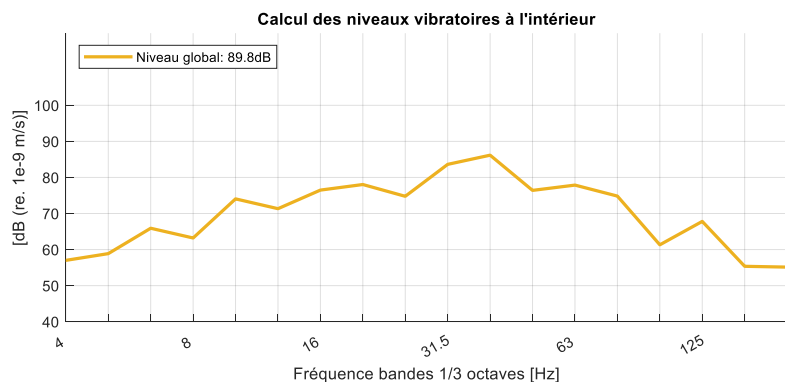
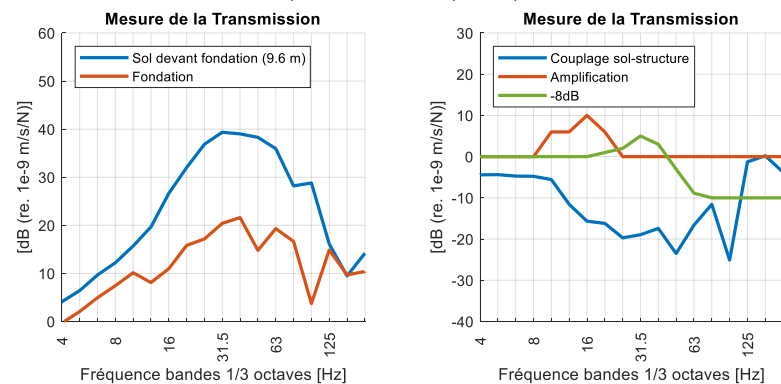
Calcul des niveaux vibratoires à l'intérieur



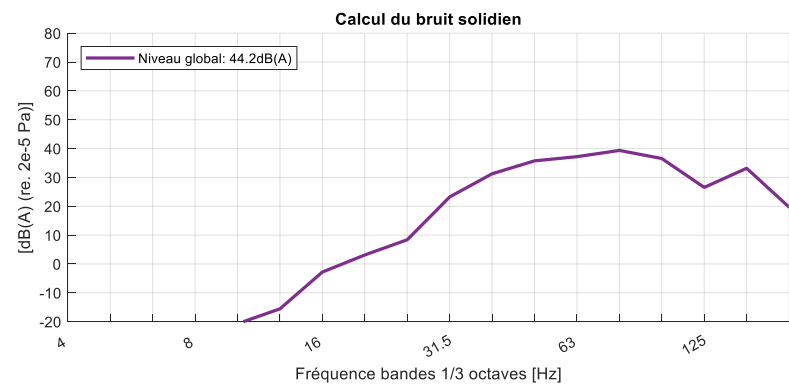
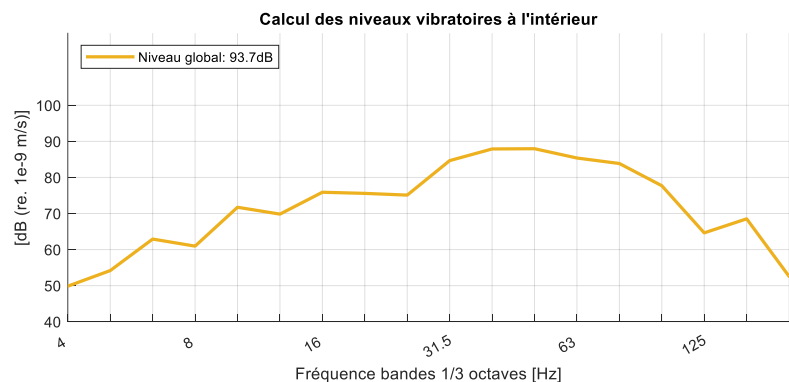
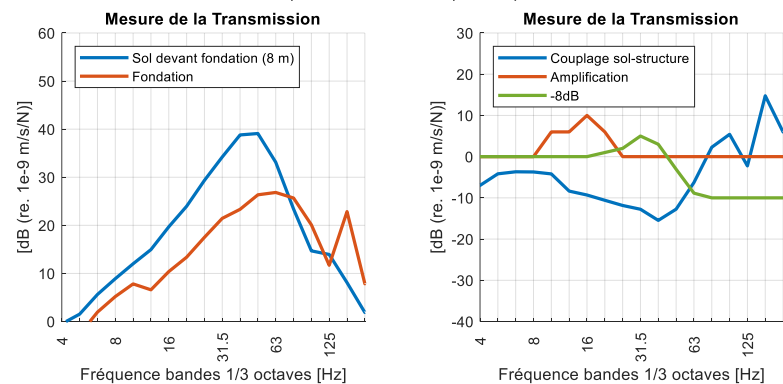
Calcul du bruit solide



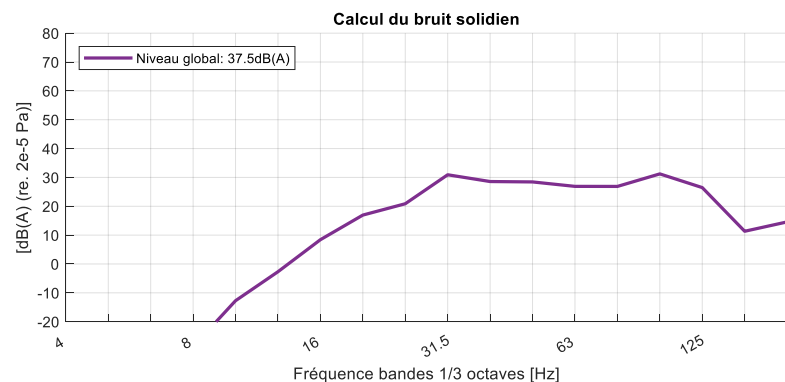
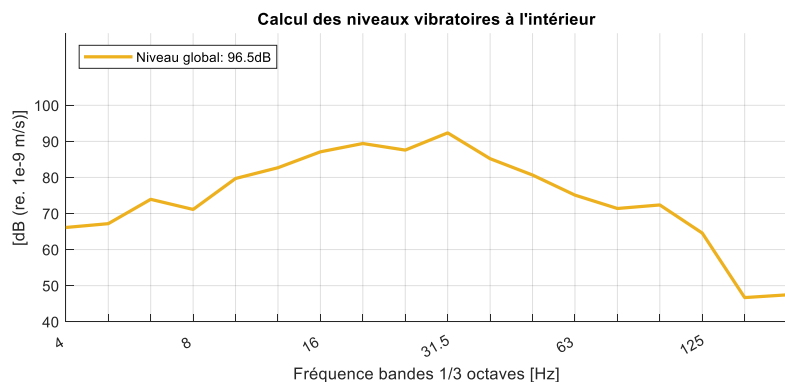
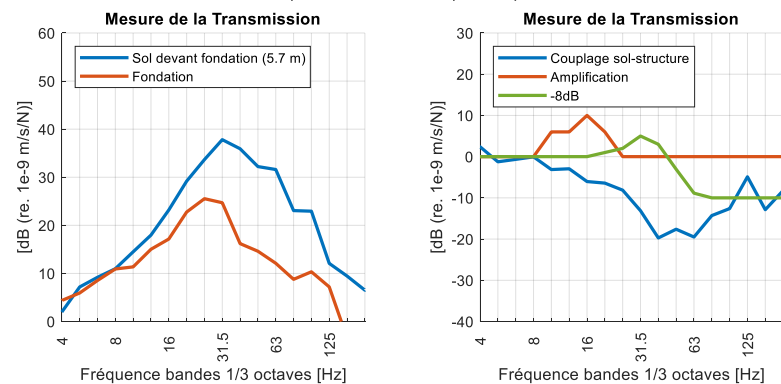
S26 | CAF Urbos 100 | -8dB | 30 km/u



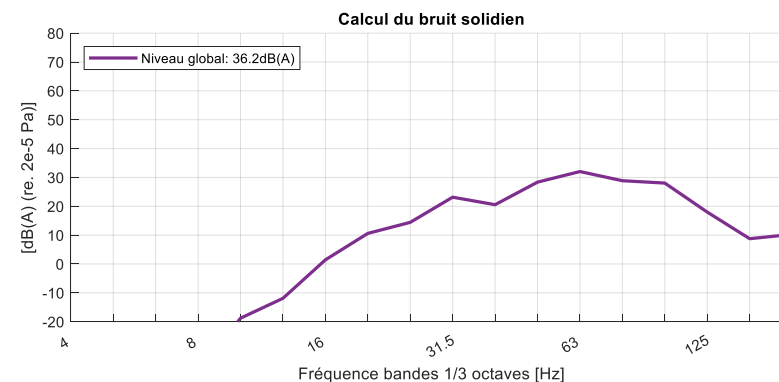
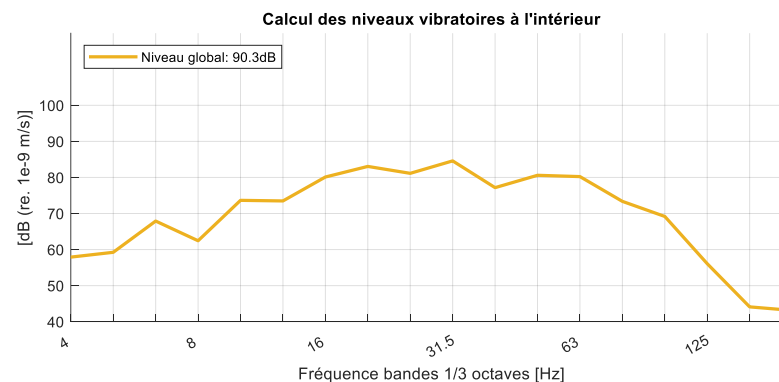
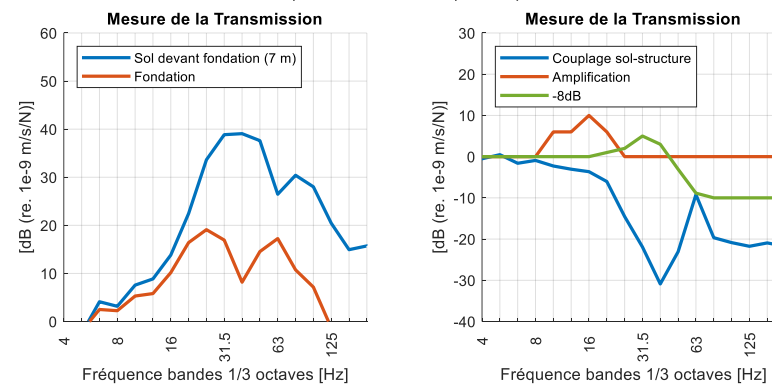
S27 | CAF Urbos 100 | -8dB | 30 km/u



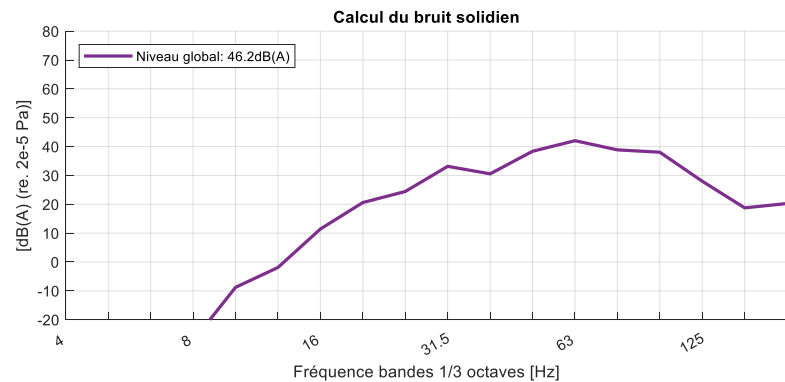
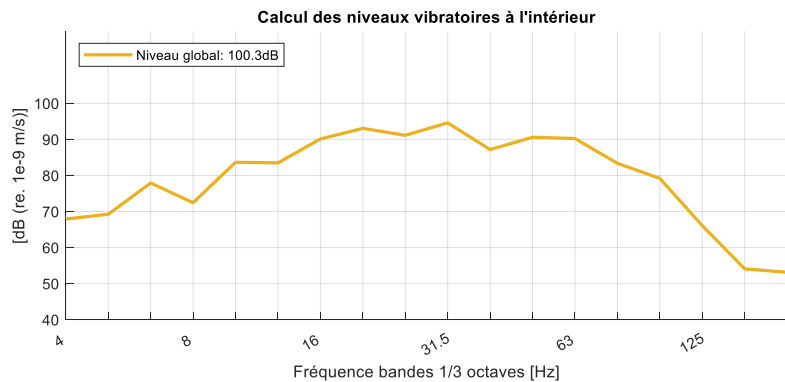
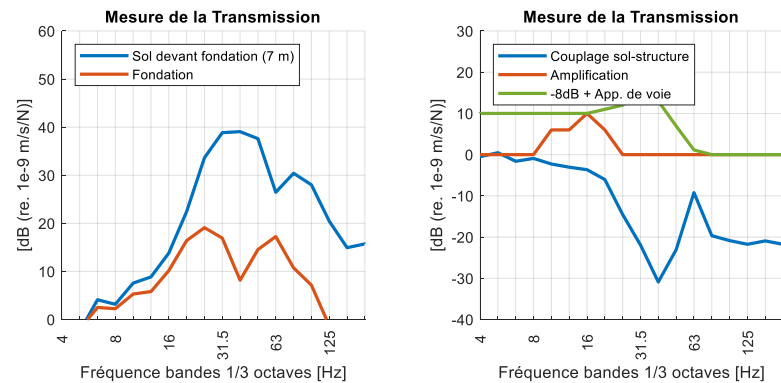
S28 | CAF Urbos 100 | -8dB | 50 km/u



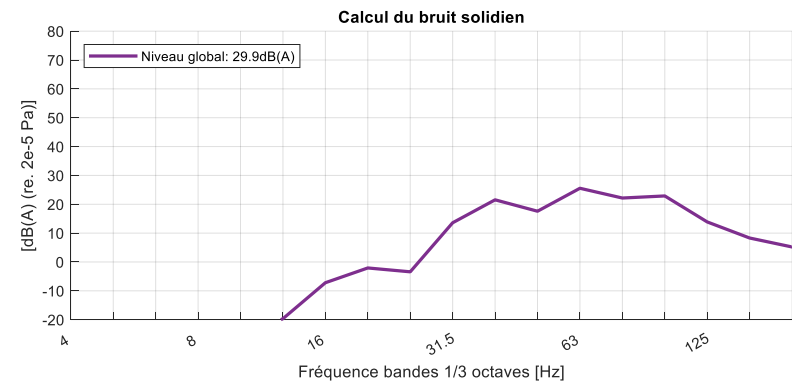
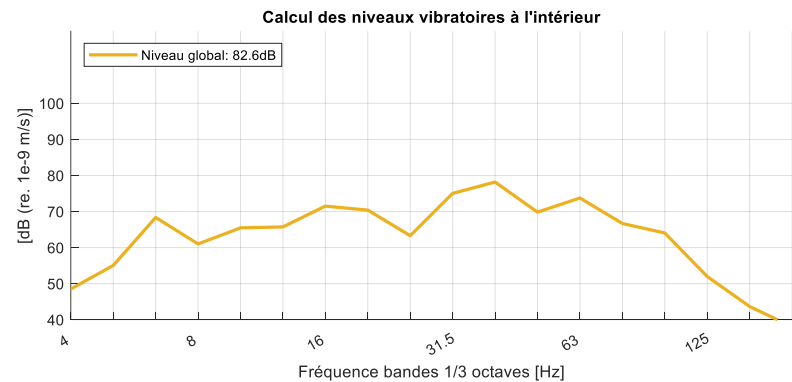
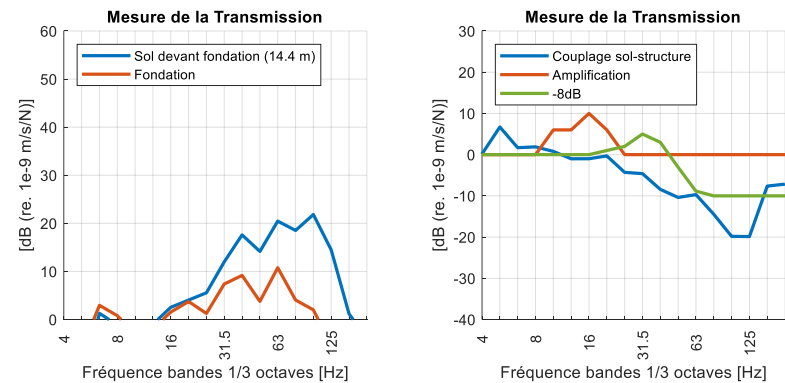
S29 | CAF Urbos 100 | -8dB | 50 km/u



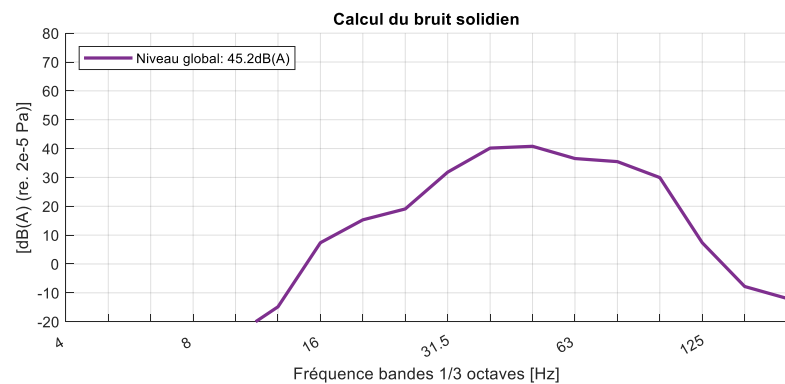
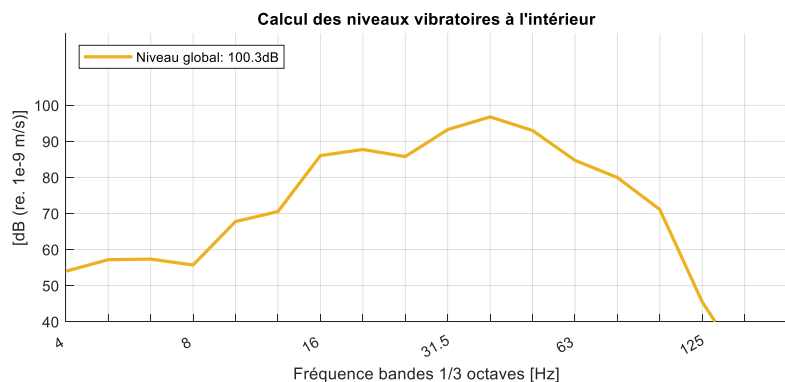
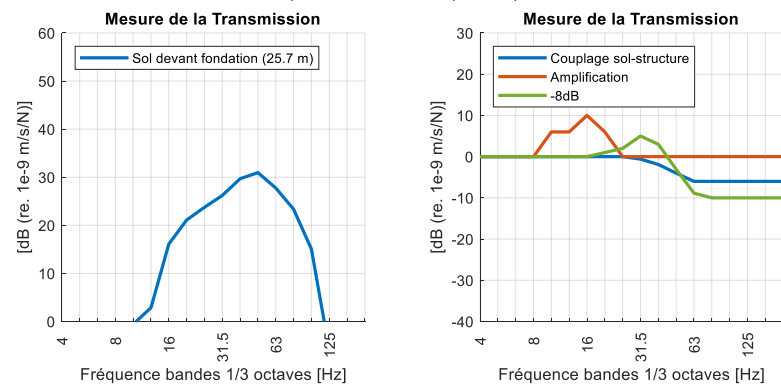
S29 | CAF Urbos 100 | -8dB + App. de voie | 50 km/u



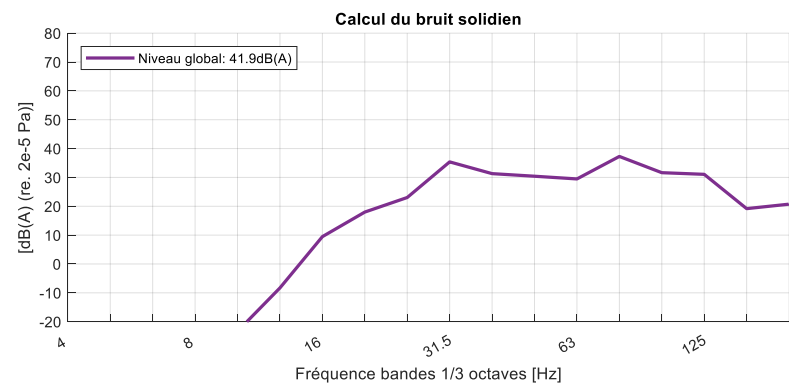
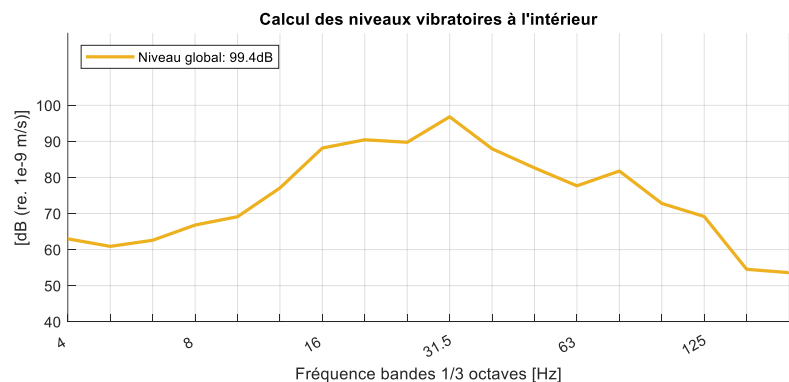
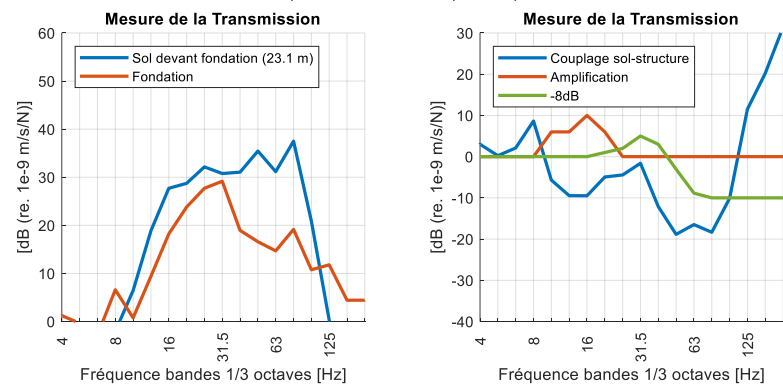
S30 | CAF Urbos 100 | -8dB | 50 km/u



S31 | CAF Urbos 100 | -8dB | 50 km/u

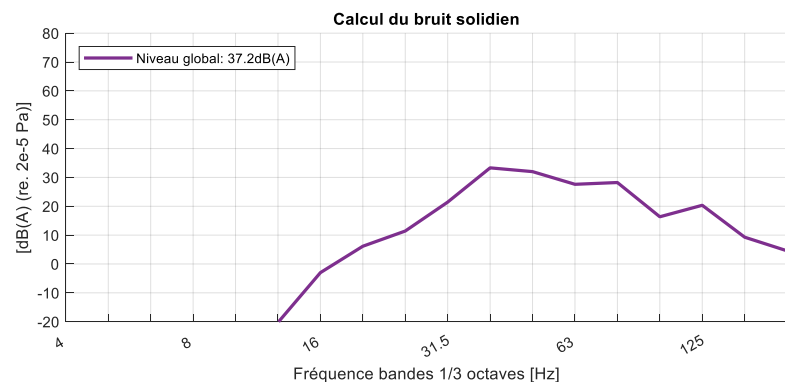
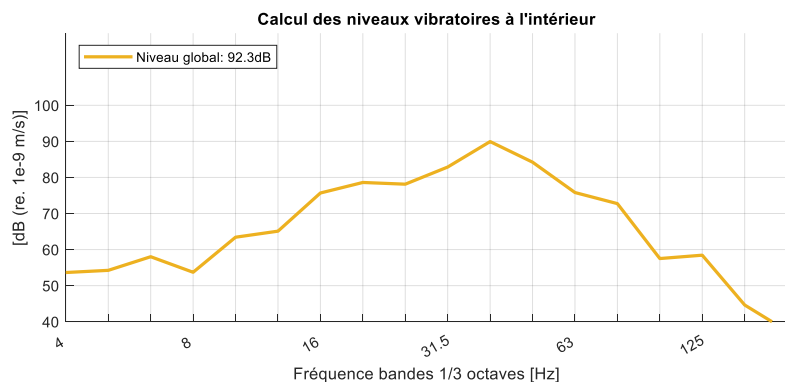
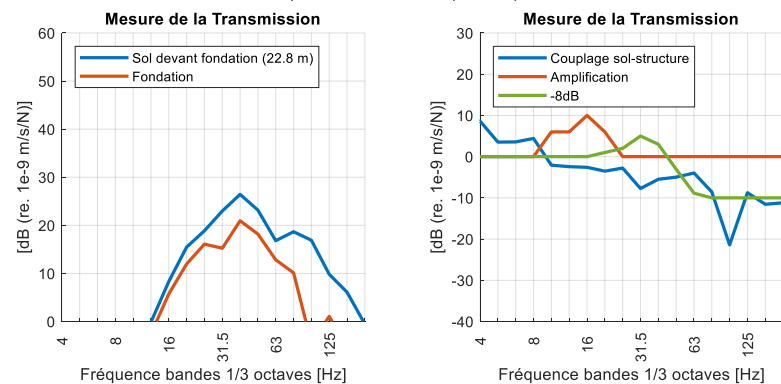


S32 | CAF Urbos 100 | -8dB | 50 km/u

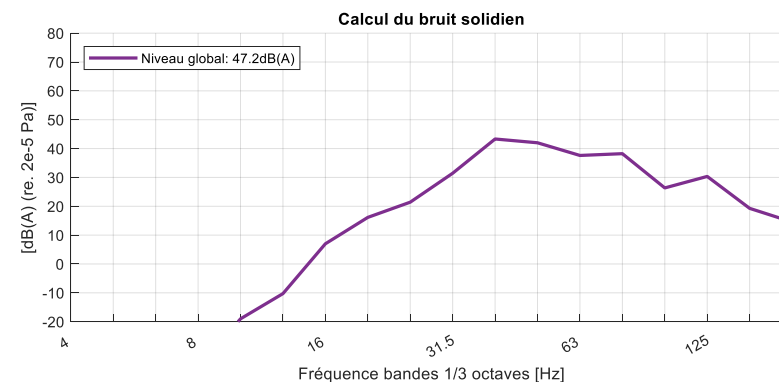
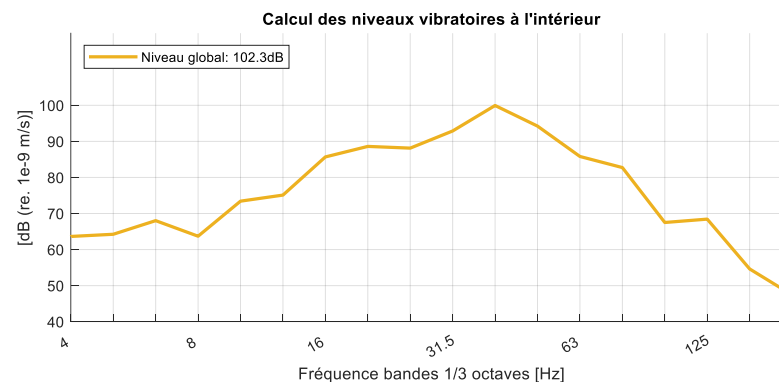
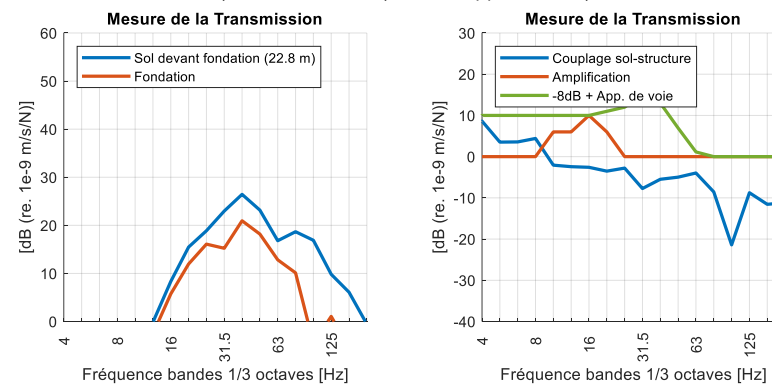




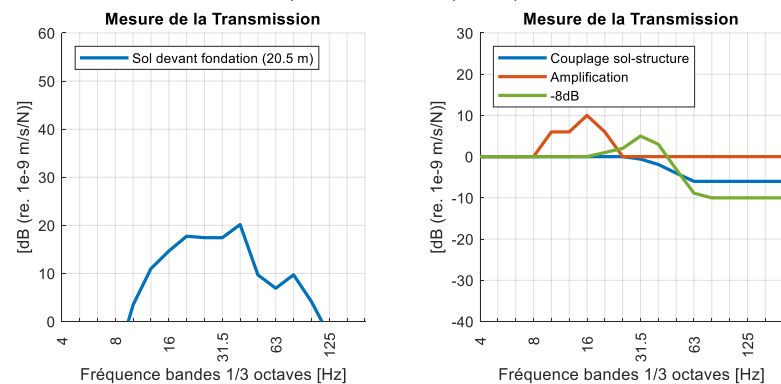
S33 | CAF Urbos 100 | -8dB | 50 km/u



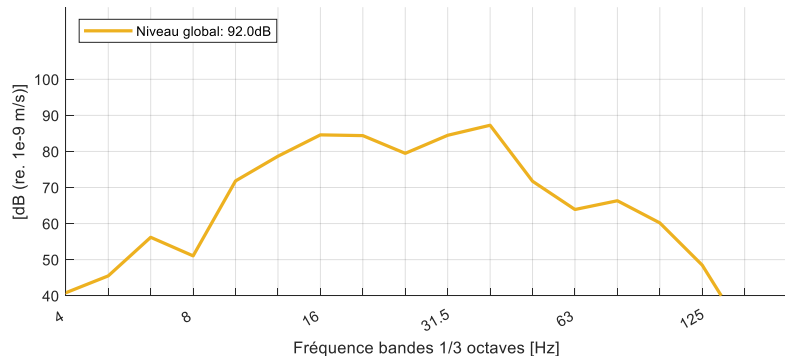
S33 | CAF Urbos 100 | -8dB + App. de voie | 50 km/u



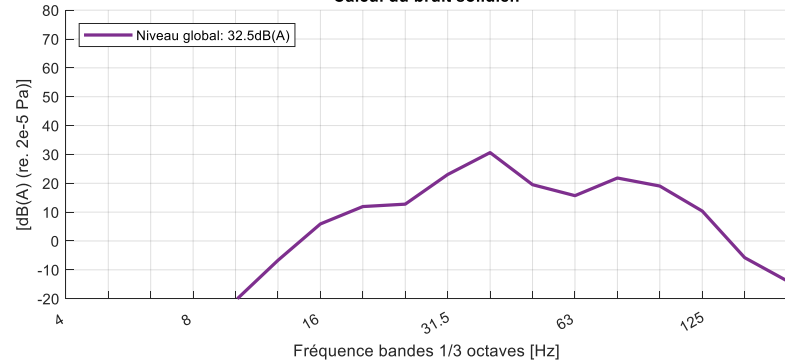
S34 | CAF Urbos 100 | -8dB | 50 km/u



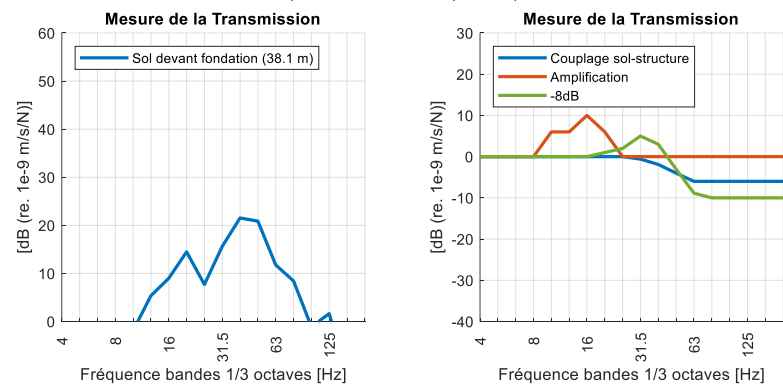
Calcul des niveaux vibratoires à l'intérieur



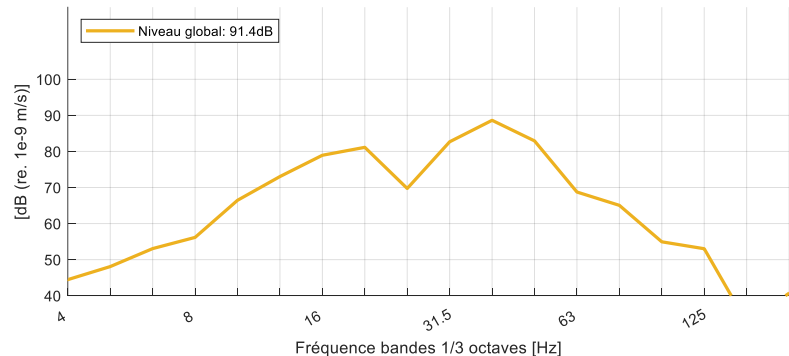
Calcul du bruit solide



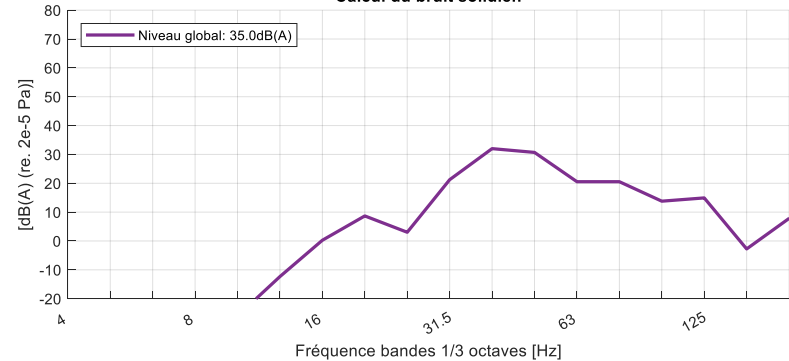
S35 | CAF Urbos 100 | -8dB | 50 km/u



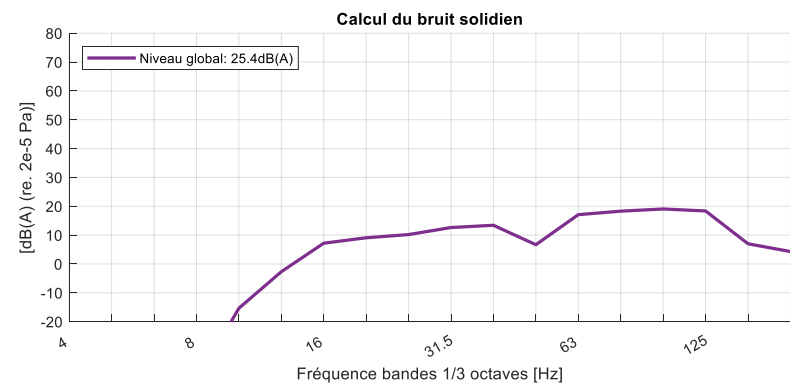
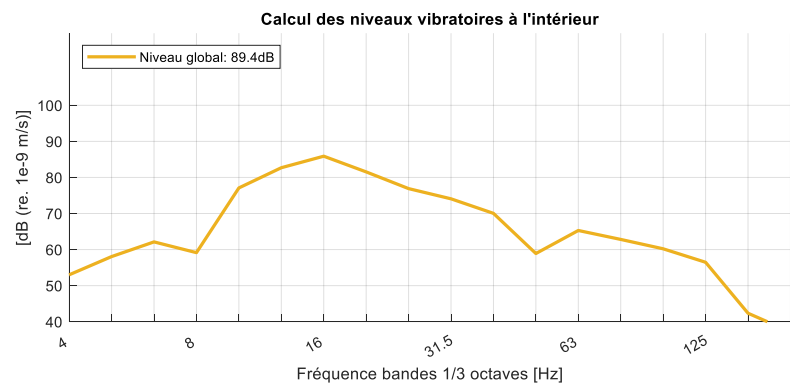
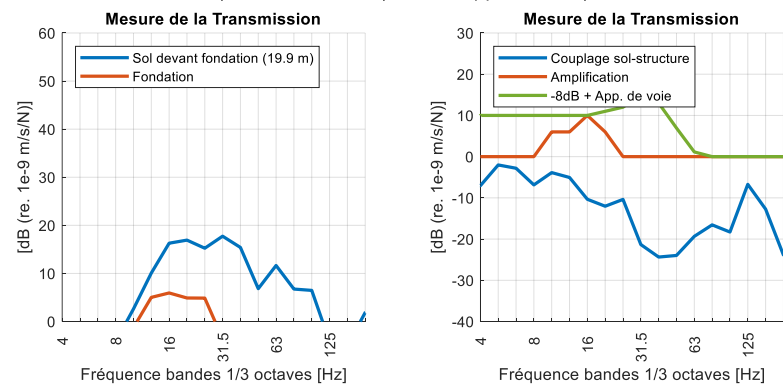
Calcul des niveaux vibratoires à l'intérieur



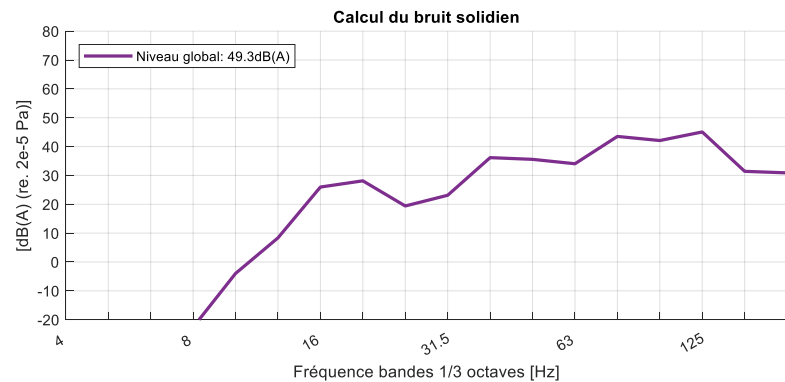
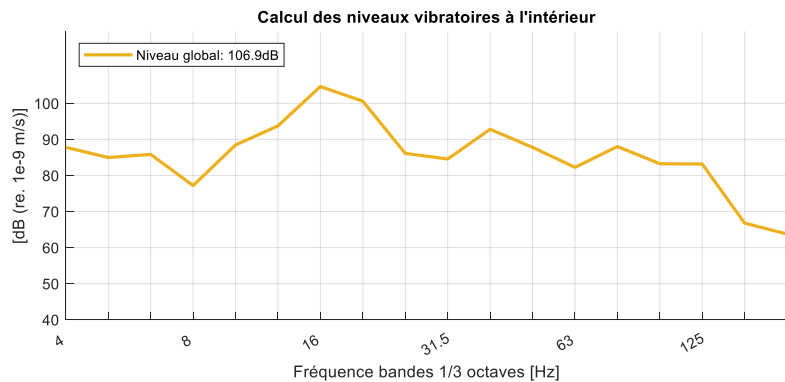
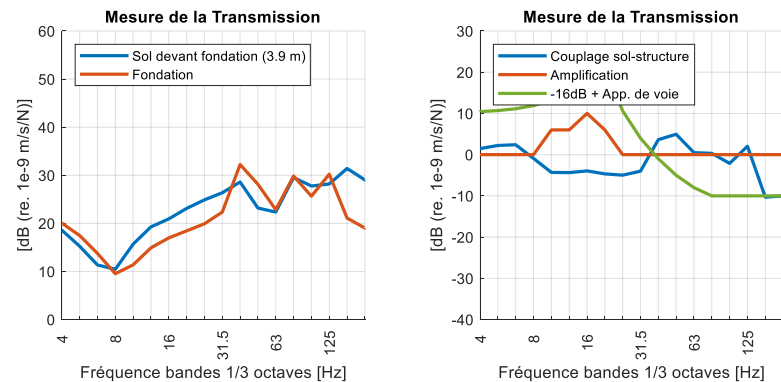
Calcul du bruit solide



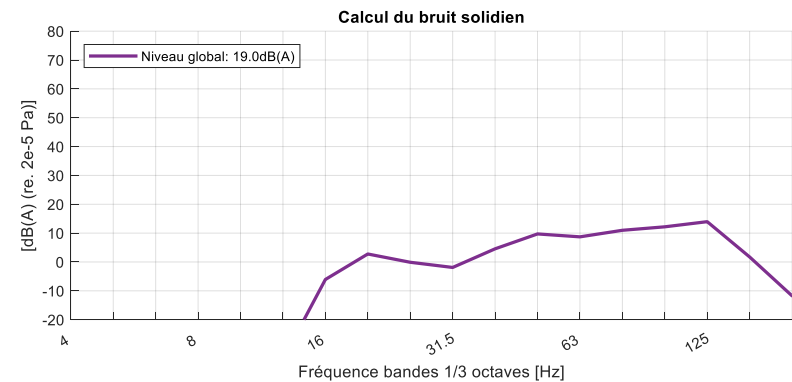
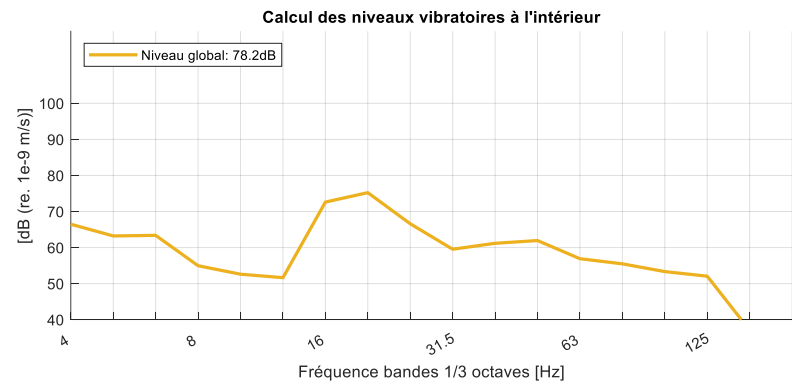
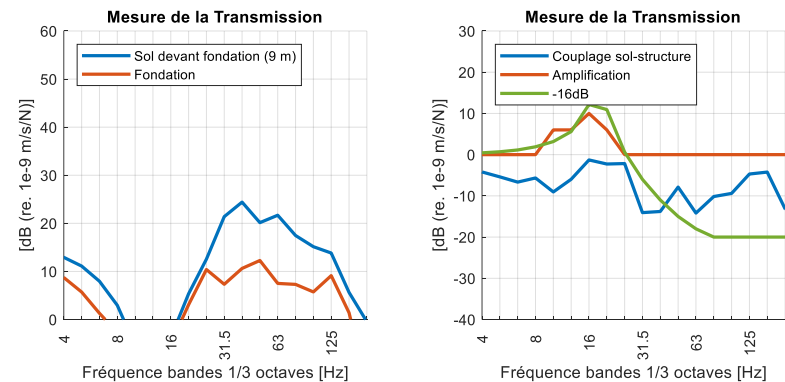
S36 | CAF Urbos 100 | -8dB + App. de voie | 50 km/u



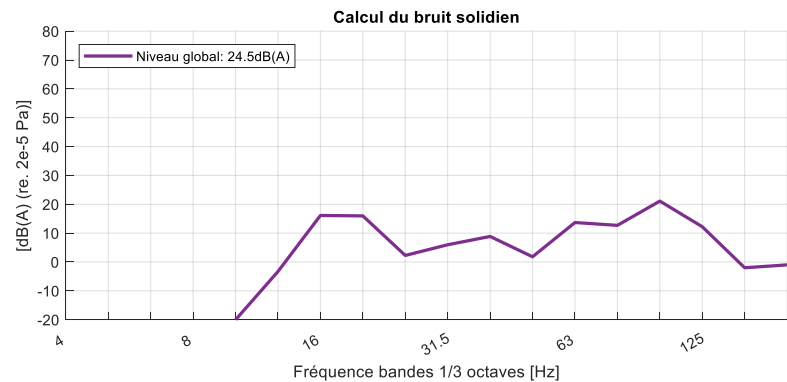
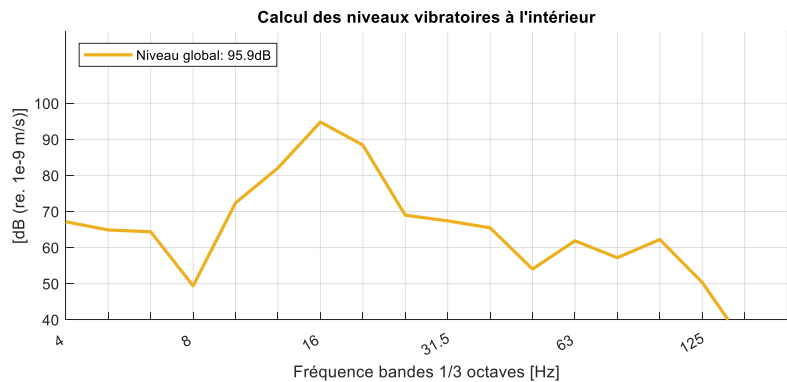
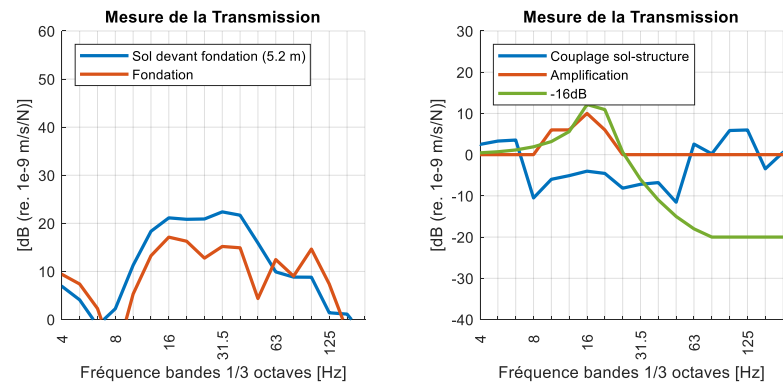
S1 | CAF Urbos 100 | -16dB + App. de voie | 30 km/u



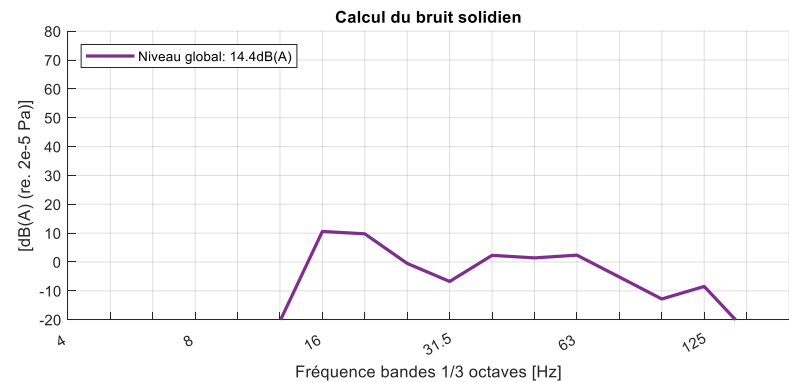
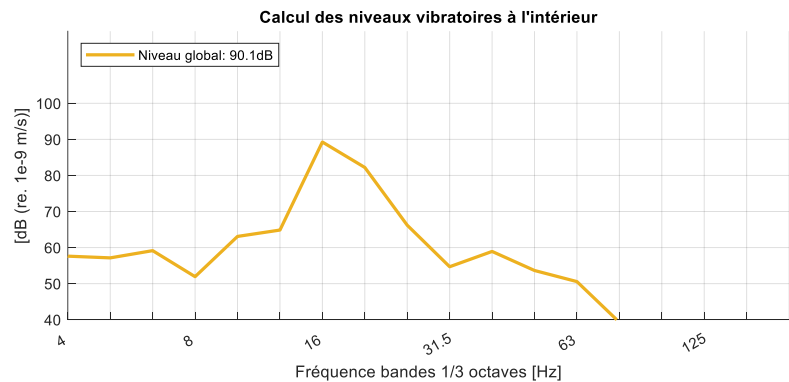
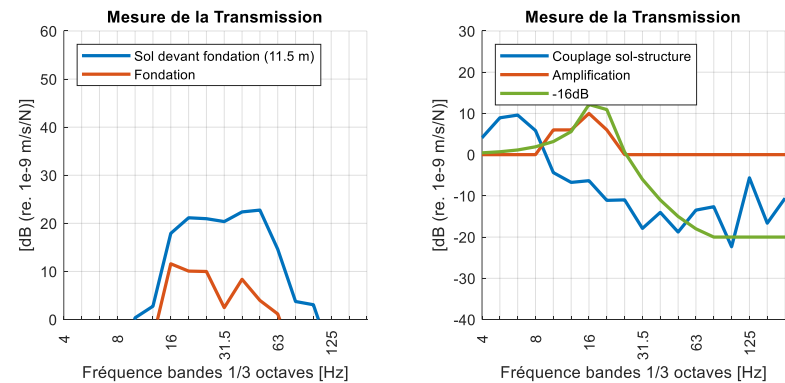
S9b | CAF Urbos 100 | -16dB | 30 km/u



S10 | CAF Urbos 100 | -16dB | 30 km/u

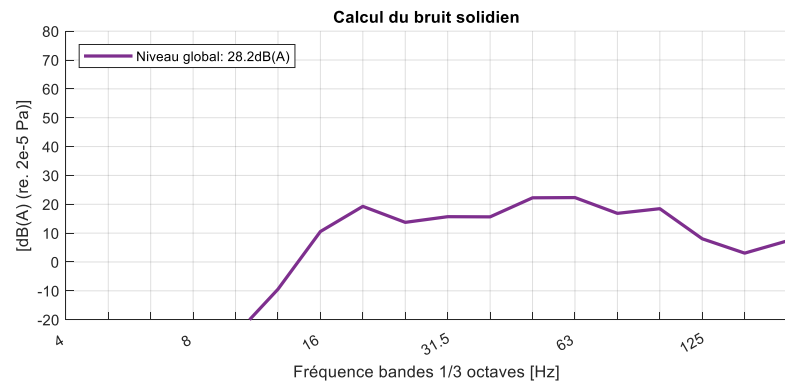
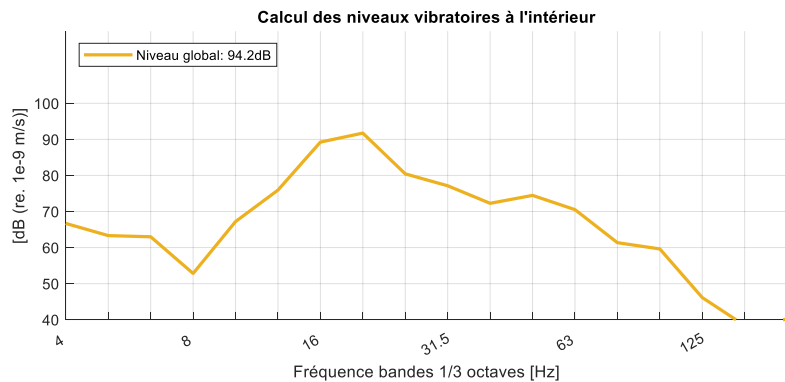
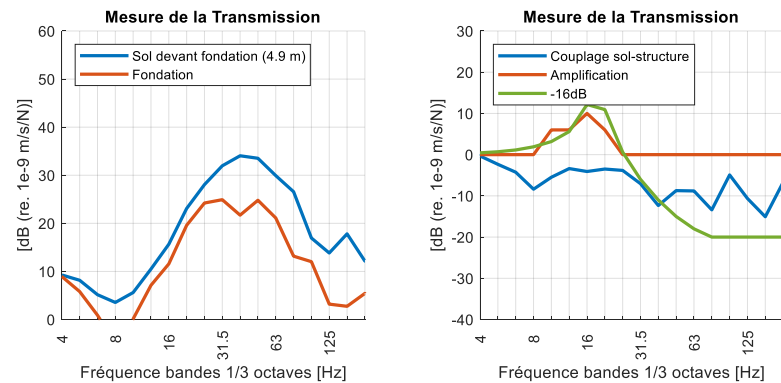


S11 | CAF Urbos 100 | -16dB | 30 km/u

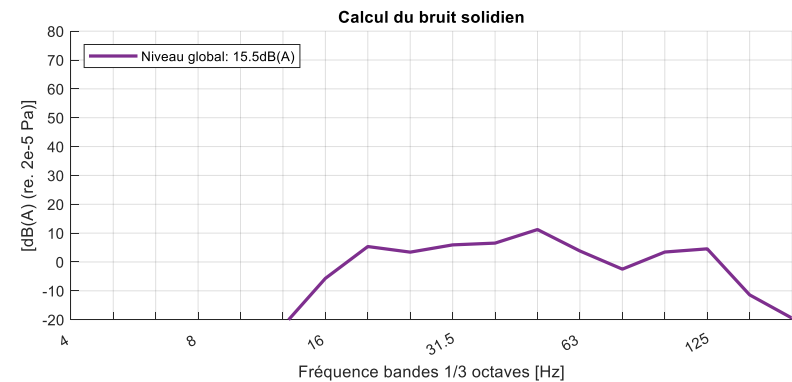
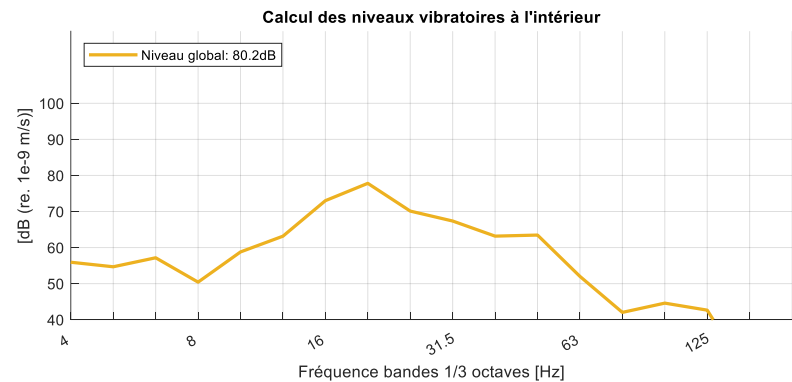
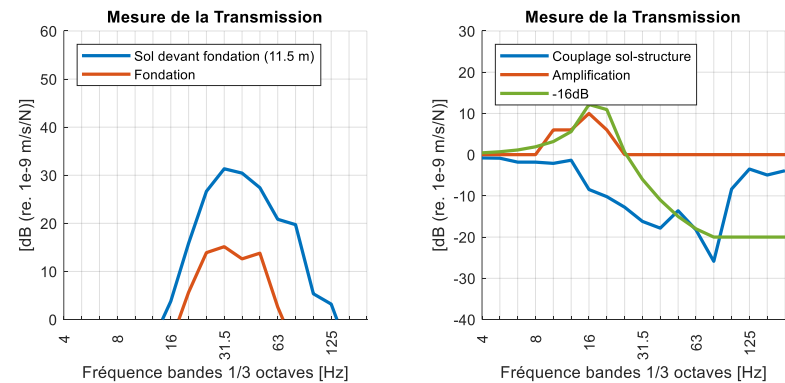




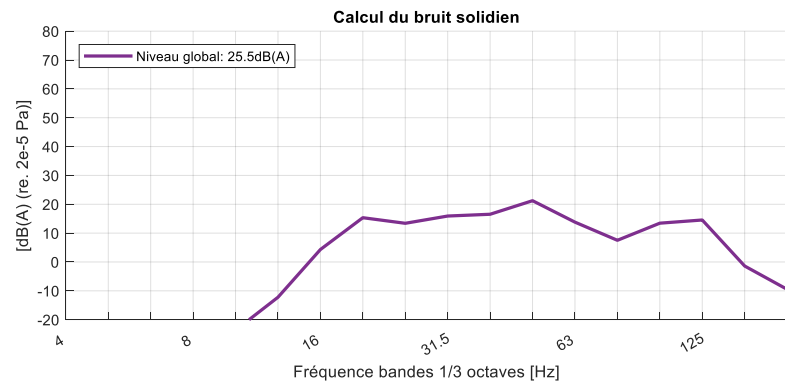
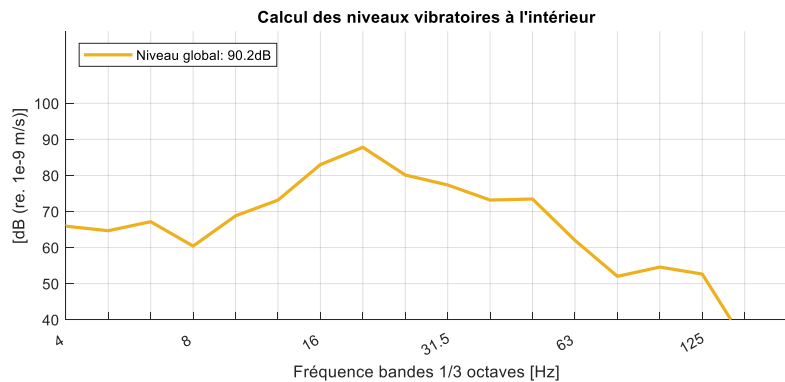
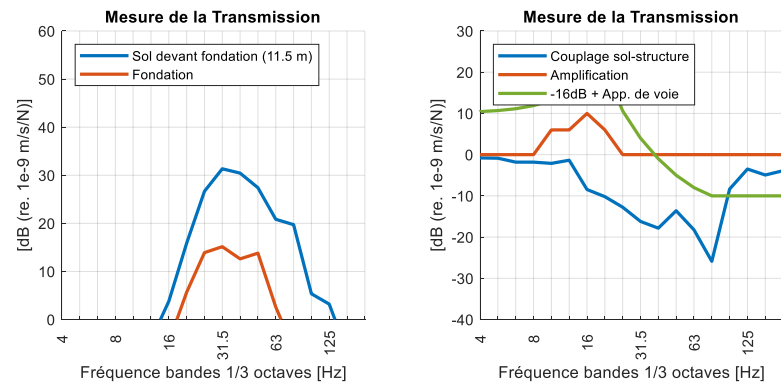
S12 | CAF Urbos 100 | -16dB | 30 km/u



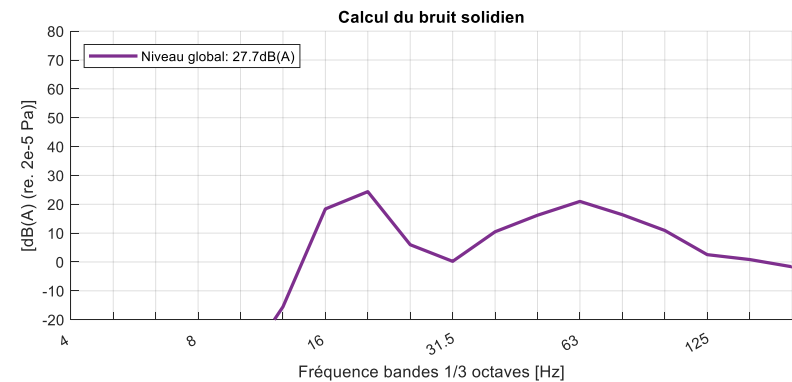
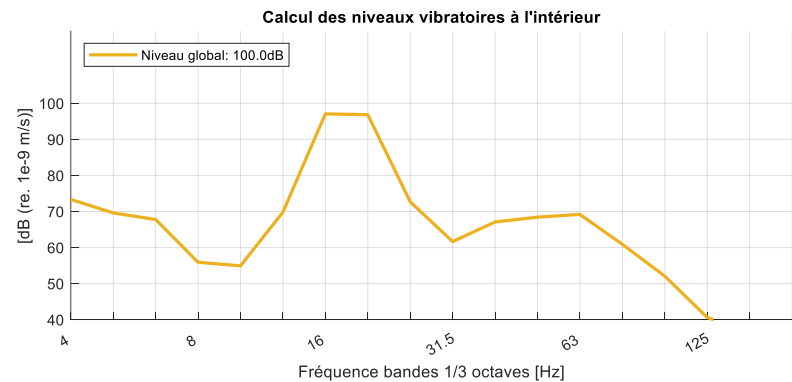
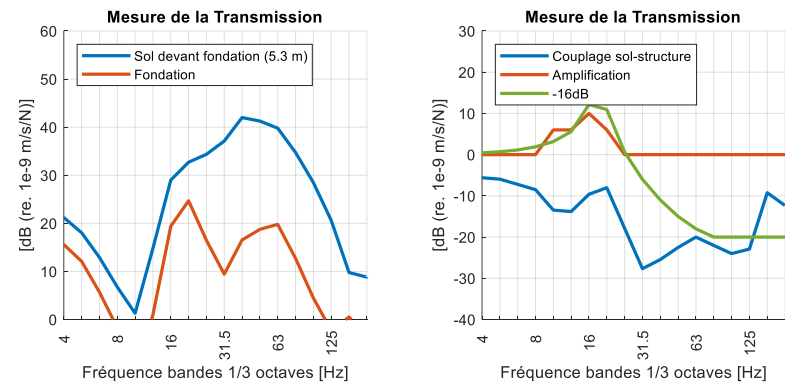
S13 | CAF Urbos 100 | -16dB | 30 km/u



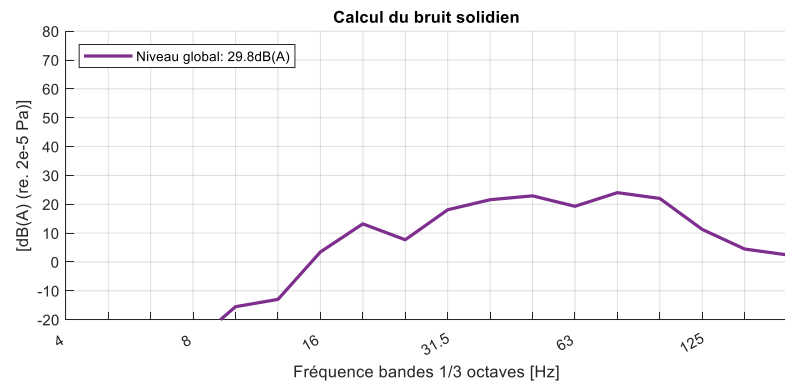
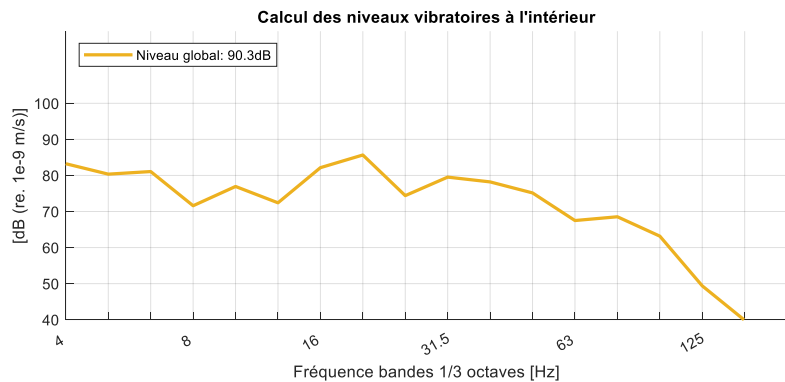
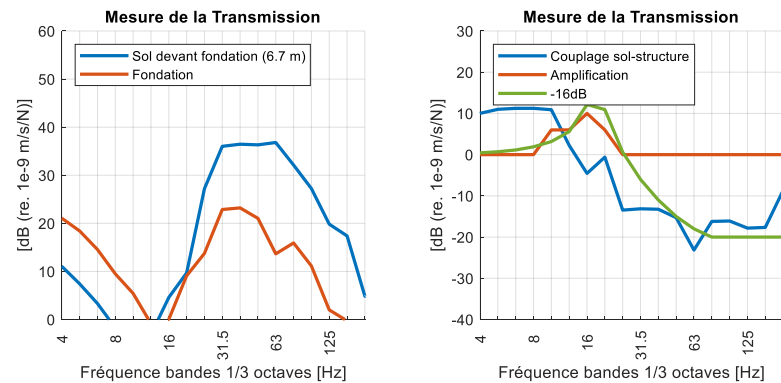
S13 | CAF Urbos 100 | -16dB + App. de voie | 30 km/u



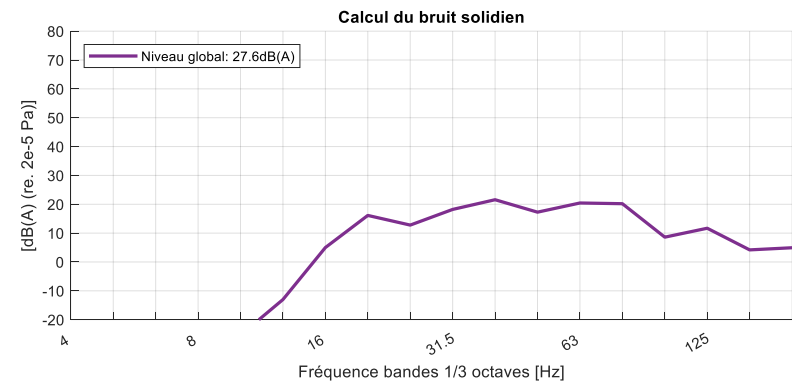
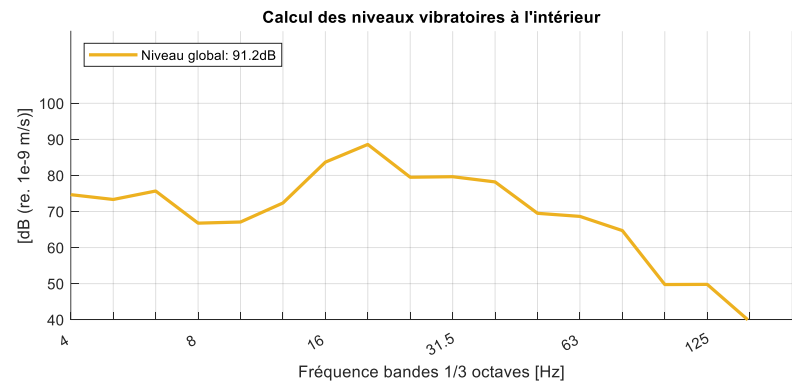
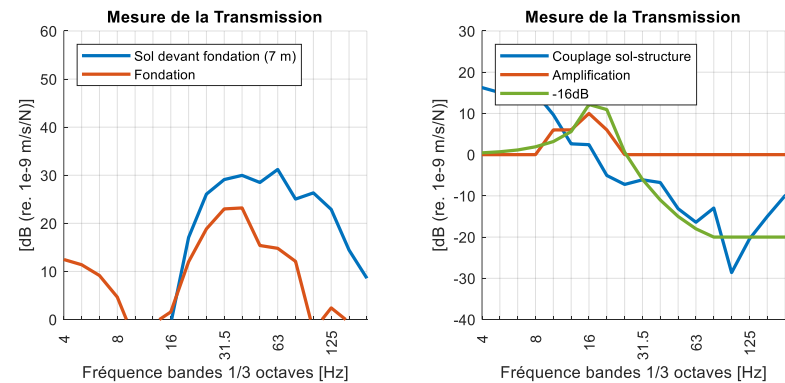
S14 | CAF Urbos 100 | -16dB | 30 km/u



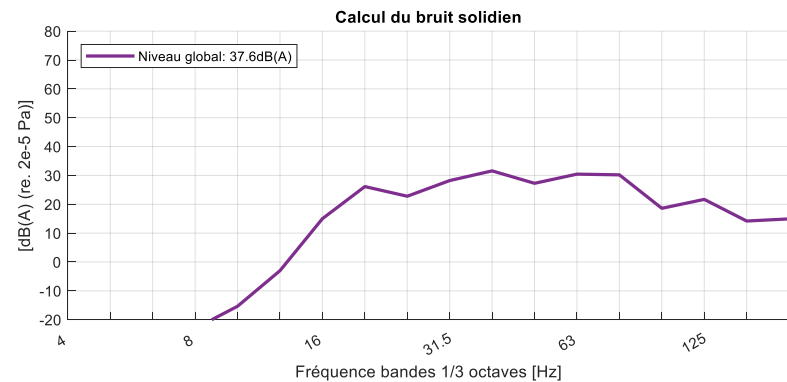
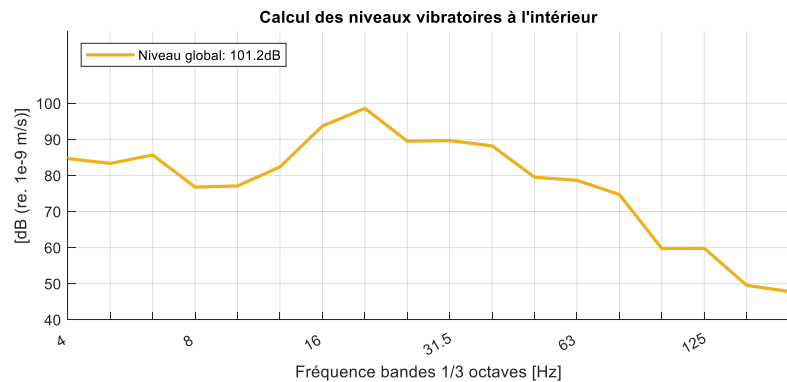
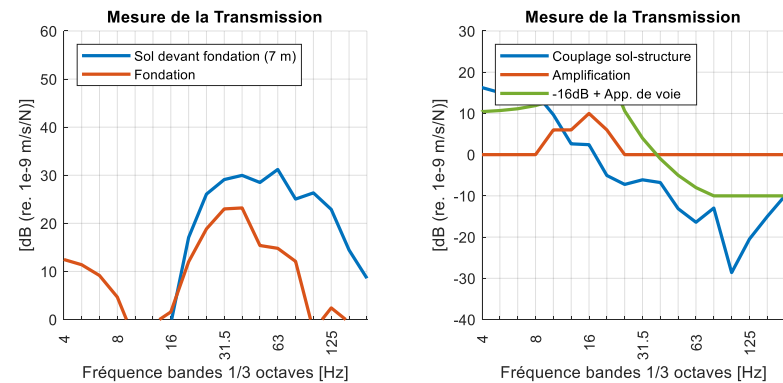
S15 | CAF Urbos 100 | -16dB | 50 km/u



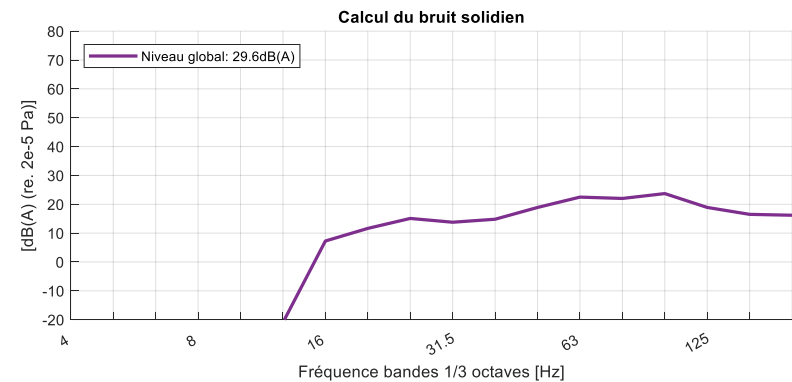
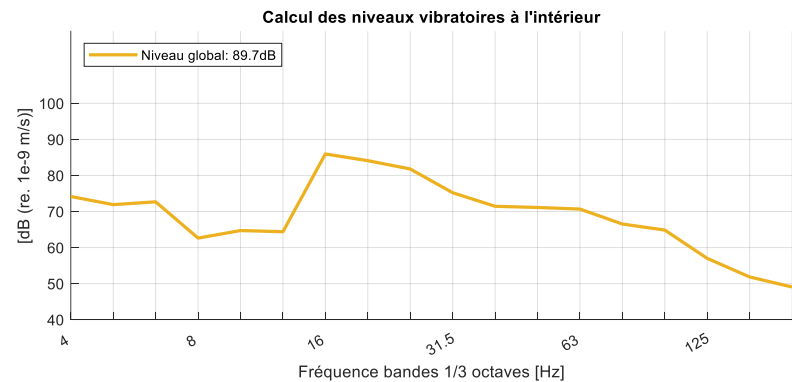
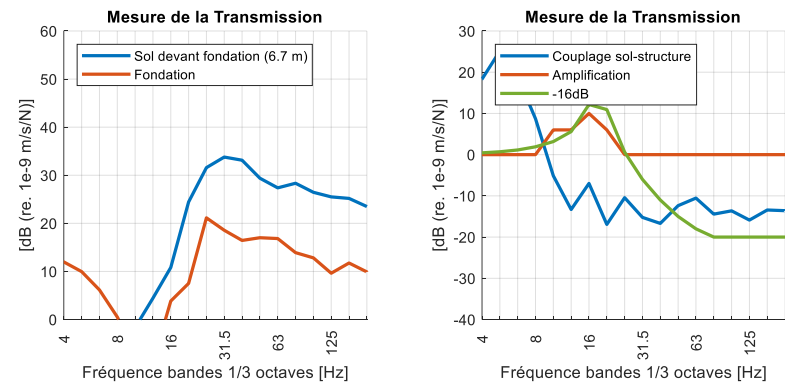
S16 | CAF Urbos 100 | -16dB | 50 km/u



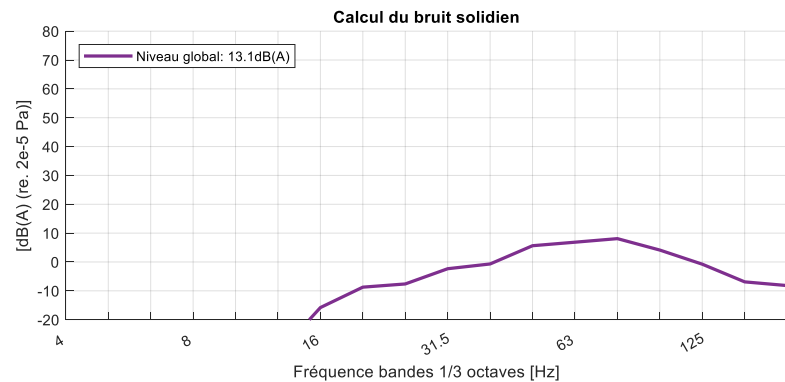
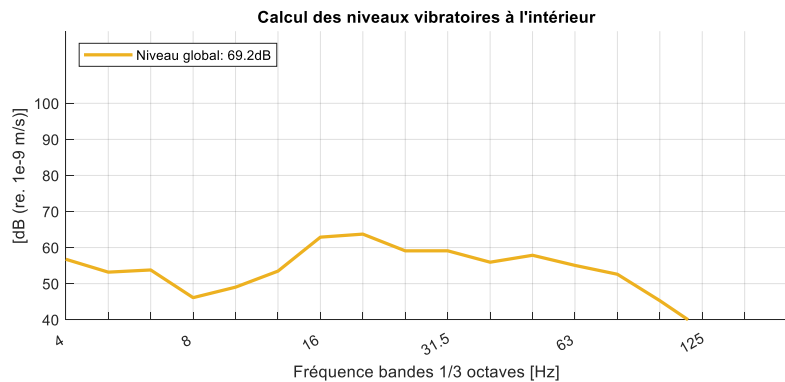
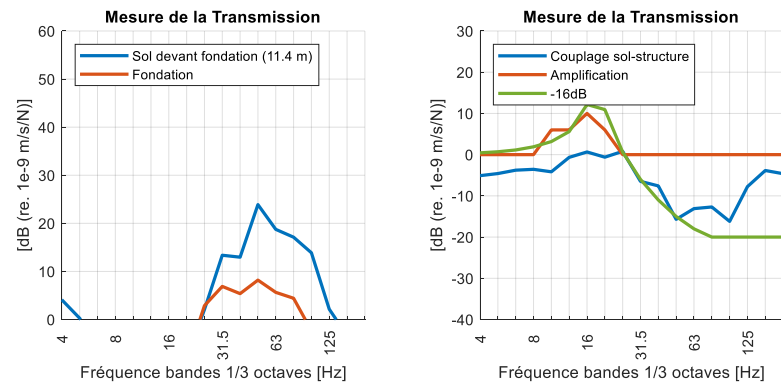
S16 | CAF Urbos 100 | -16dB + App. de voie | 50 km/u



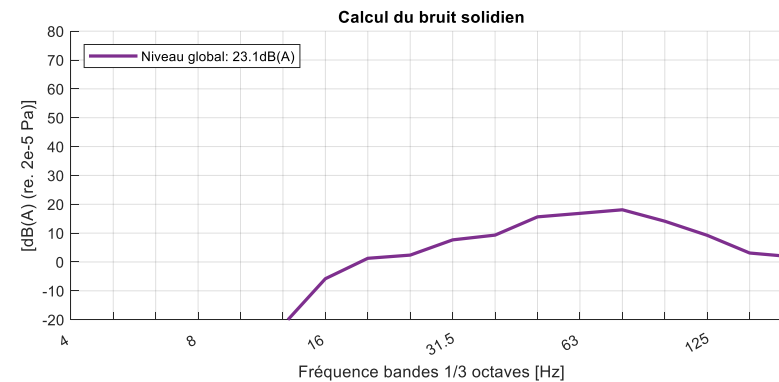
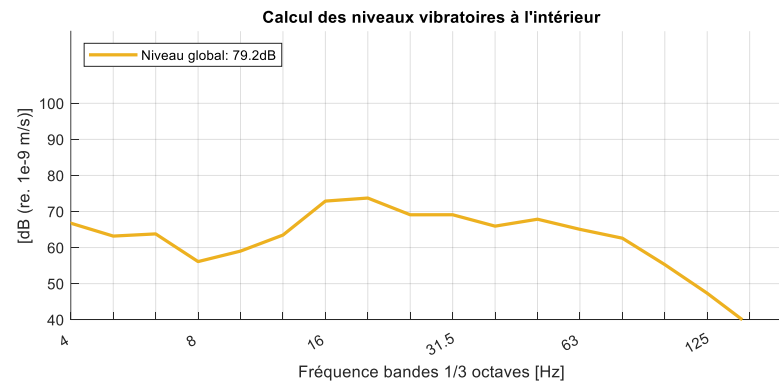
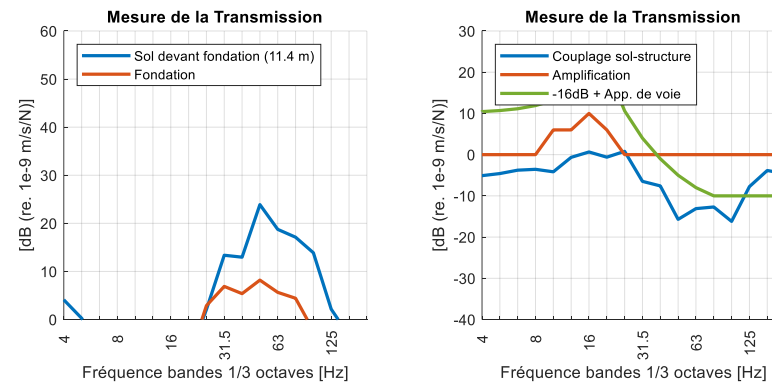
S17 | CAF Urbos 100 | -16dB | 50 km/u



S18 | CAF Urbos 100 | -16dB | 30 km/u

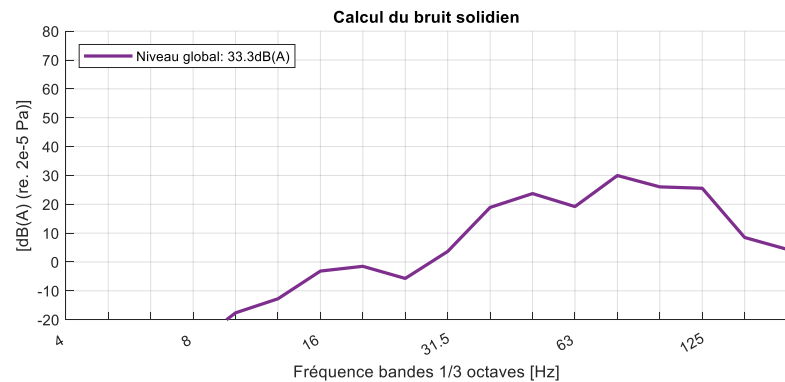
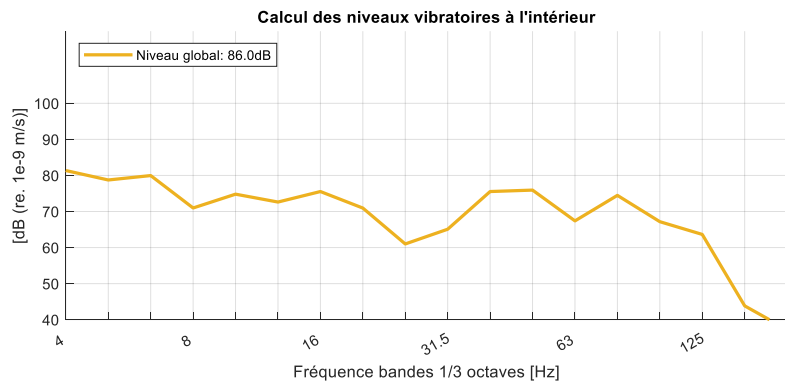
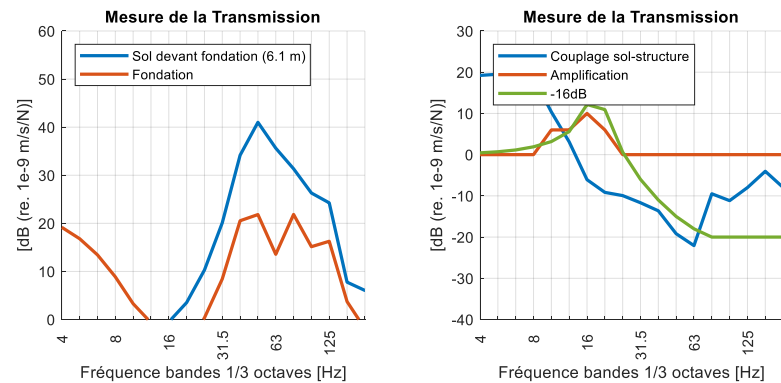


S18 | CAF Urbos 100 | -16dB + App. de voie | 30 km/u

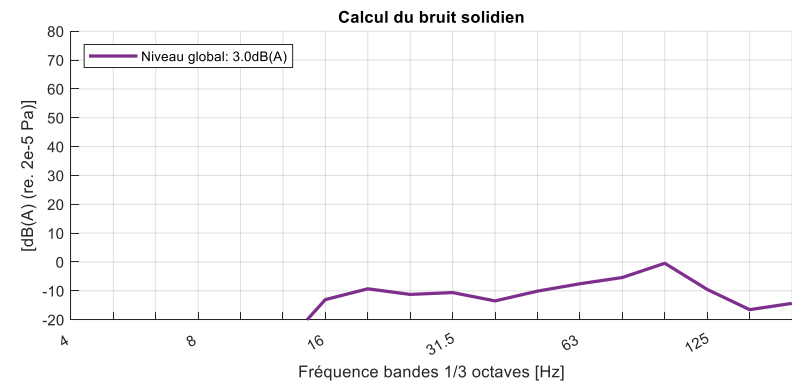
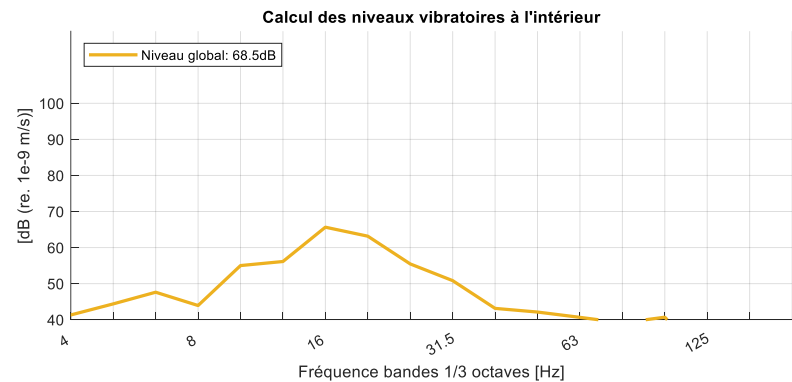
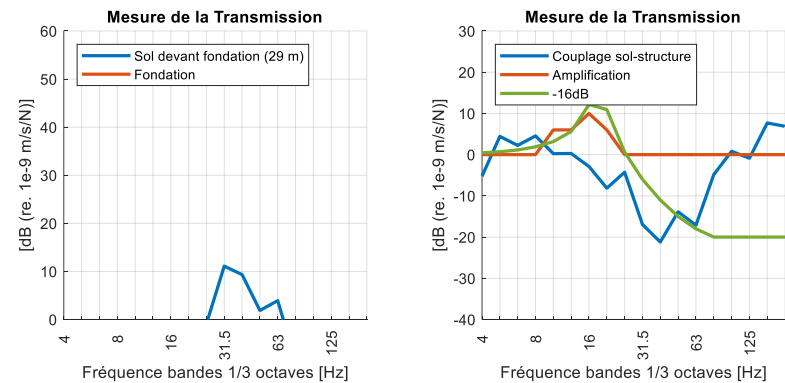




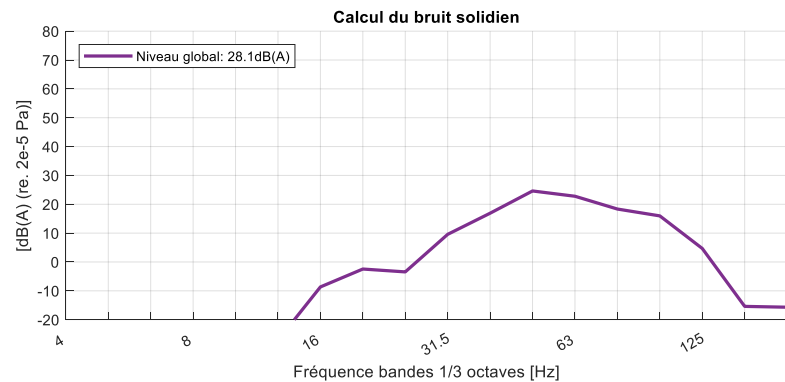
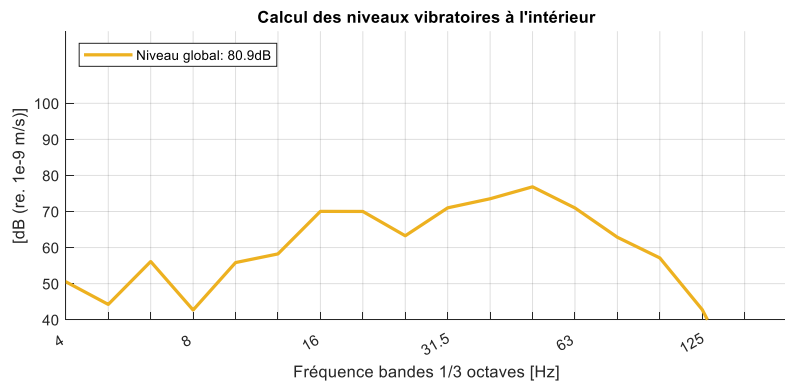
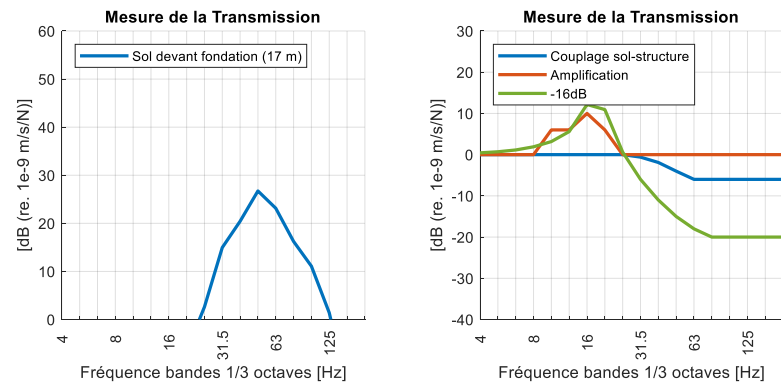
S19 | CAF Urbos 100 | -16dB | 50 km/u



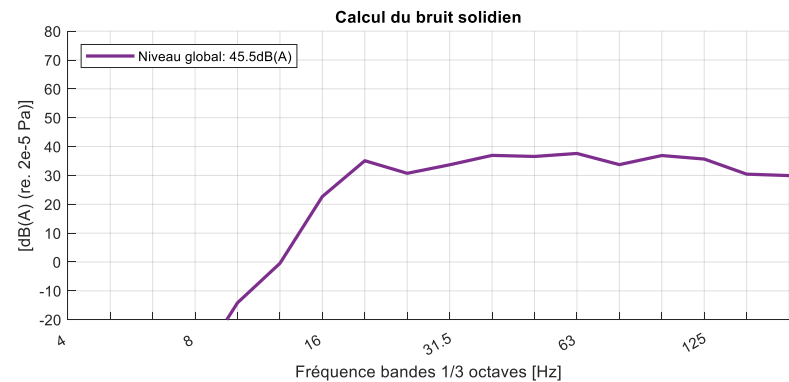
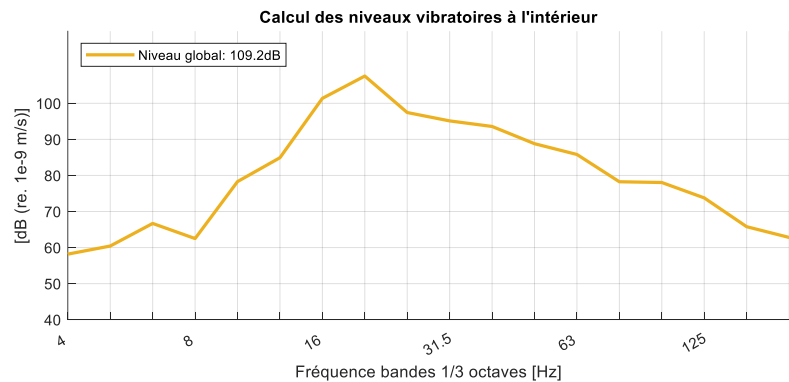
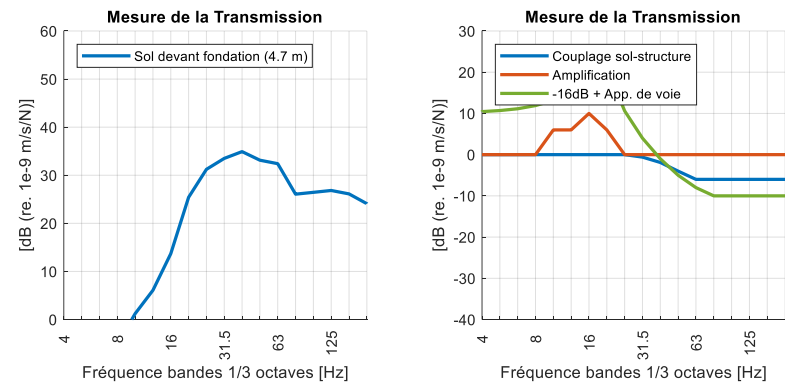
S20 | CAF Urbos 100 | -16dB | 50 km/u



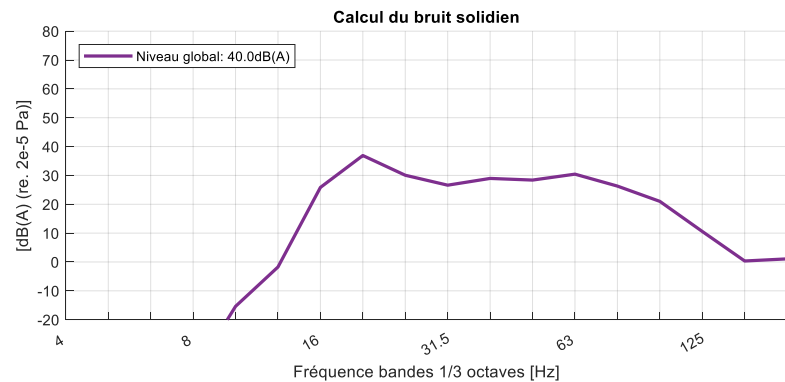
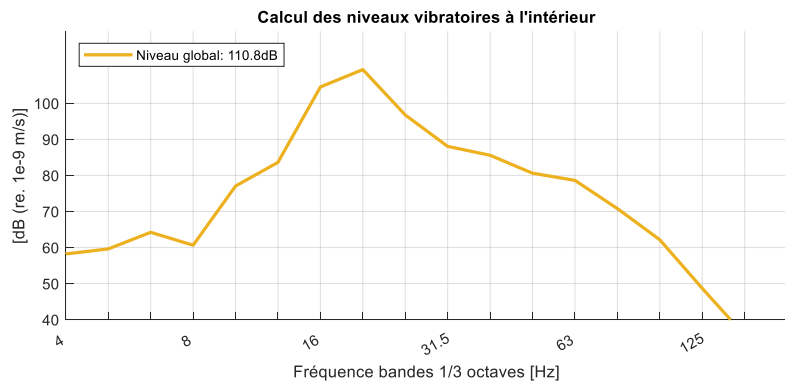
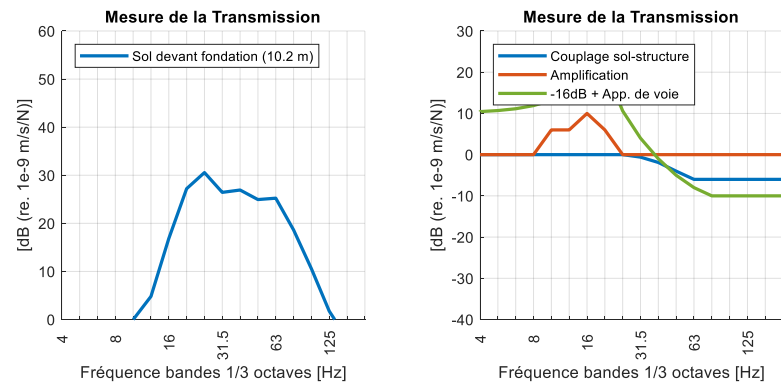
S21 | CAF Urbos 100 | -16dB | 50 km/u



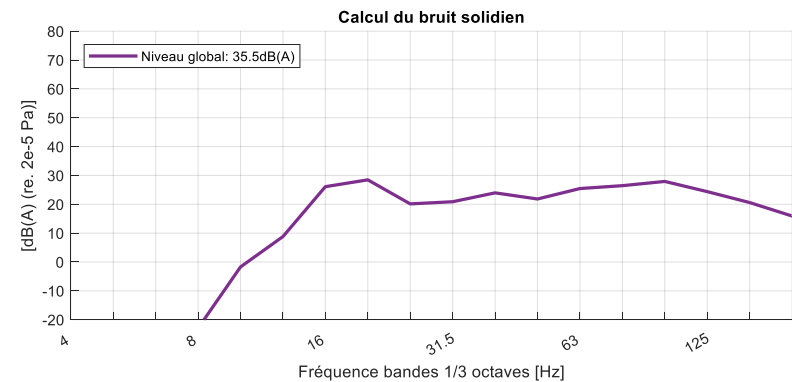
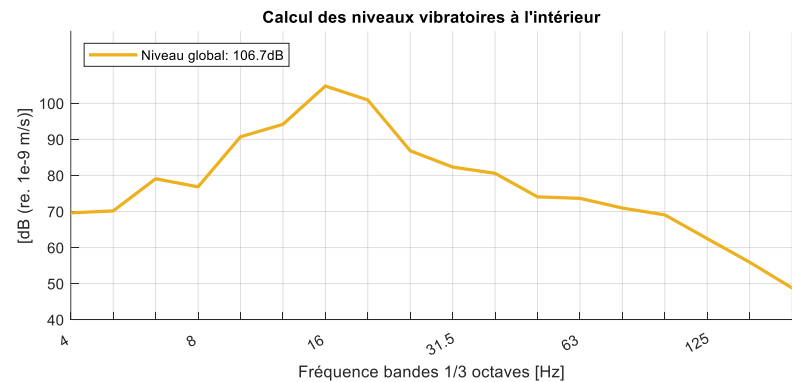
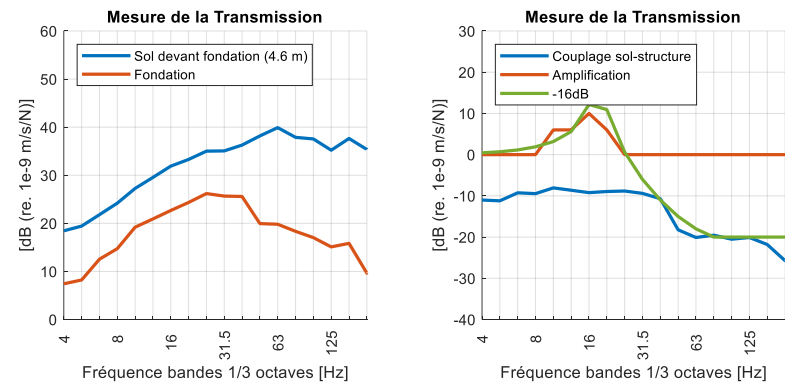
S22a | CAF Urbos 100 | -16dB + App. de voie | 30 km/u



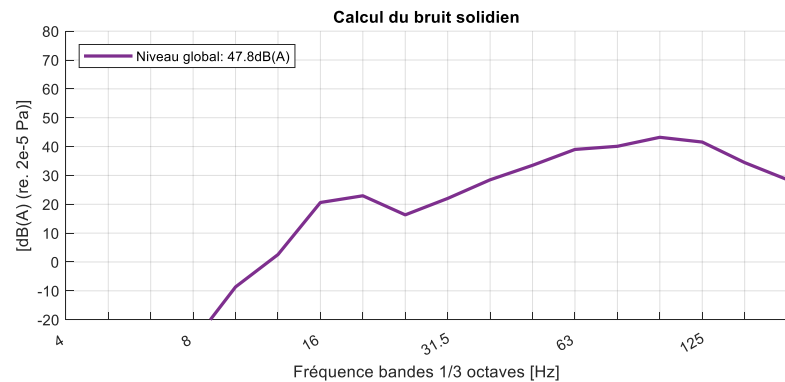
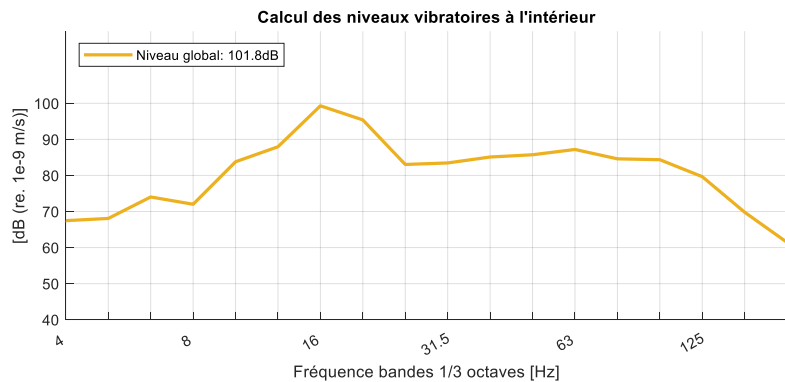
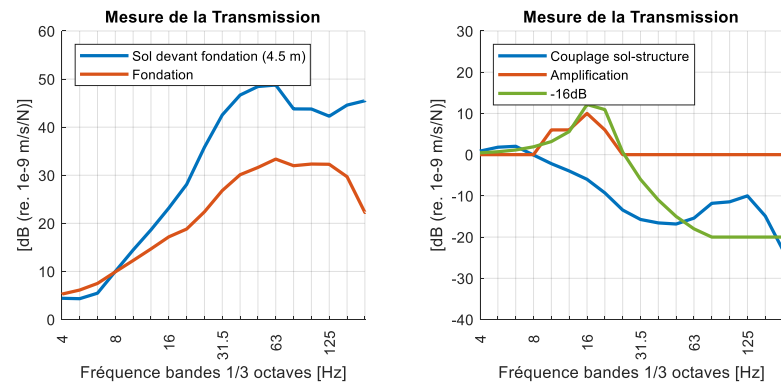
S22b | CAF Urbos 100 | -16dB + App. de voie | 30 km/u



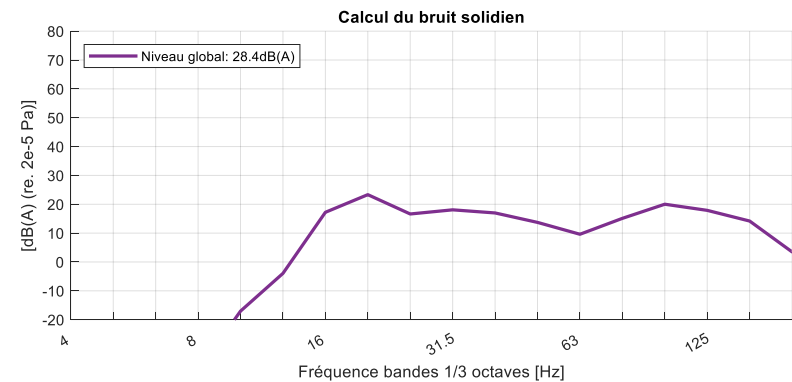
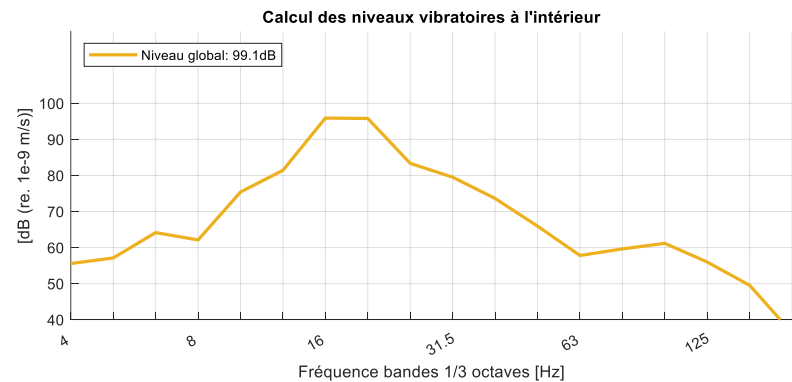
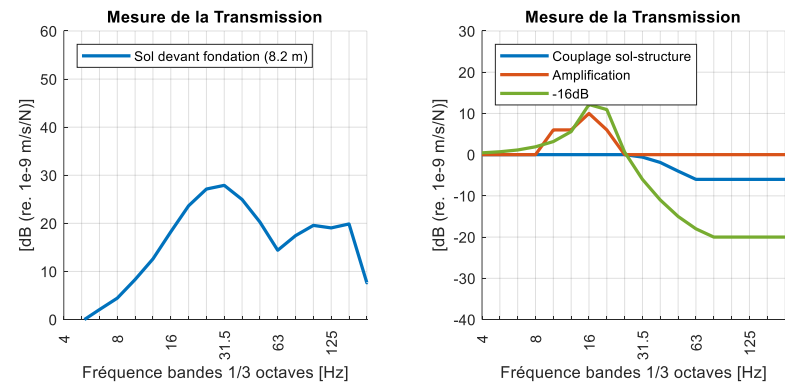
S23 | CAF Urbos 100 | -16dB | 50 km/u



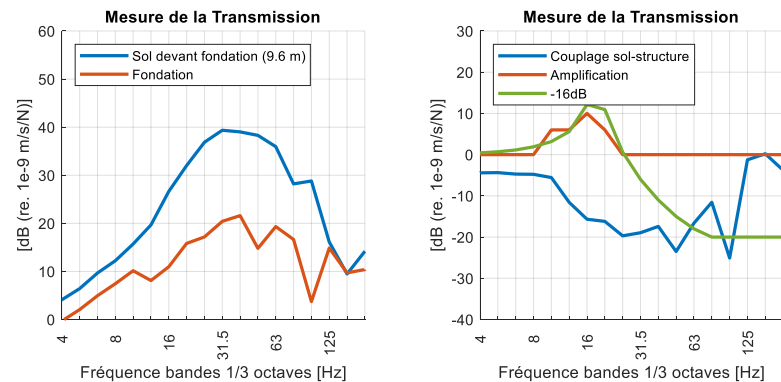
S24 | CAF Urbos 100 | -16dB | 50 km/u



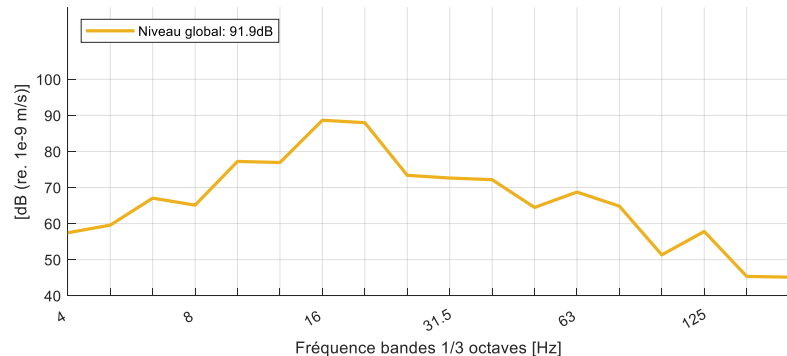
S25 | CAF Urbos 100 | -16dB | 30 km/u



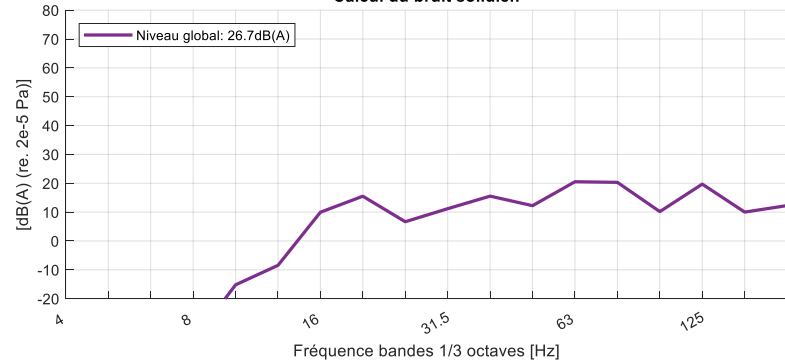
S26 | CAF Urbos 100 | -16dB | 30 km/u



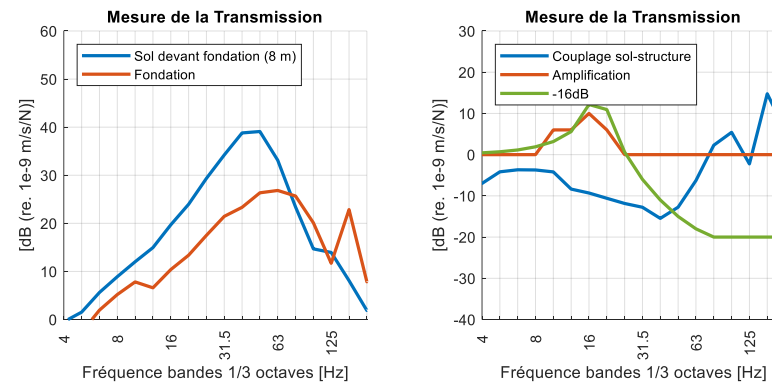
Calcul des niveaux vibratoires à l'intérieur



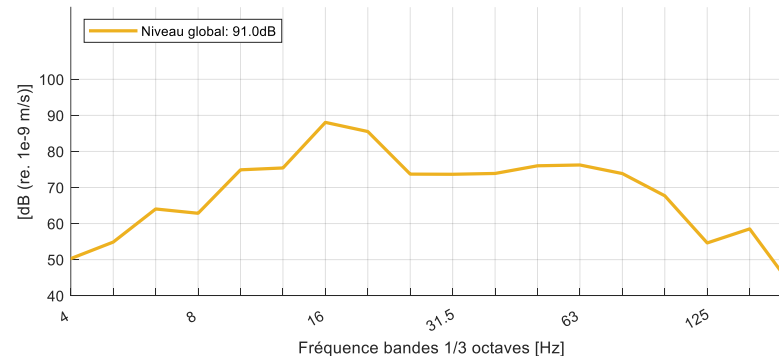
Calcul du bruit solide



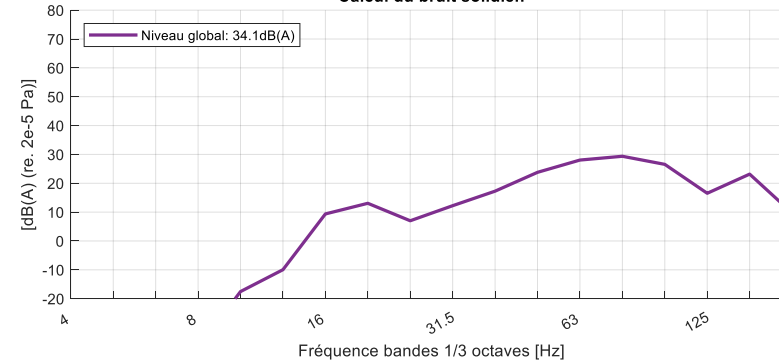
S27 | CAF Urbos 100 | -16dB | 30 km/u



Calcul des niveaux vibratoires à l'intérieur

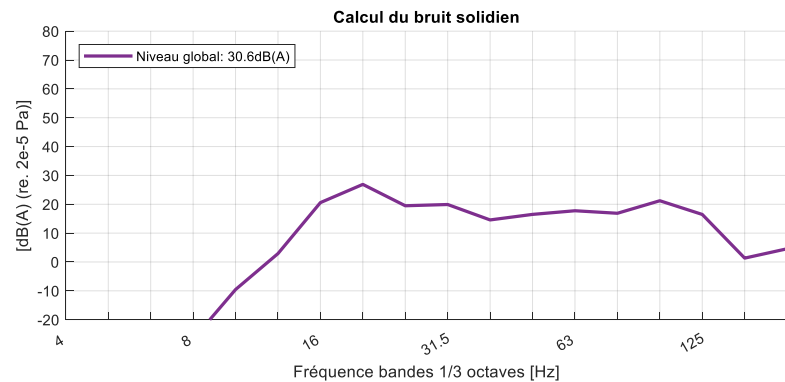
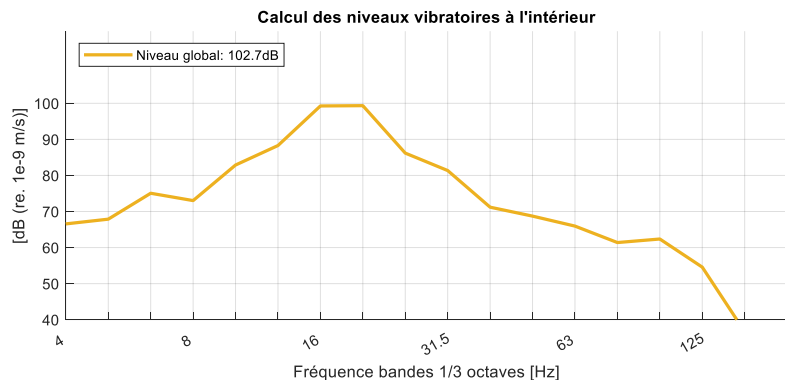
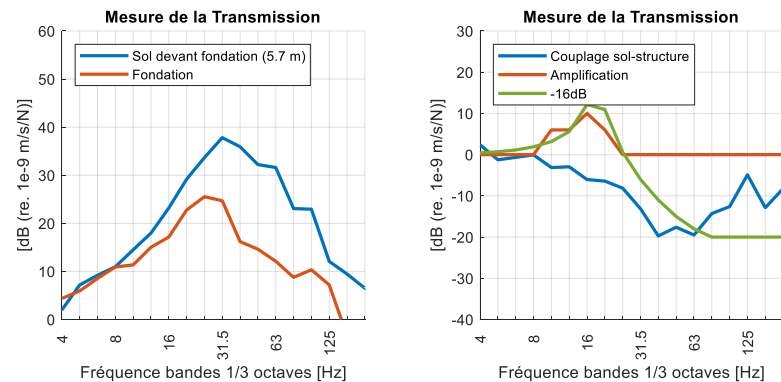


Calcul du bruit solide

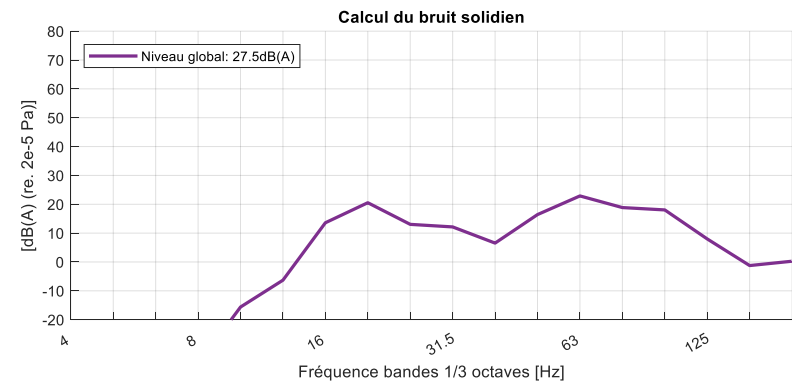
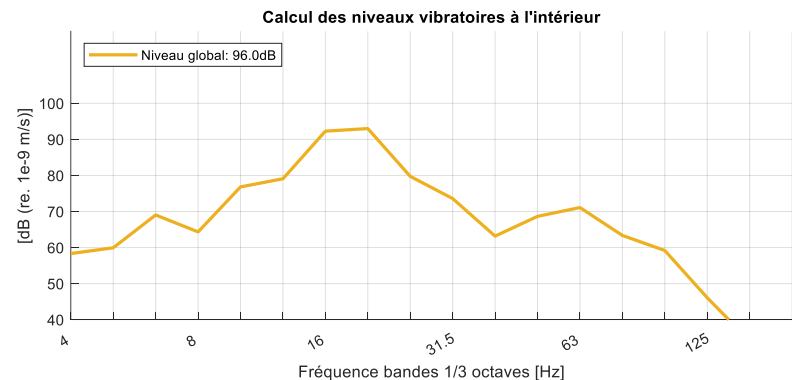
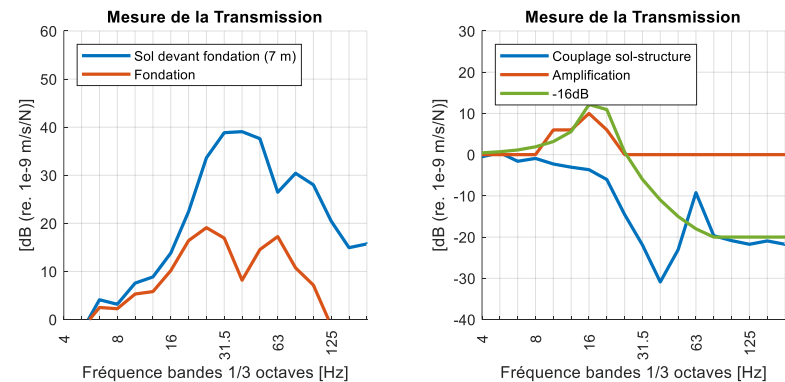




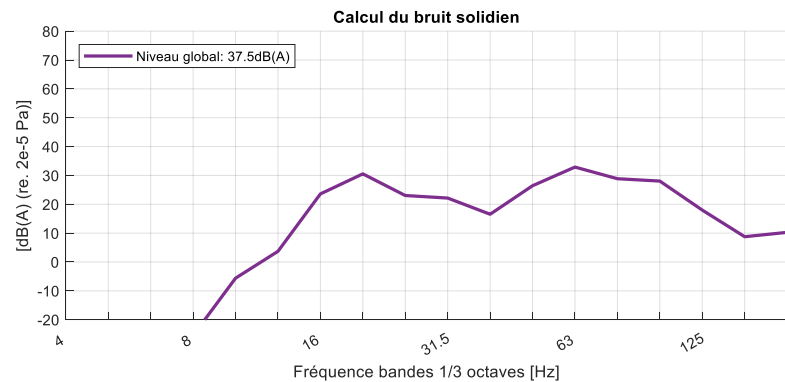
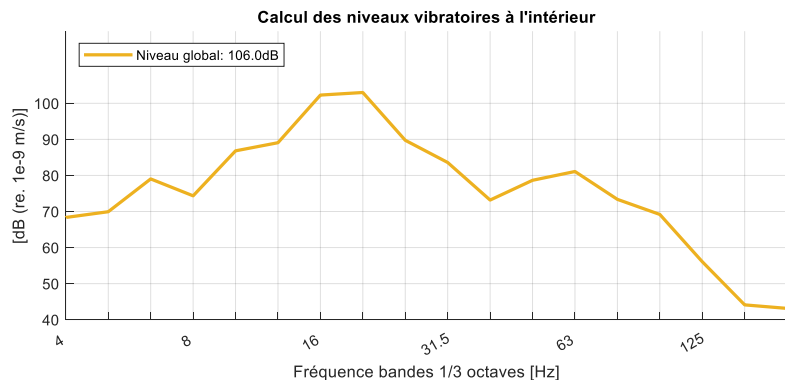
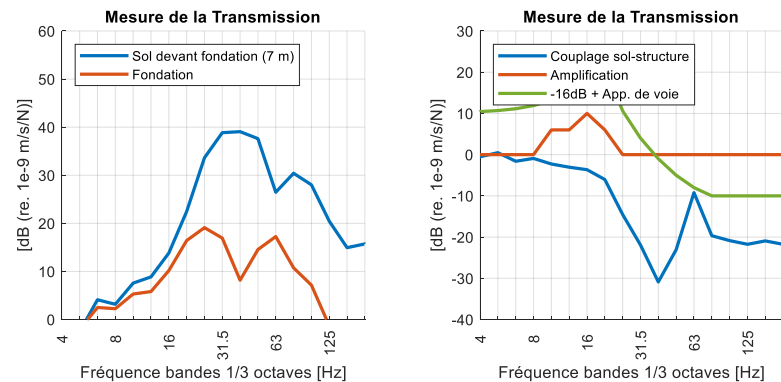
S28 | CAF Urbos 100 | -16dB | 50 km/u



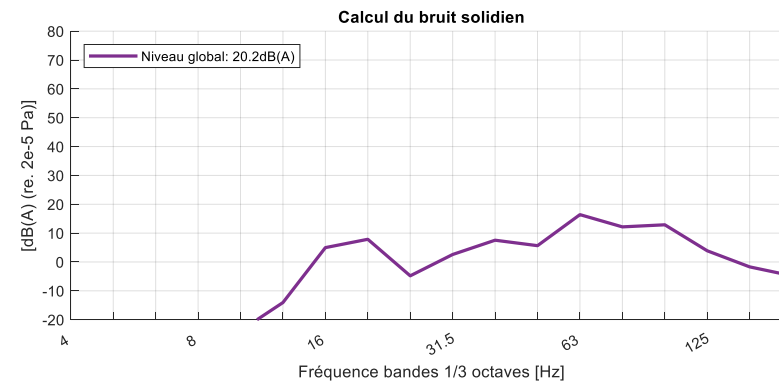
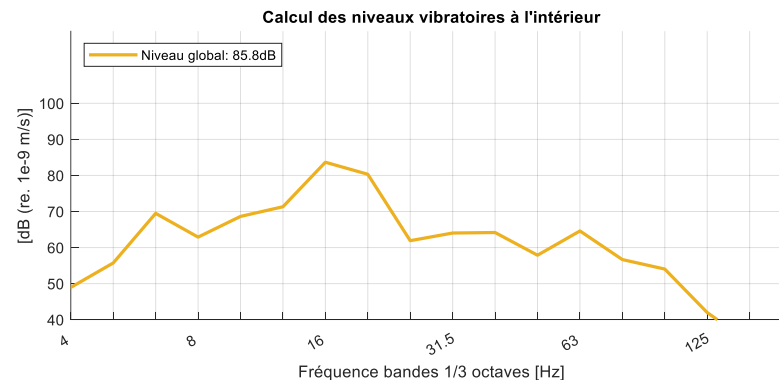
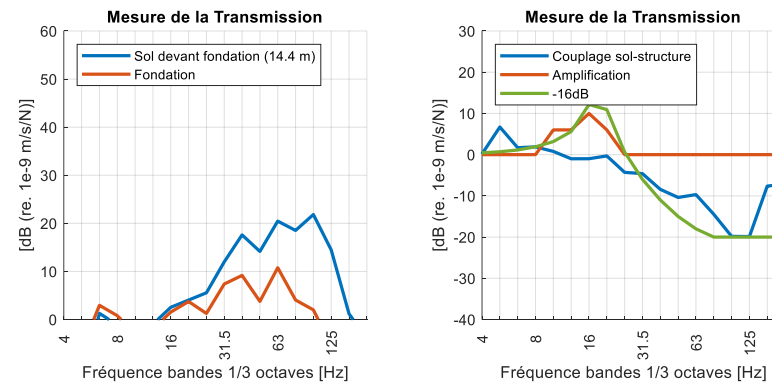
S29 | CAF Urbos 100 | -16dB | 50 km/u



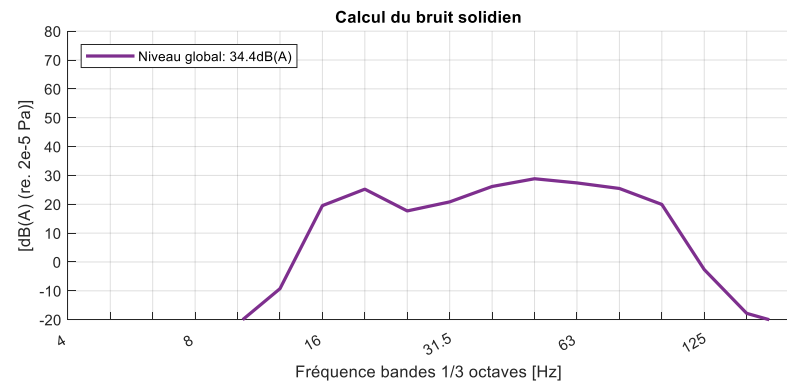
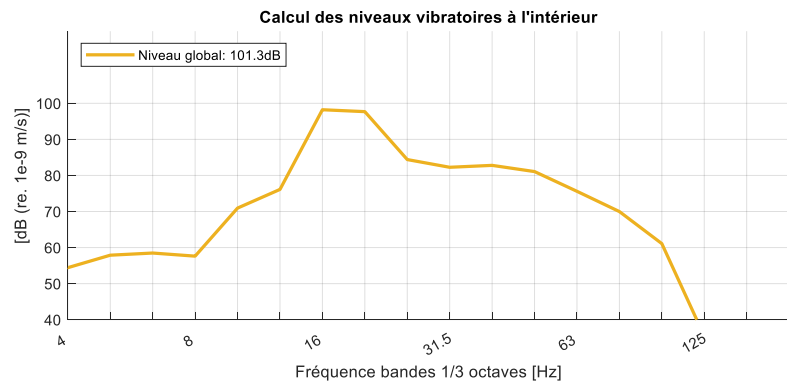
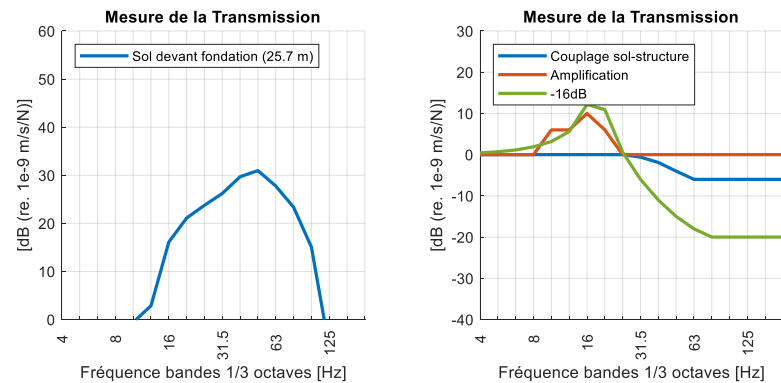
S29 | CAF Urbos 100 | -16dB + App. de voie | 50 km/u



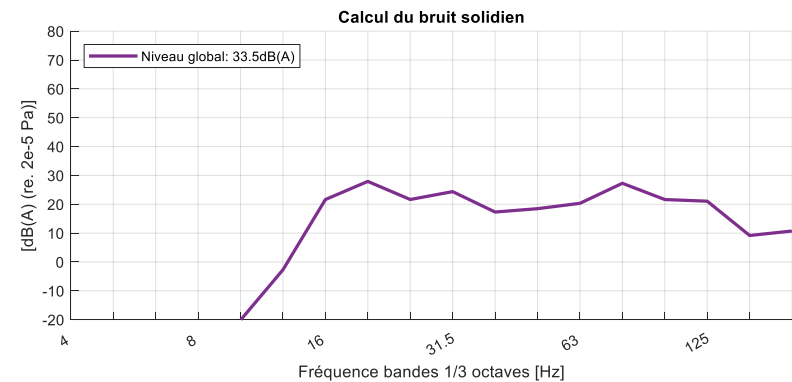
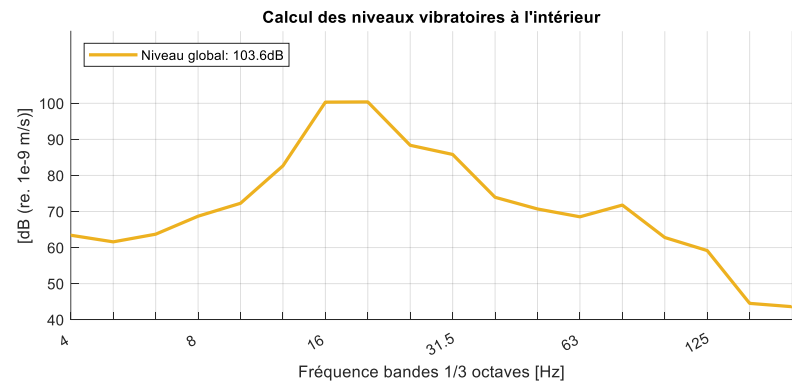
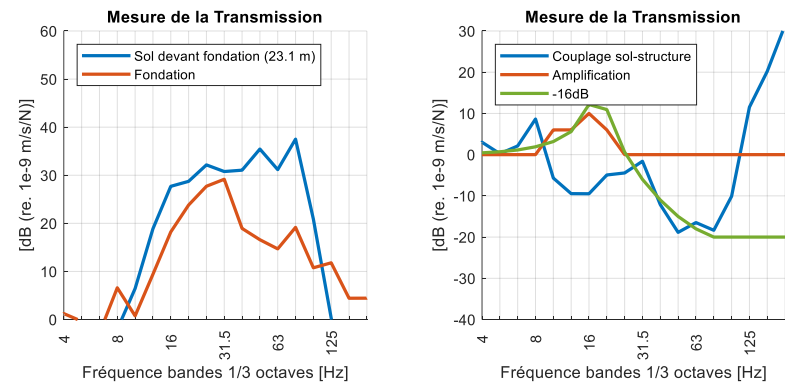
S30 | CAF Urbos 100 | -16dB | 50 km/u



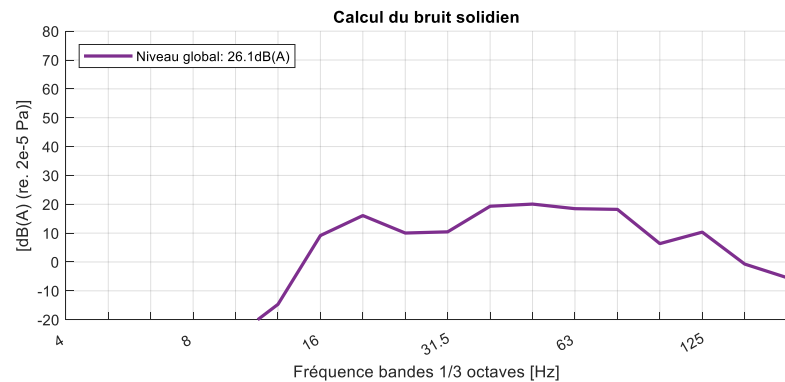
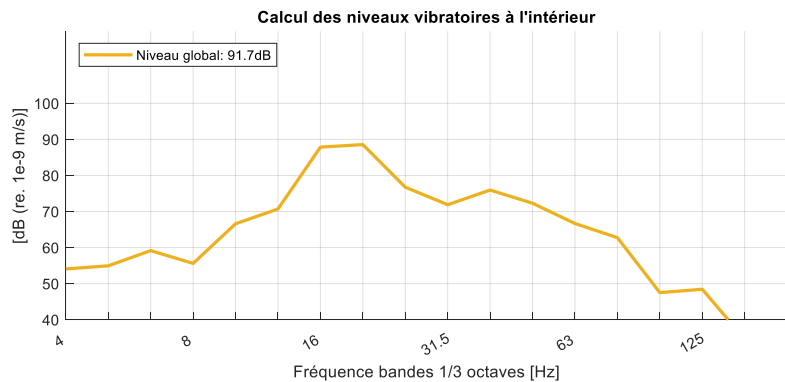
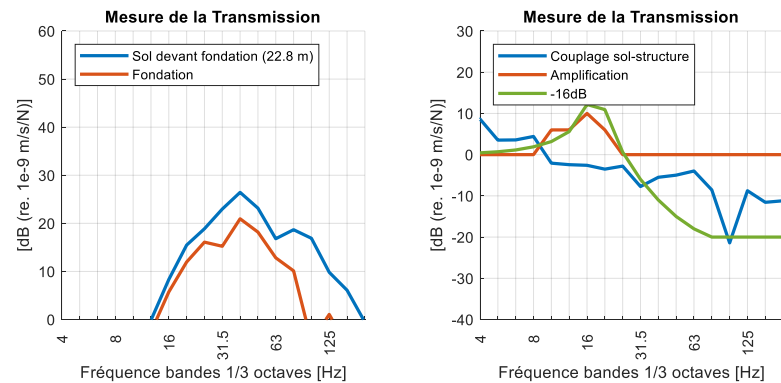
S31 | CAF Urbos 100 | -16dB | 50 km/u



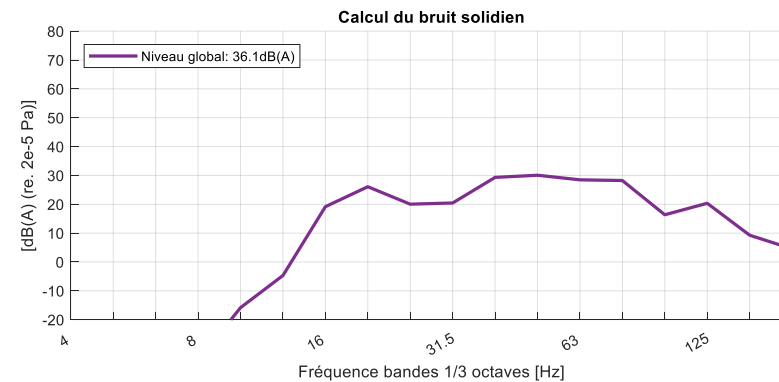
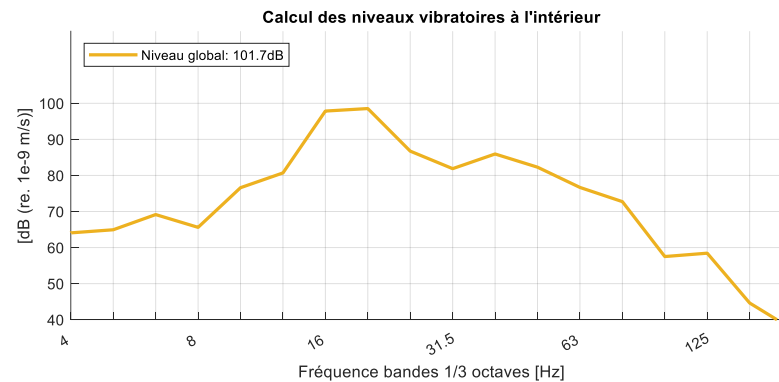
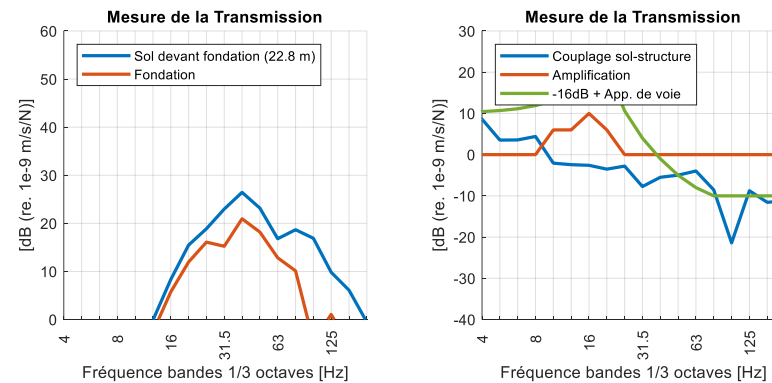
S32 | CAF Urbos 100 | -16dB | 50 km/u



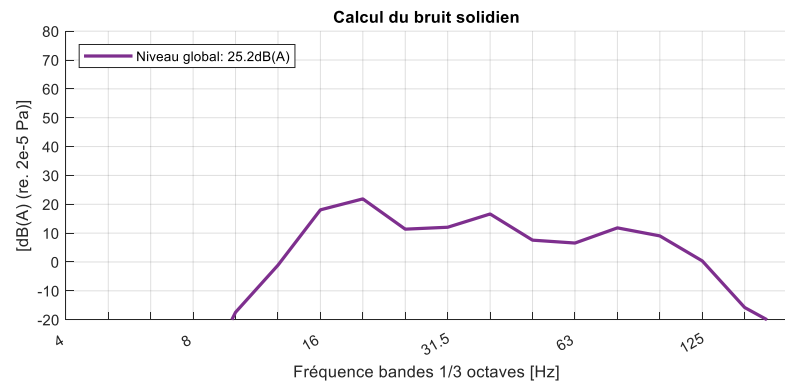
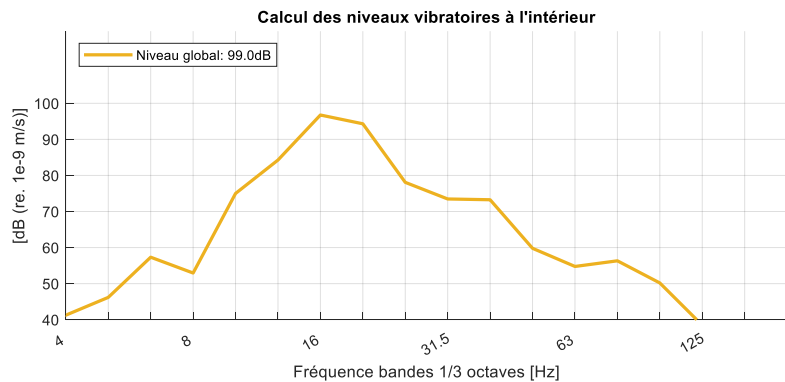
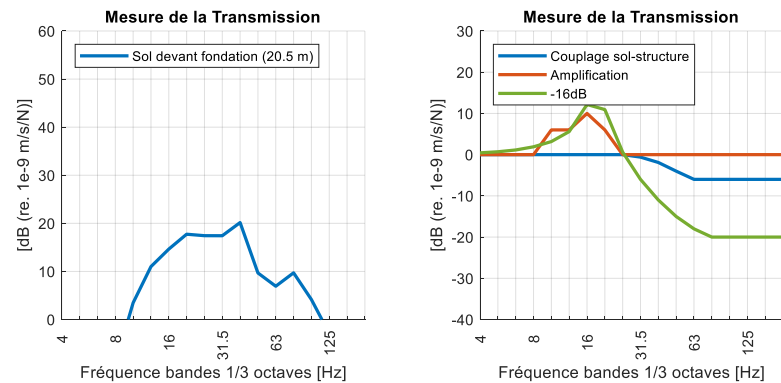
S33 | CAF Urbos 100 | -16dB | 50 km/u



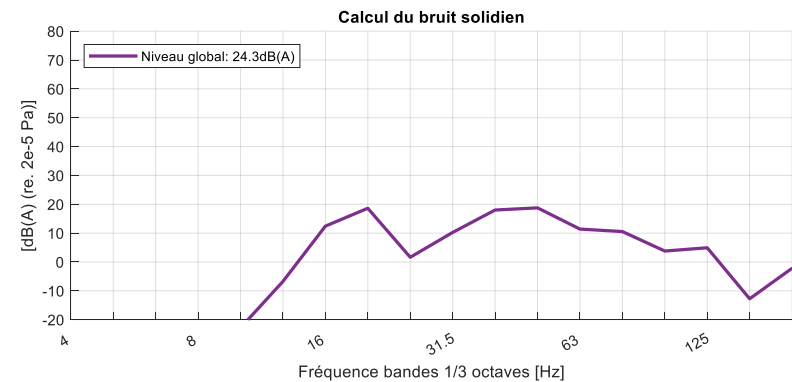
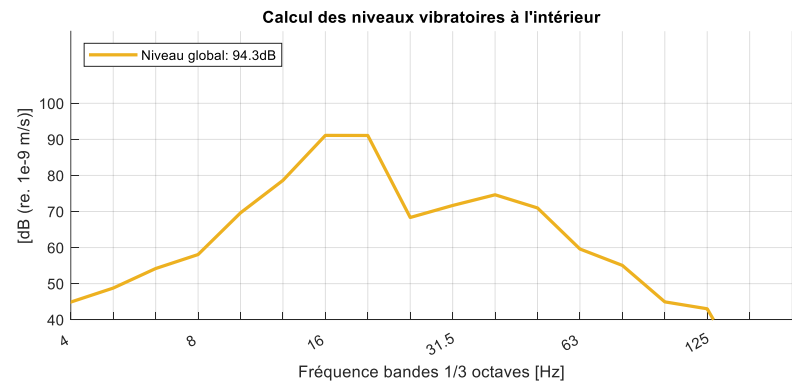
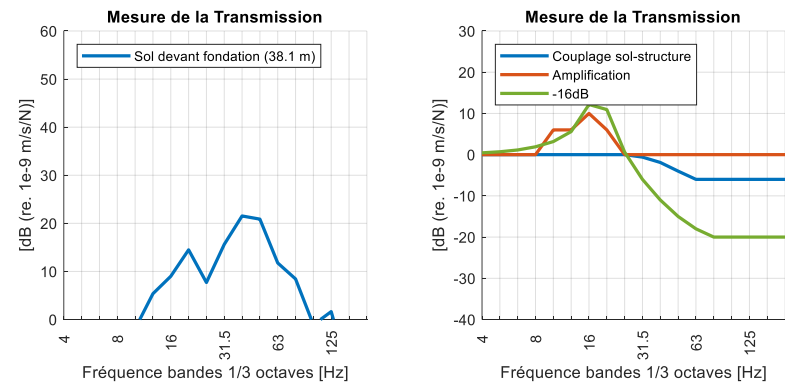
S33 | CAF Urbos 100 | -16dB + App. de voie | 50 km/u



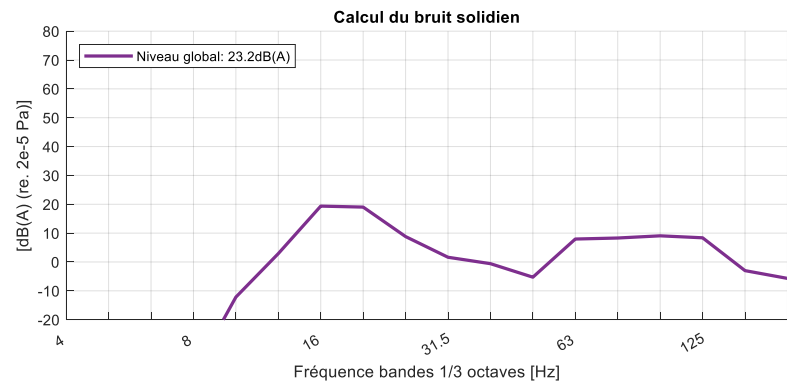
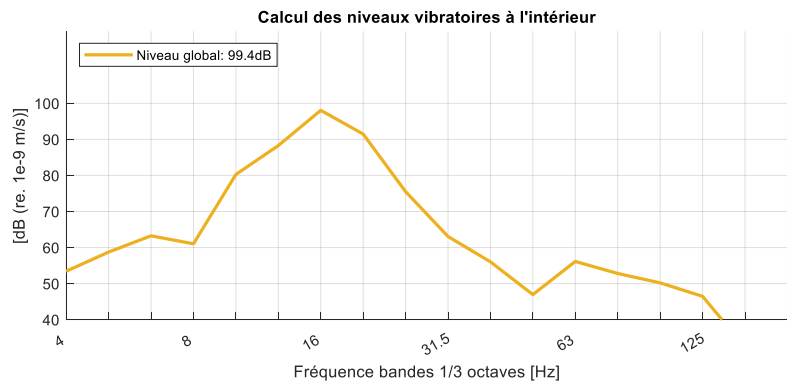
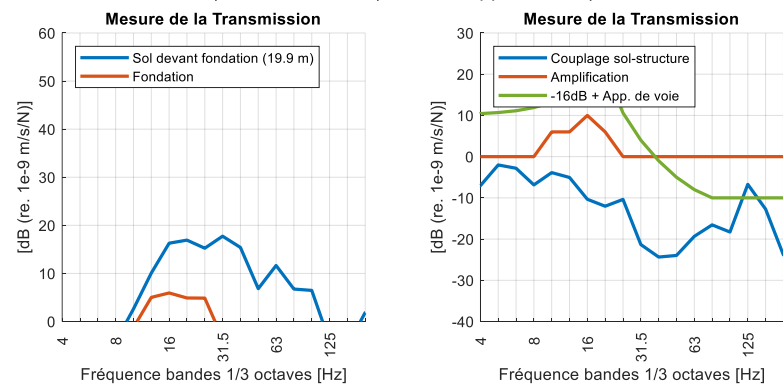
S34 | CAF Urbos 100 | -16dB | 50 km/u



S35 | CAF Urbos 100 | -16dB | 50 km/u

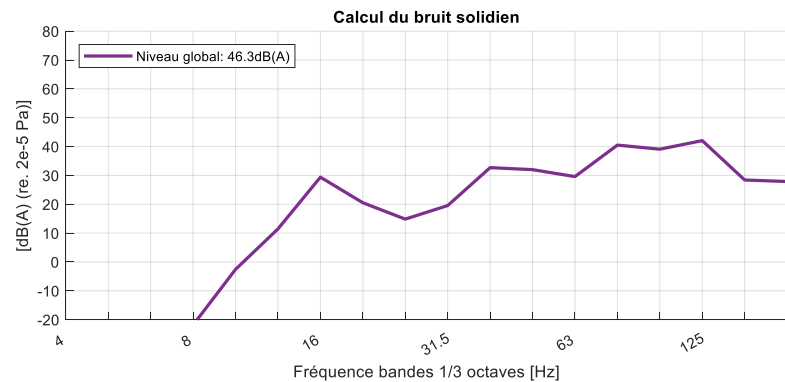
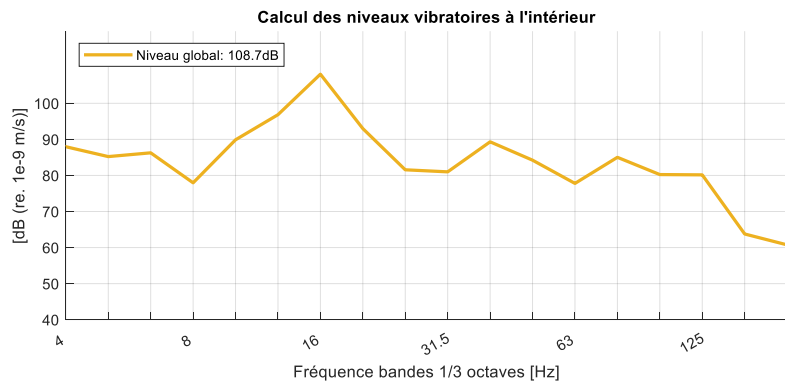
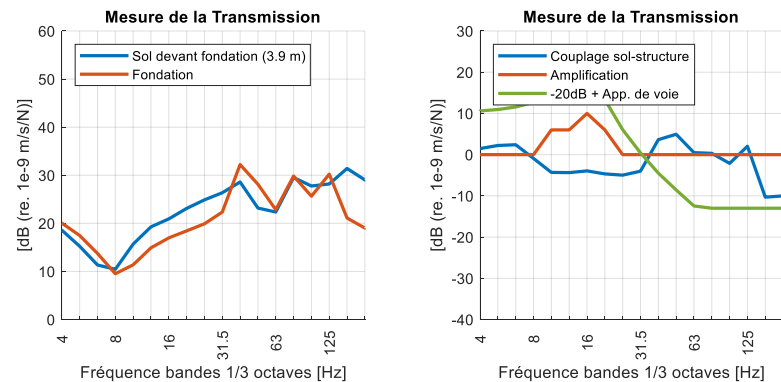


S36 | CAF Urbos 100 | -16dB + App. de voie | 50 km/u

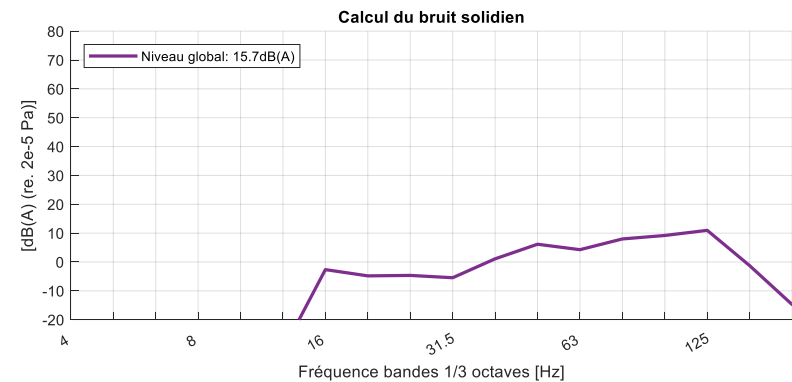
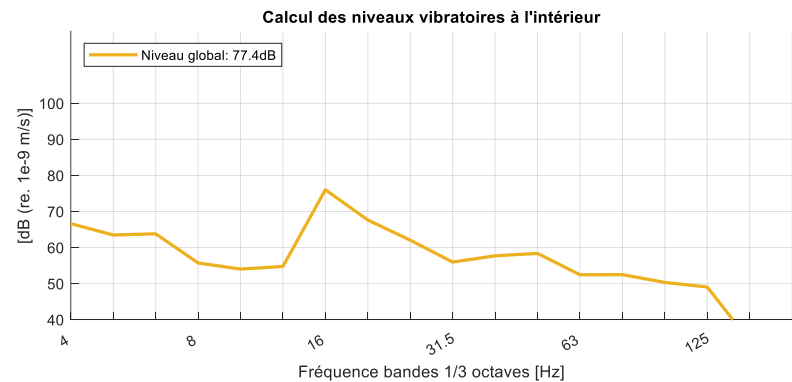
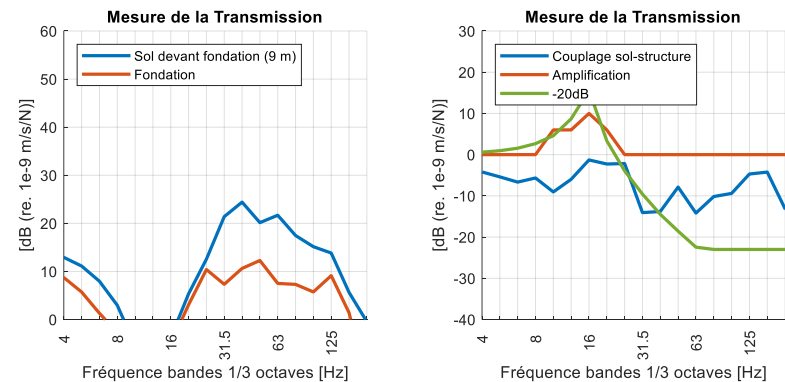




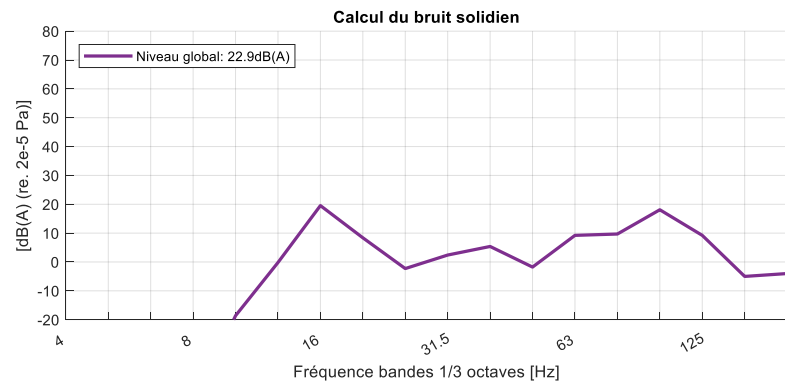
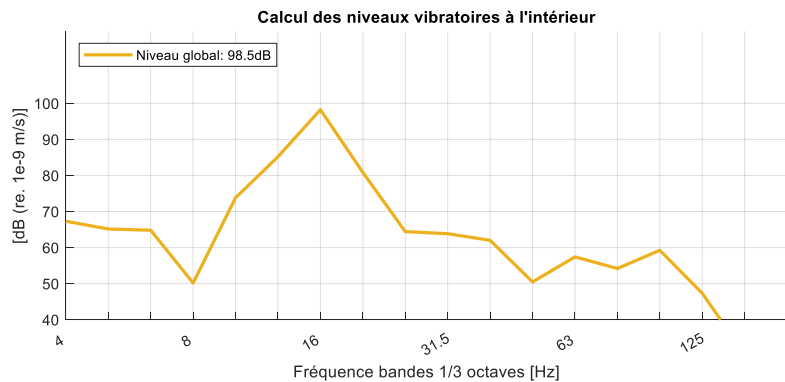
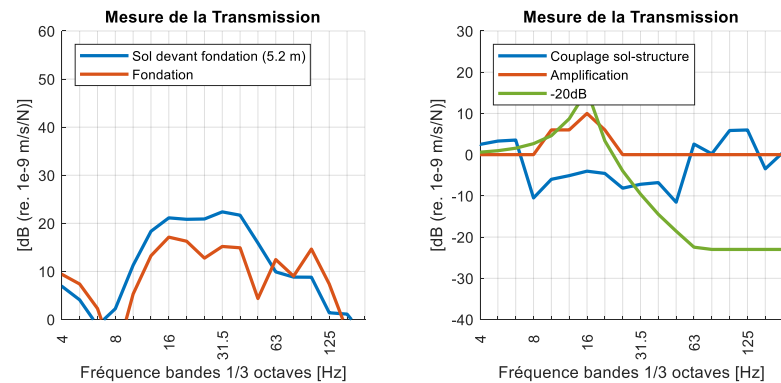
S1 | CAF Urbos 100 | -20dB + App. de voie | 30 km/u



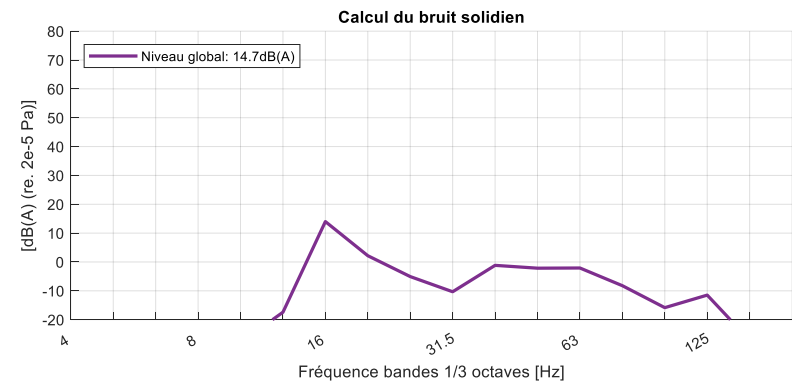
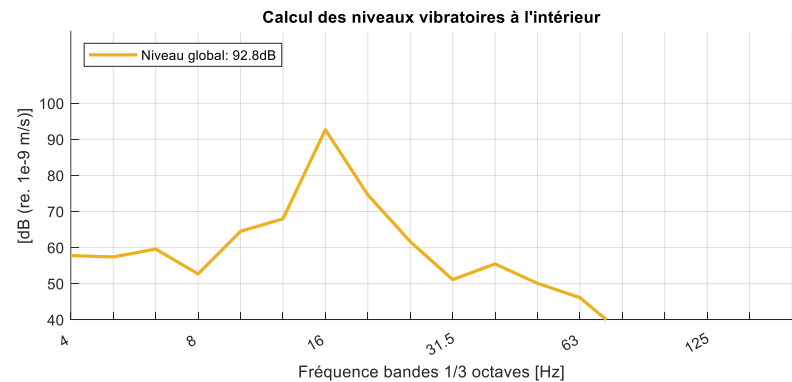
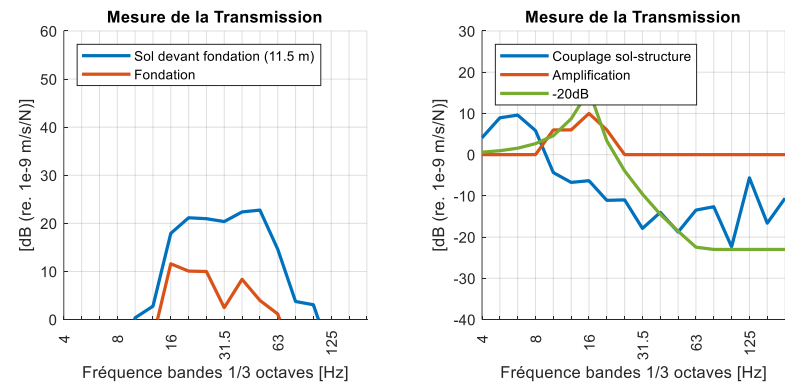
S9b | CAF Urbos 100 | -20dB | 30 km/u



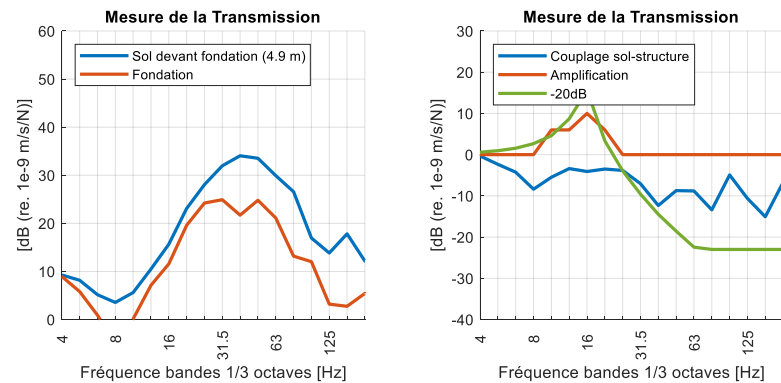
S10 | CAF Urbos 100 | -20dB | 30 km/u



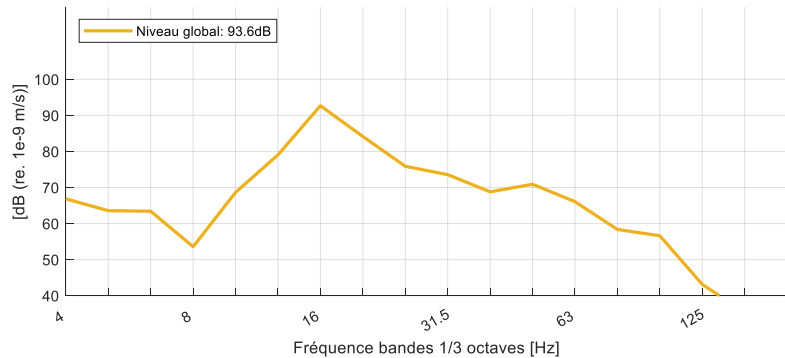
S11 | CAF Urbos 100 | -20dB | 30 km/u



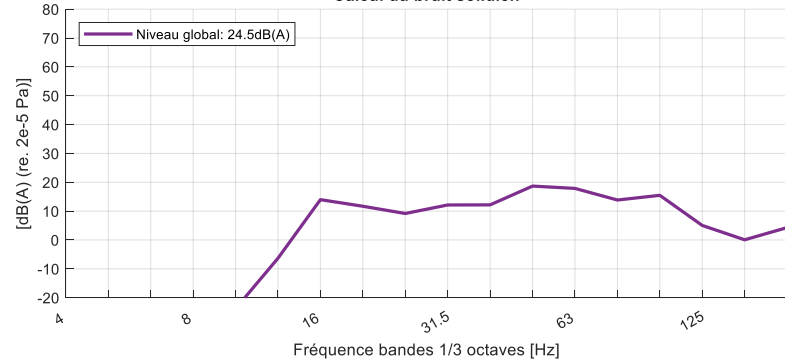
S12 | CAF Urbos 100 | -20dB | 30 km/u



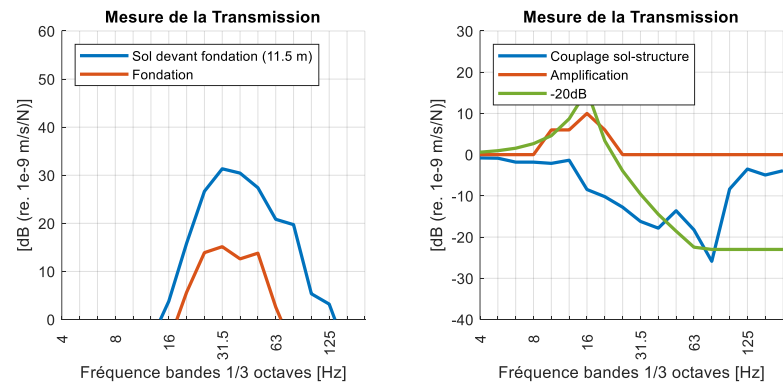
Calcul des niveaux vibratoires à l'intérieur



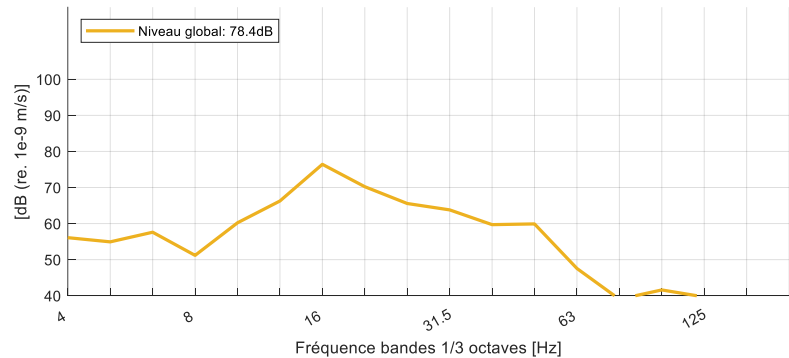
Calcul du bruit solide



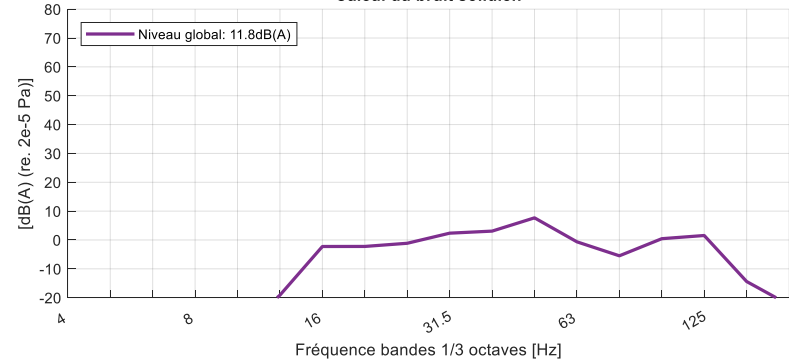
S13 | CAF Urbos 100 | -20dB | 30 km/u



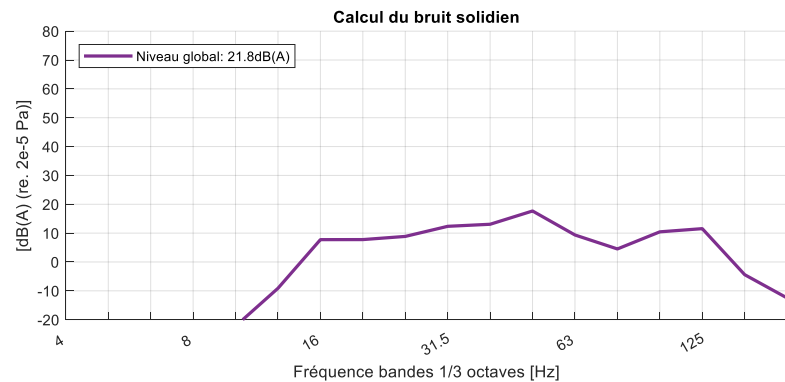
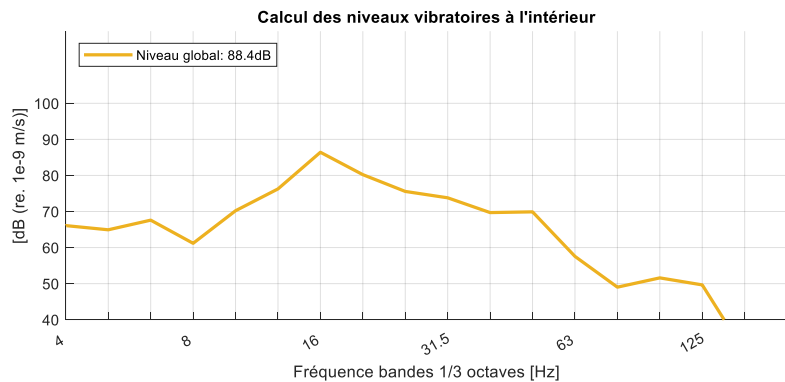
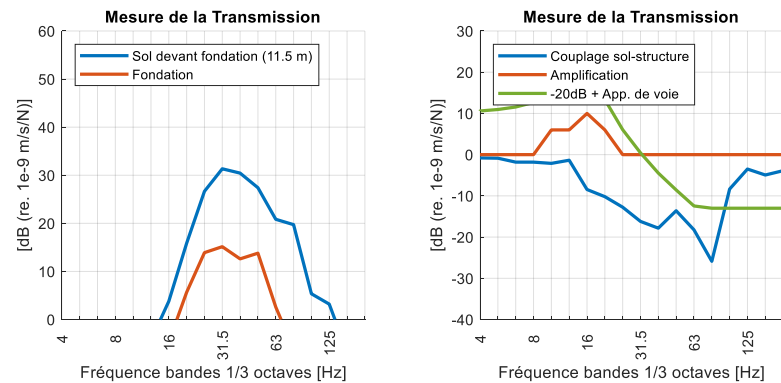
Calcul des niveaux vibratoires à l'intérieur



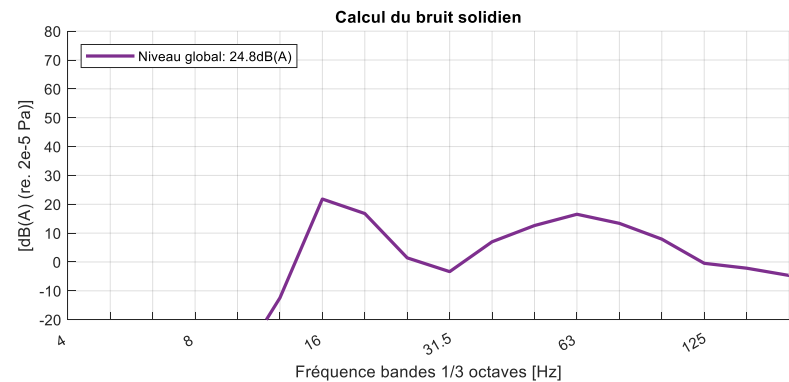
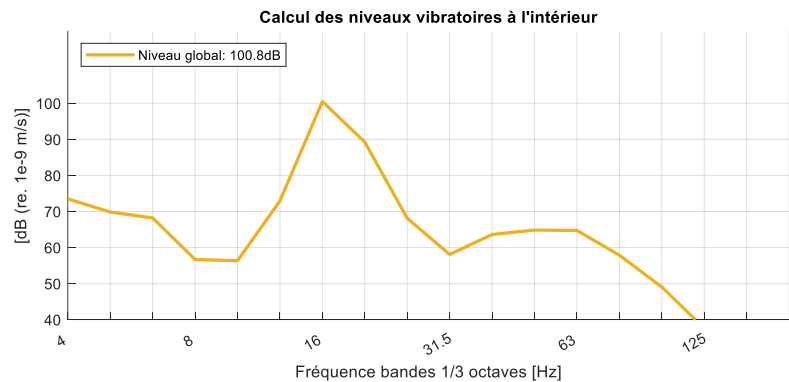
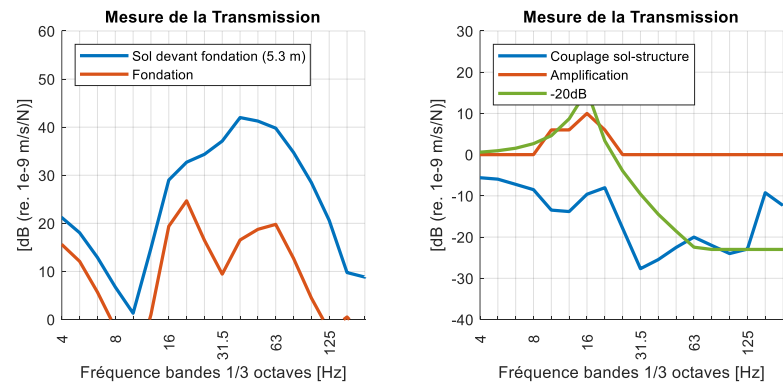
Calcul du bruit solide



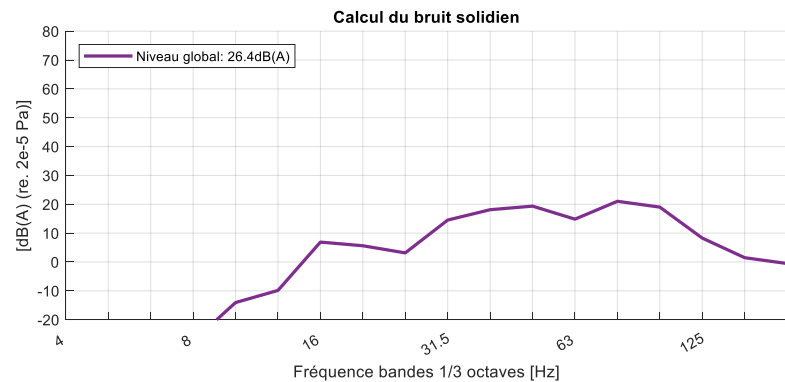
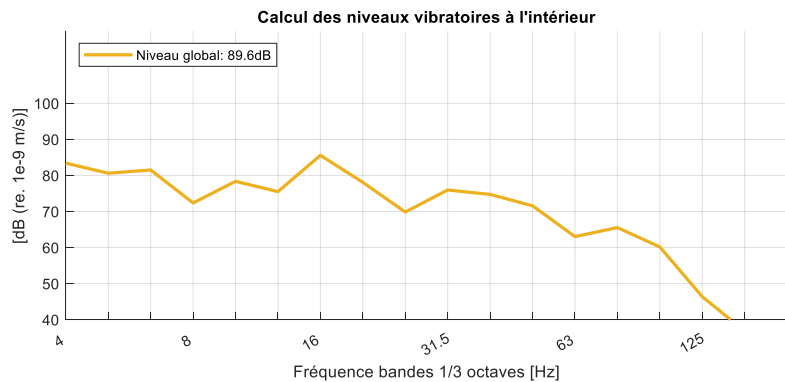
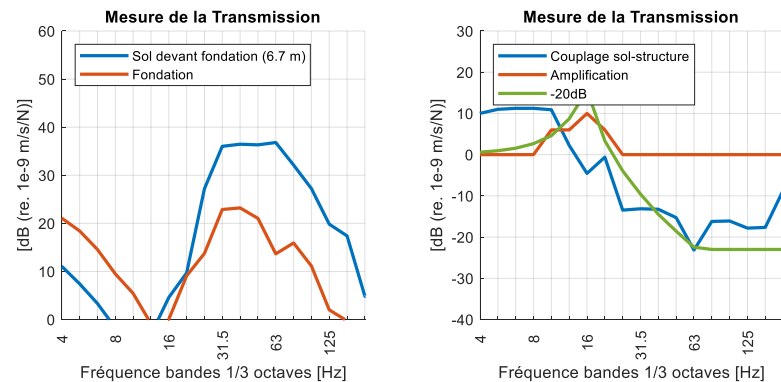
S13 | CAF Urbos 100 | -20dB + App. de voie | 30 km/u



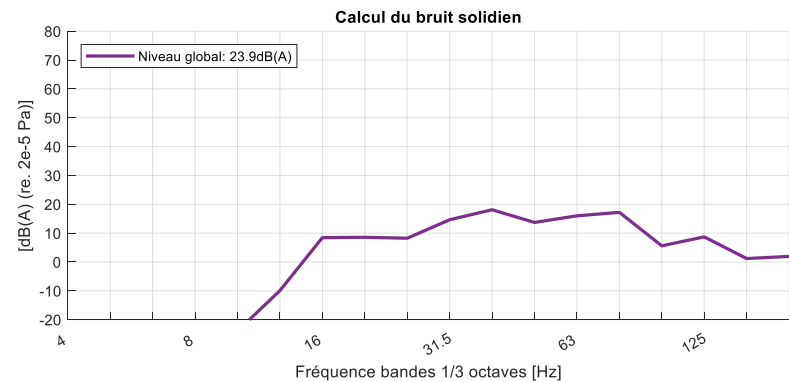
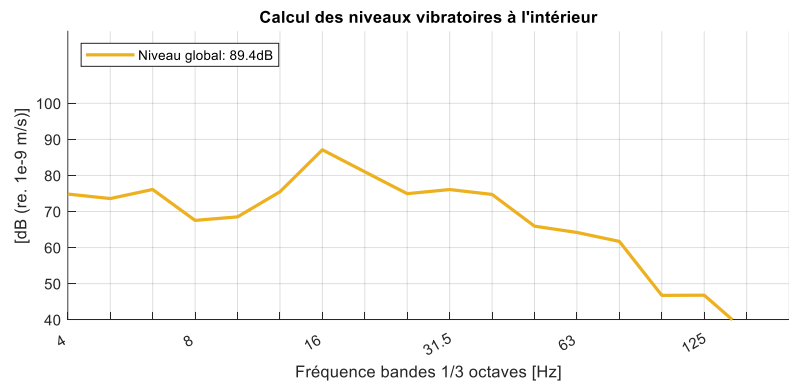
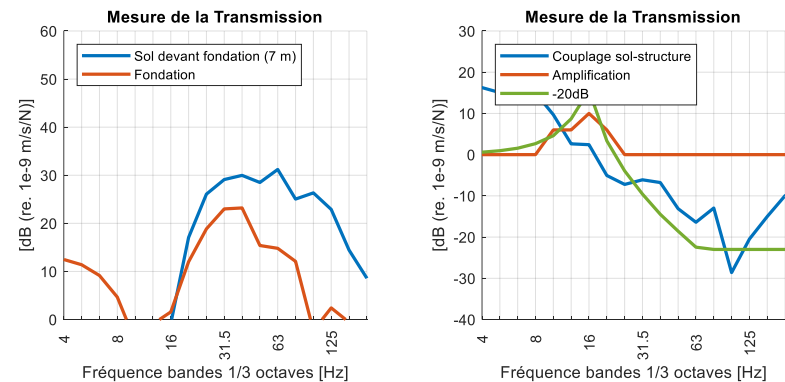
S14 | CAF Urbos 100 | -20dB | 30 km/u



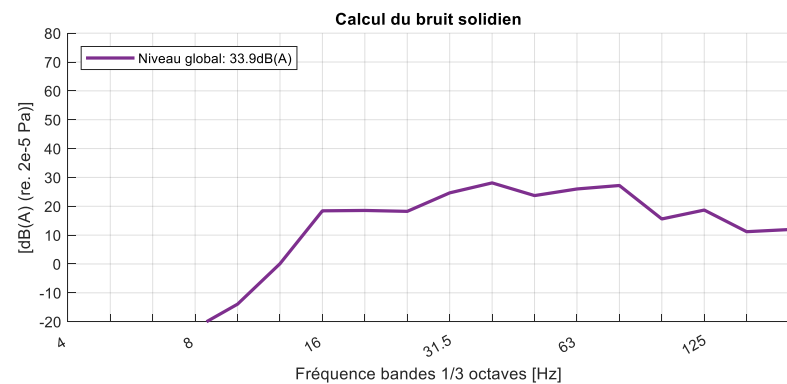
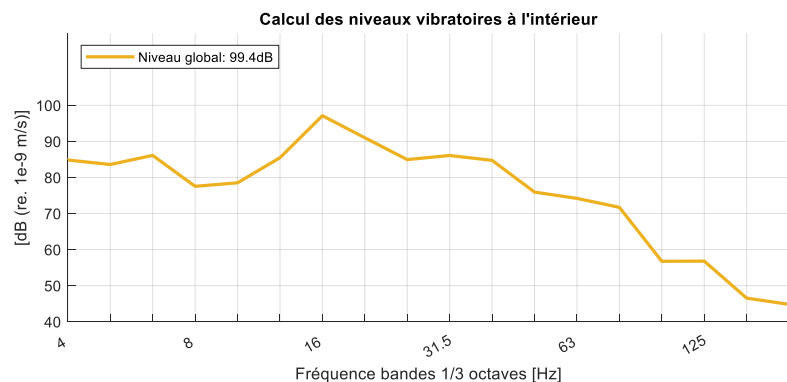
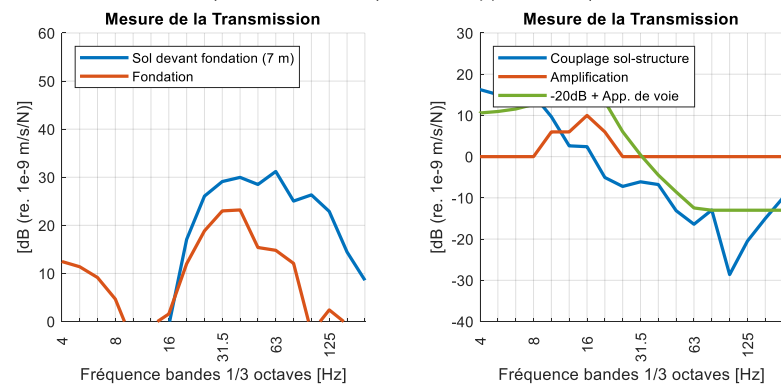
S15 | CAF Urbos 100 | -20dB | 50 km/u



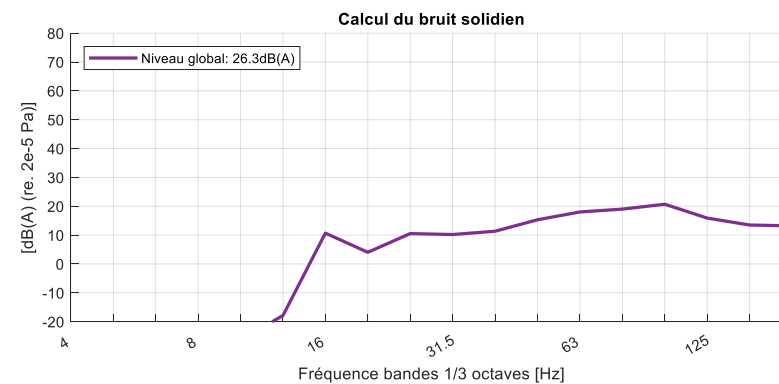
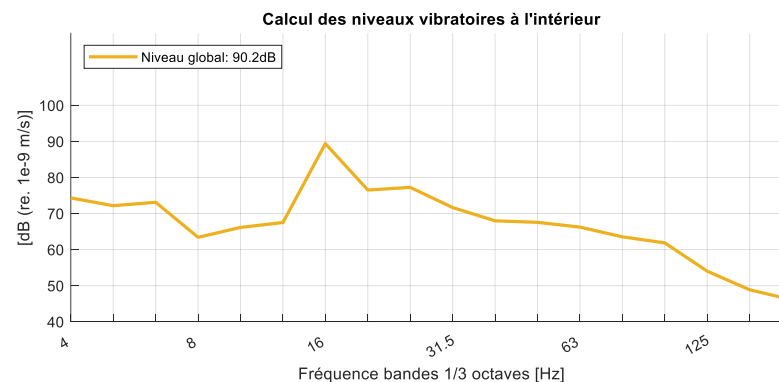
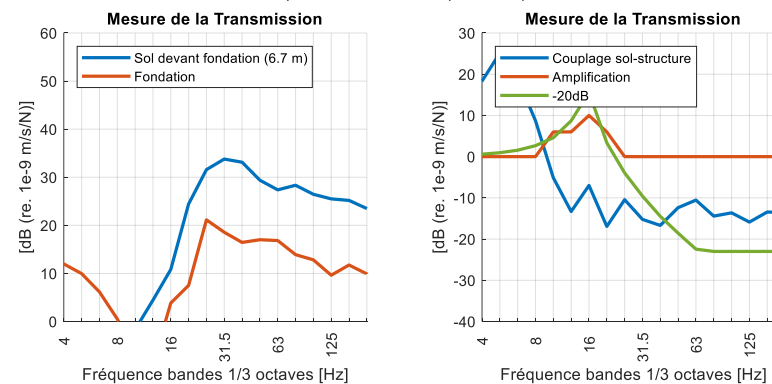
S16 | CAF Urbos 100 | -20dB | 50 km/u



S16 | CAF Urbos 100 | -20dB + App. de voie | 50 km/u

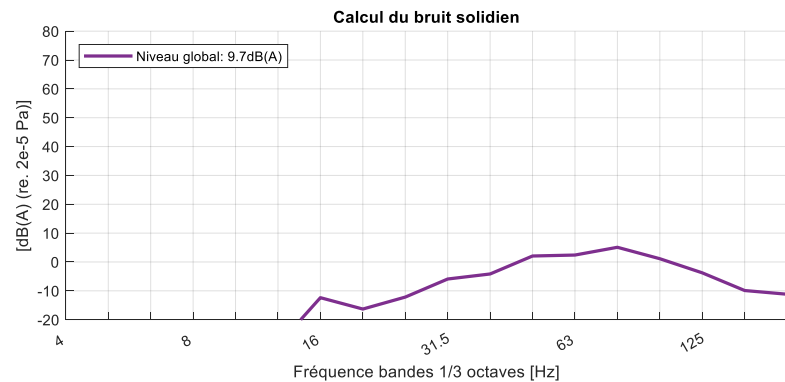
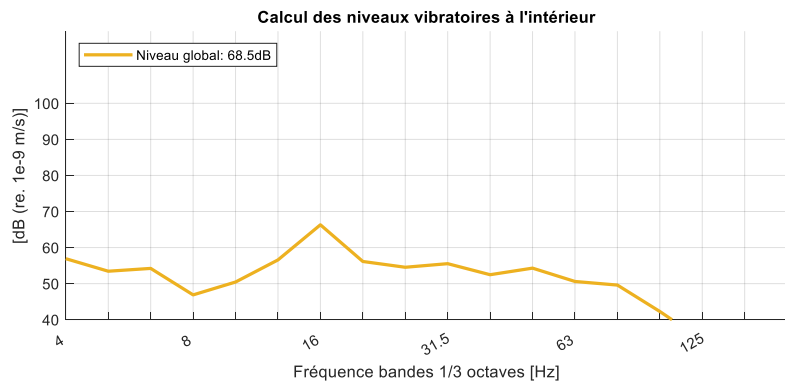
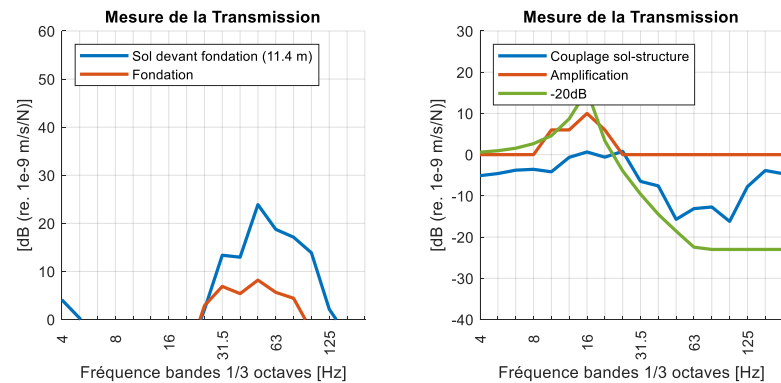


S17 | CAF Urbos 100 | -20dB | 50 km/u

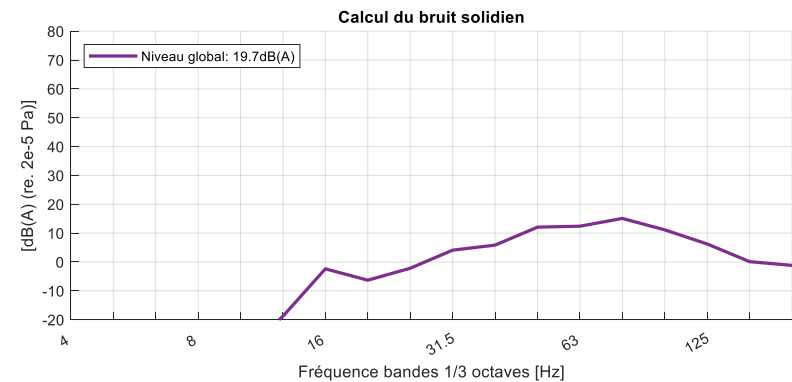
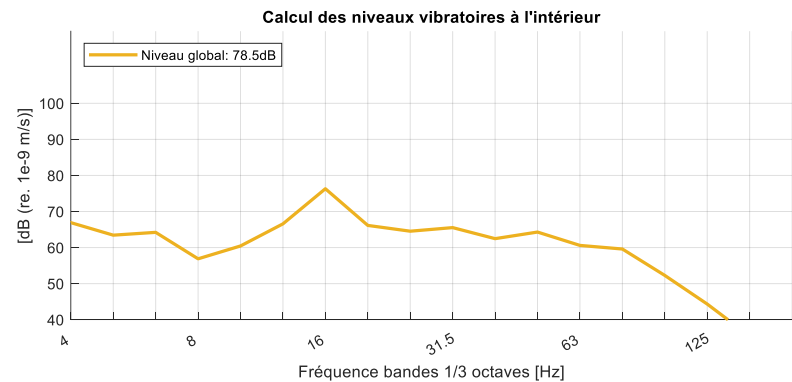
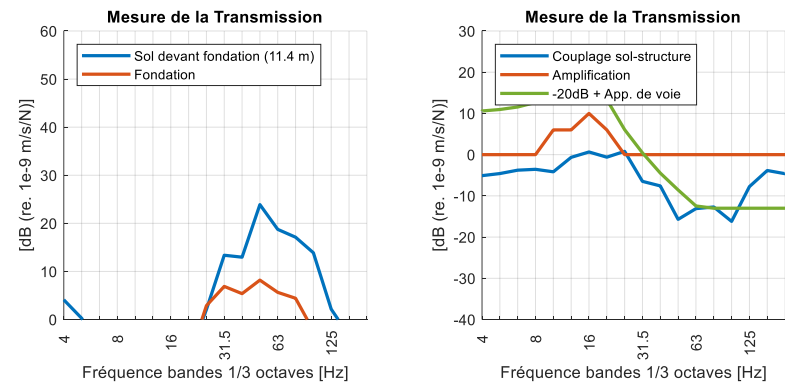




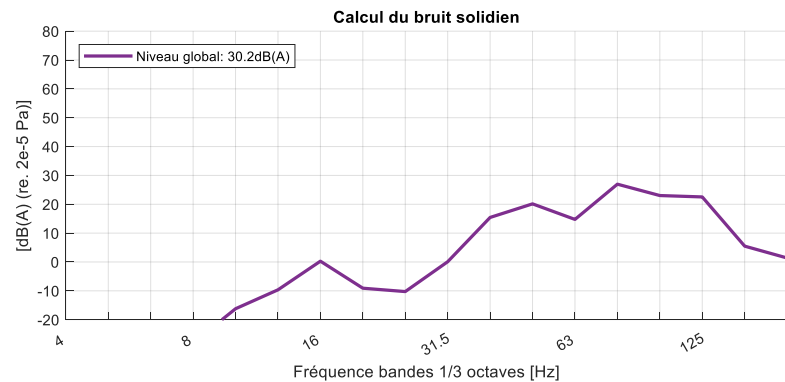
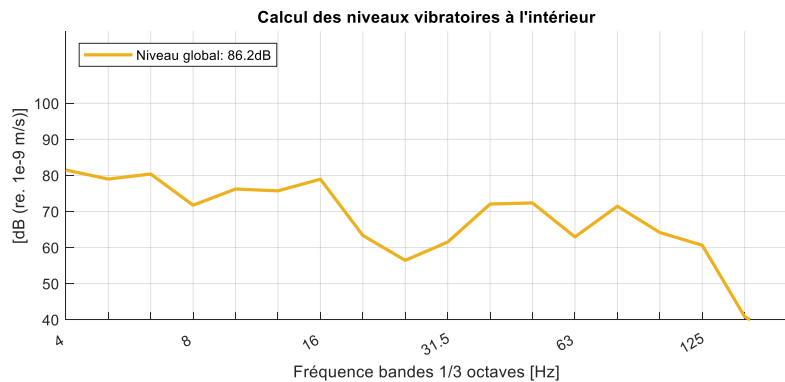
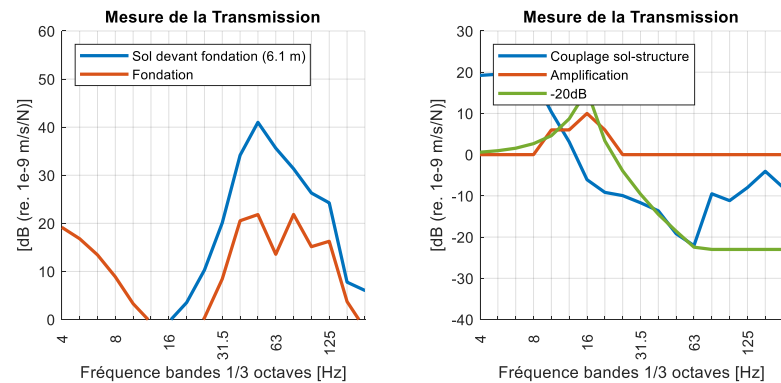
S18 | CAF Urbos 100 | -20dB | 30 km/u



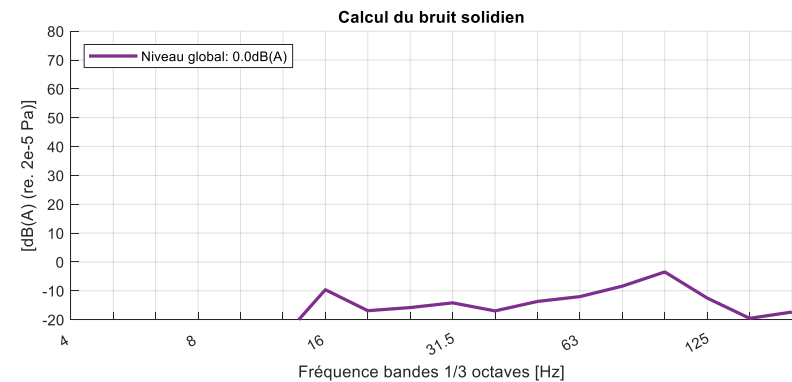
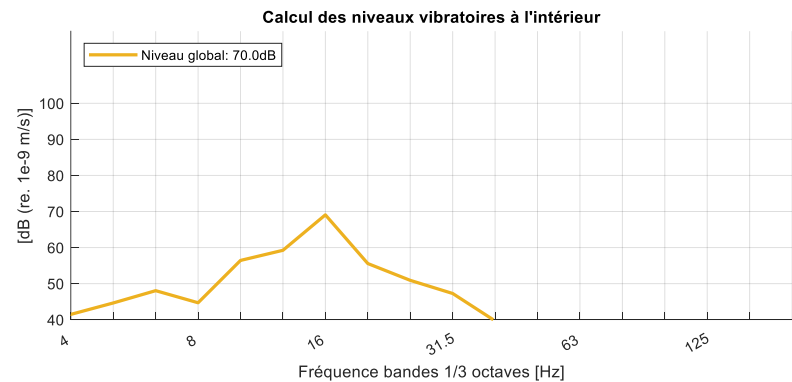
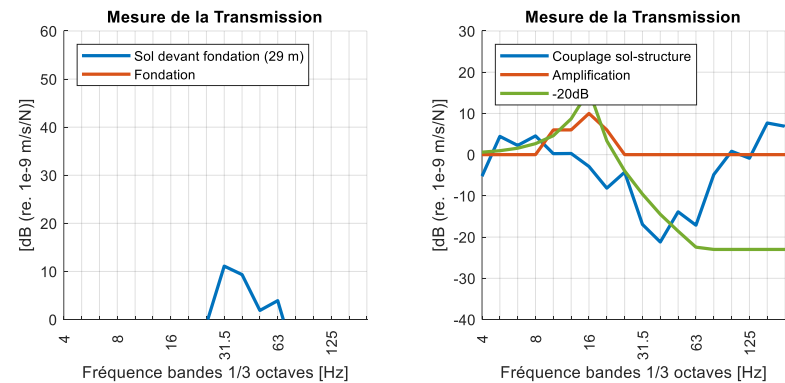
S18 | CAF Urbos 100 | -20dB + App. de voie | 30 km/u



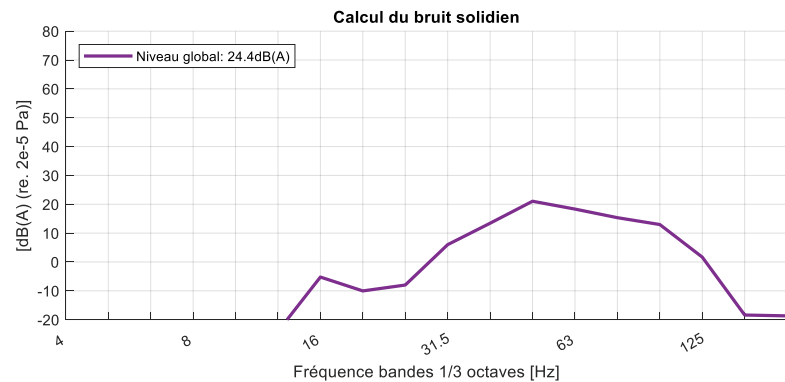
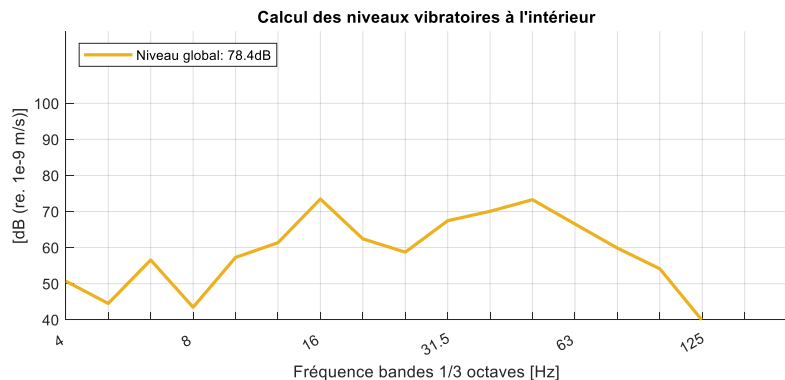
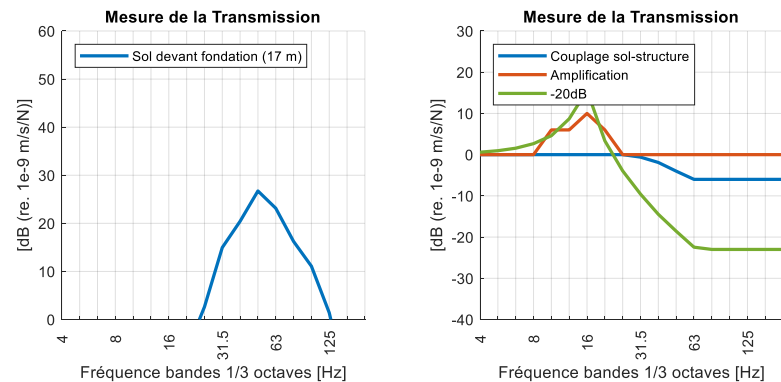
S19 | CAF Urbos 100 | -20dB | 50 km/u



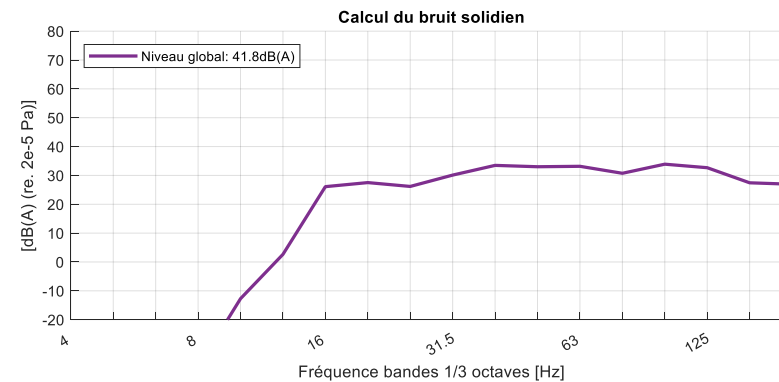
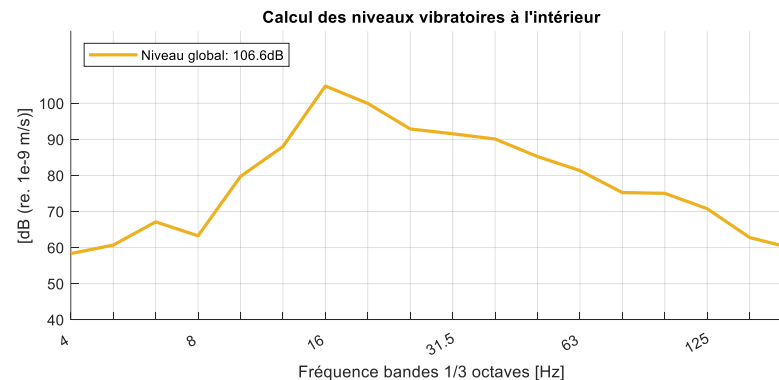
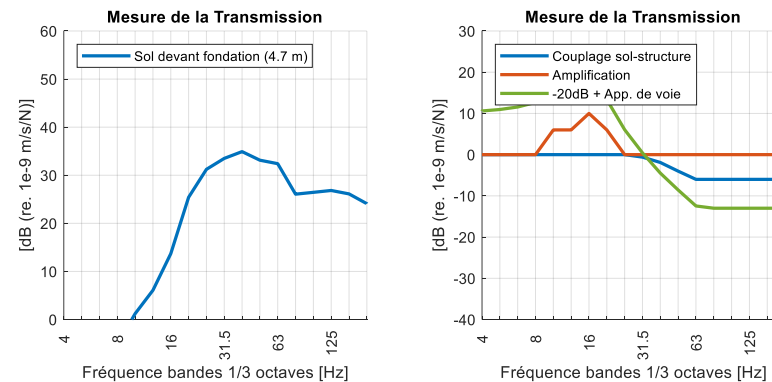
S20 | CAF Urbos 100 | -20dB | 50 km/u



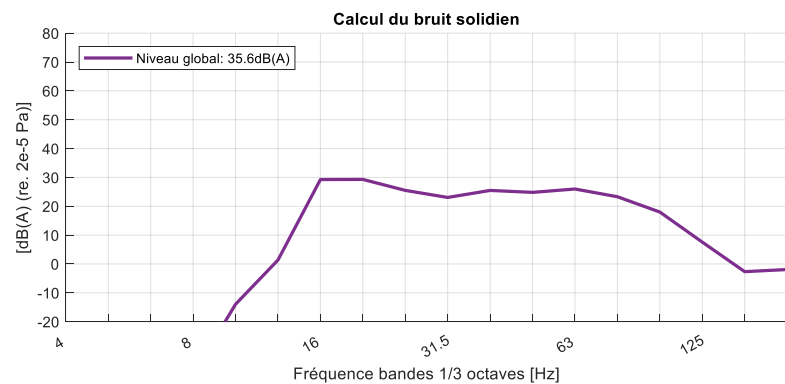
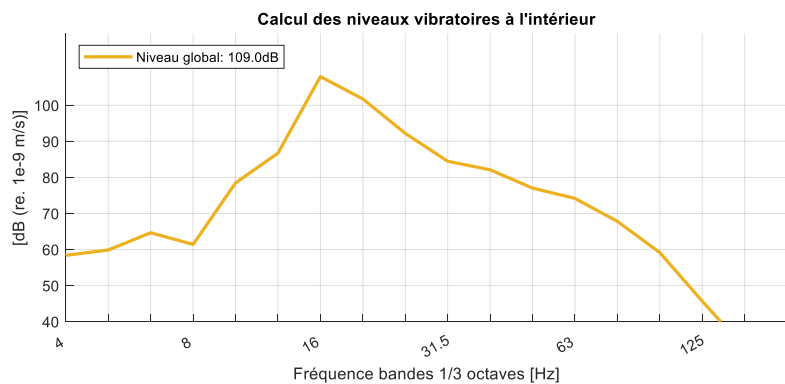
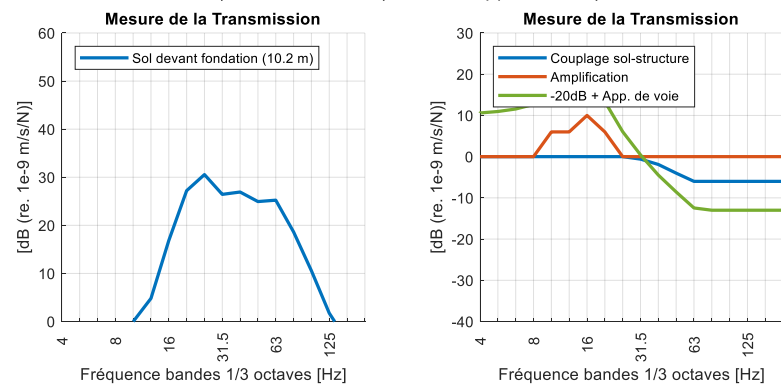
S21 | CAF Urbos 100 | -20dB | 50 km/u



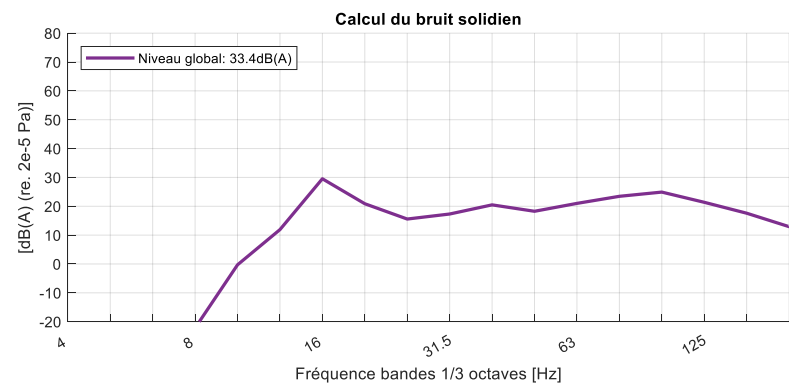
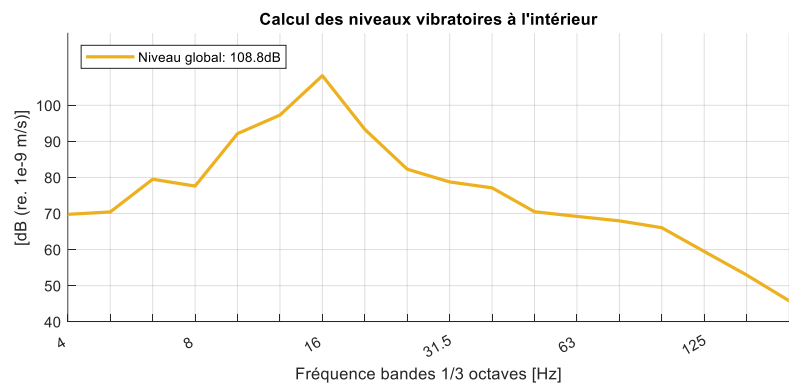
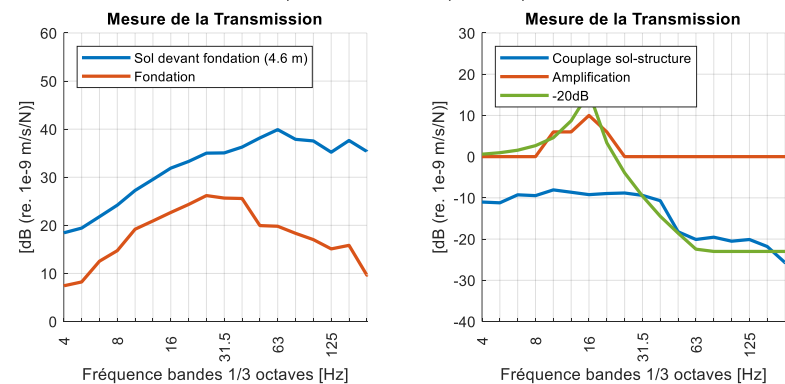
S22a | CAF Urbos 100 | -20dB + App. de voie | 30 km/u



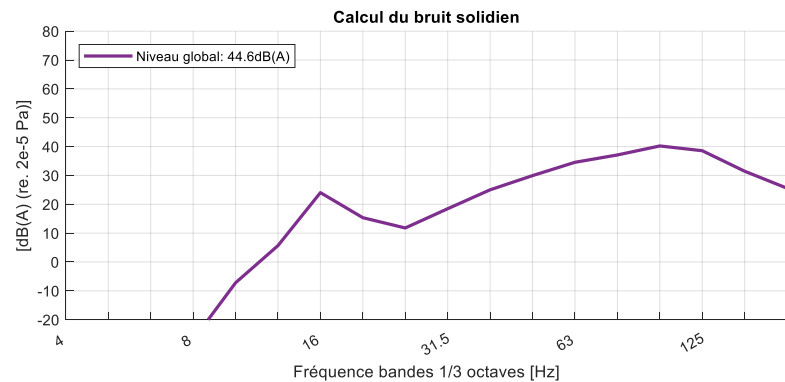
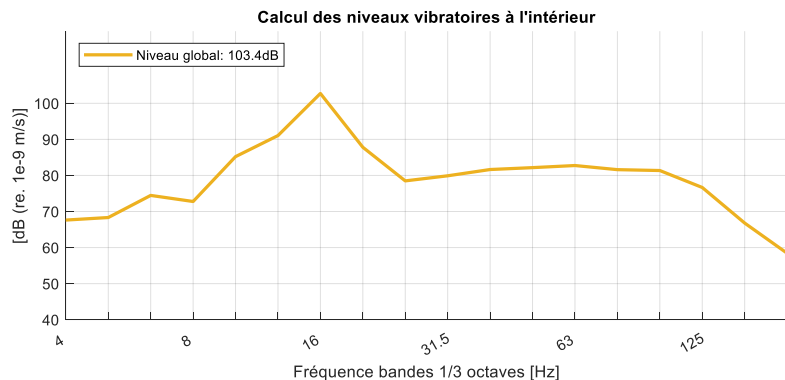
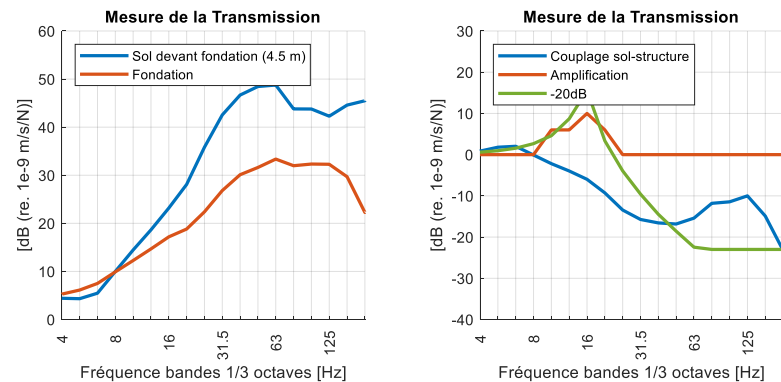
S22b | CAF Urbos 100 | -20dB + App. de voie | 30 km/u



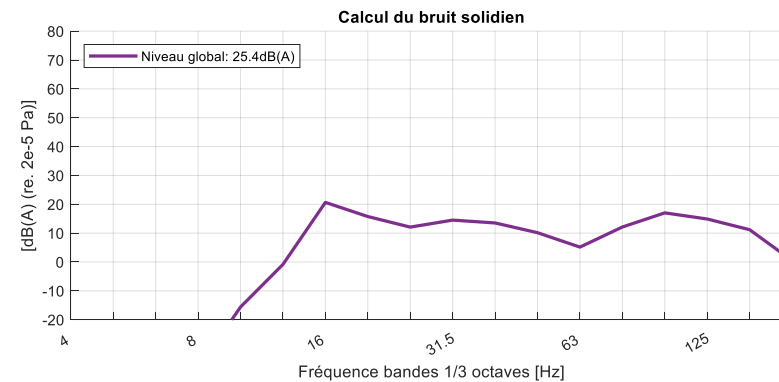
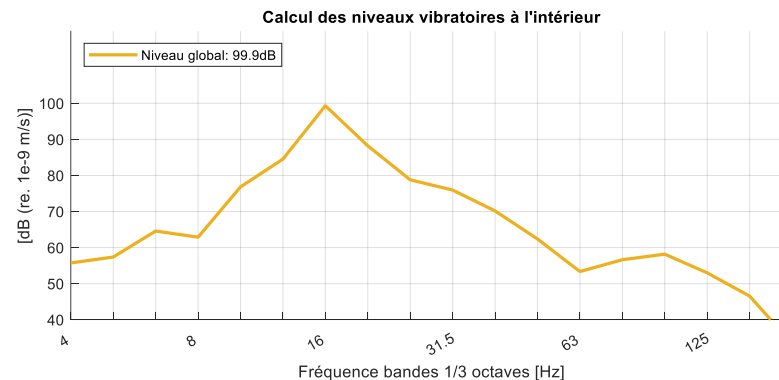
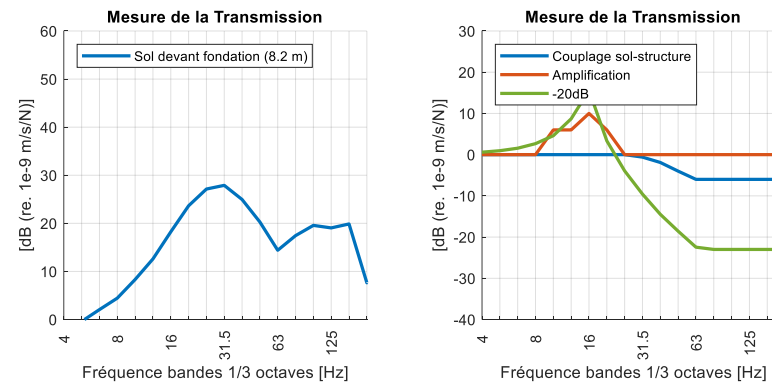
S23 | CAF Urbos 100 | -20dB | 50 km/u



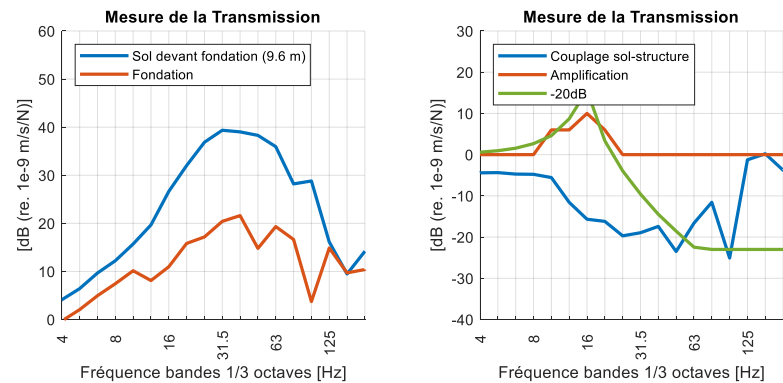
S24 | CAF Urbos 100 | -20dB | 50 km/u



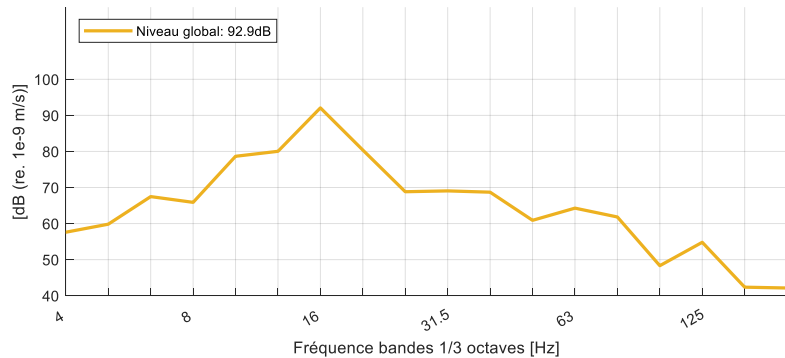
S25 | CAF Urbos 100 | -20dB | 30 km/u



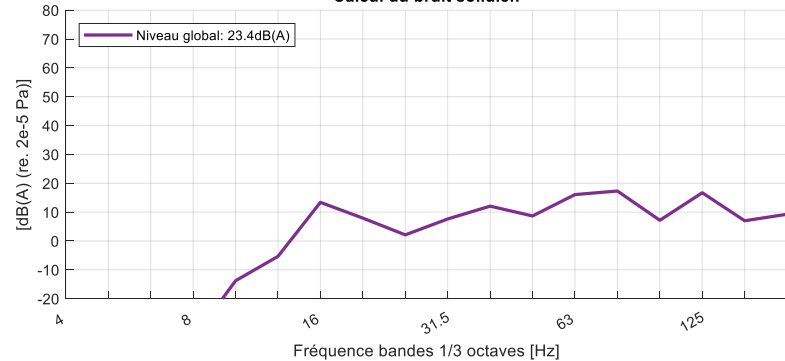
S26 | CAF Urbos 100 | -20dB | 30 km/u



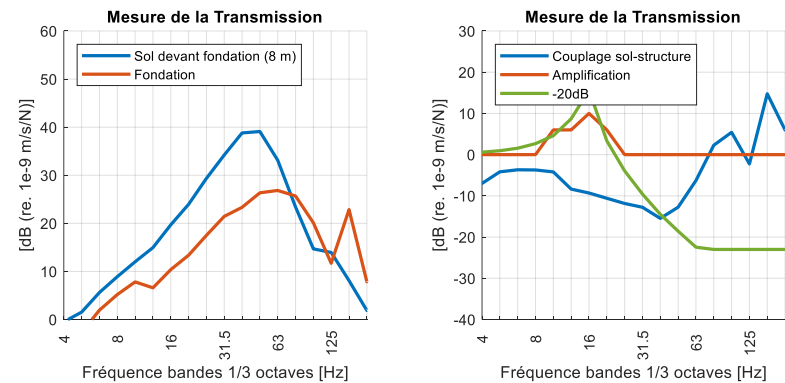
Calcul des niveaux vibratoires à l'intérieur



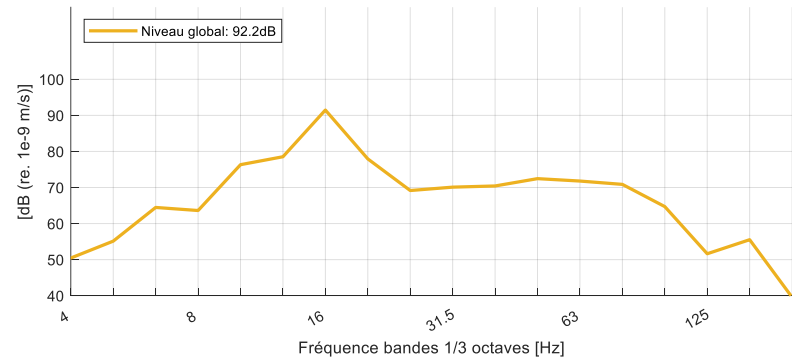
Calcul du bruit solide



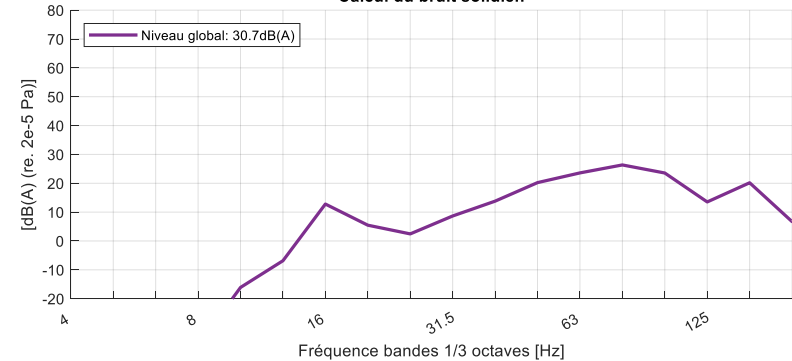
S27 | CAF Urbos 100 | -20dB | 30 km/u



Calcul des niveaux vibratoires à l'intérieur

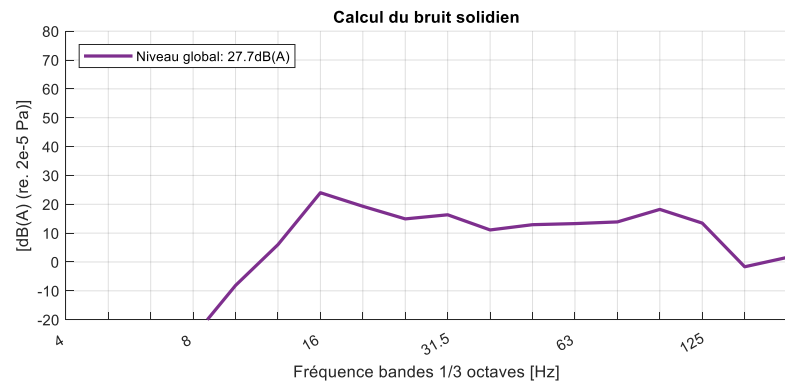
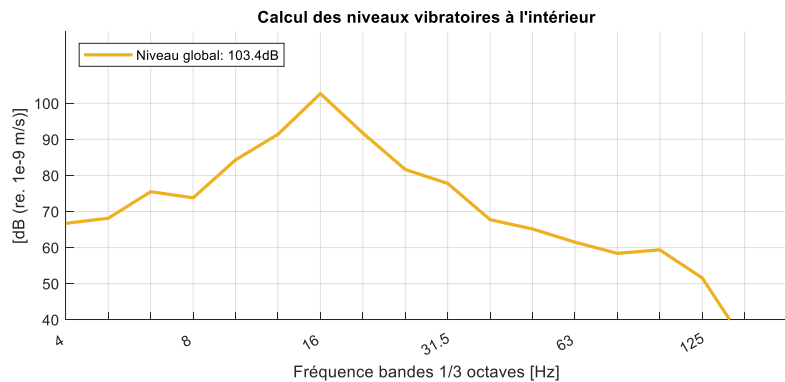
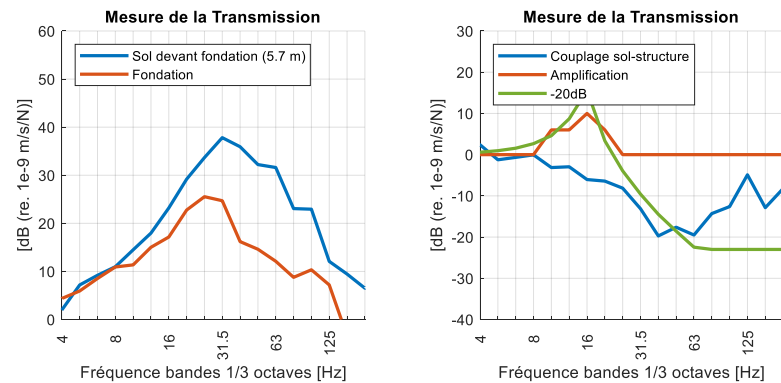


Calcul du bruit solide

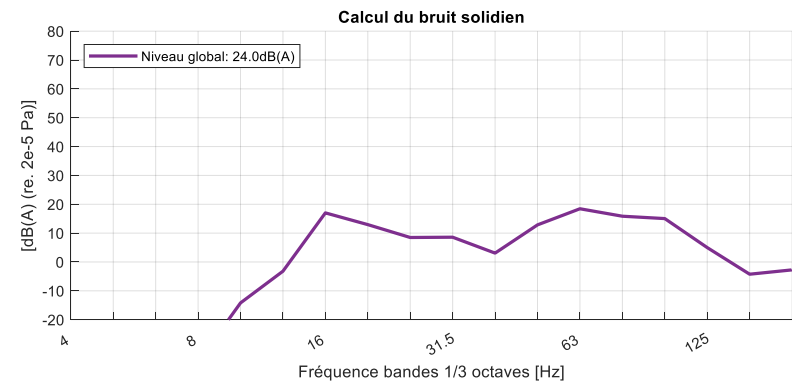
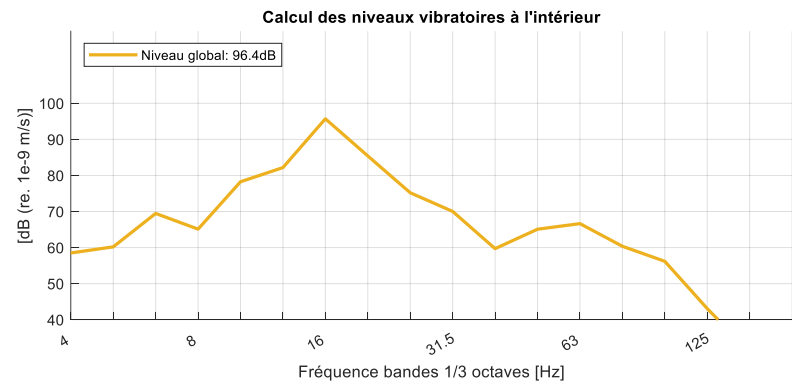
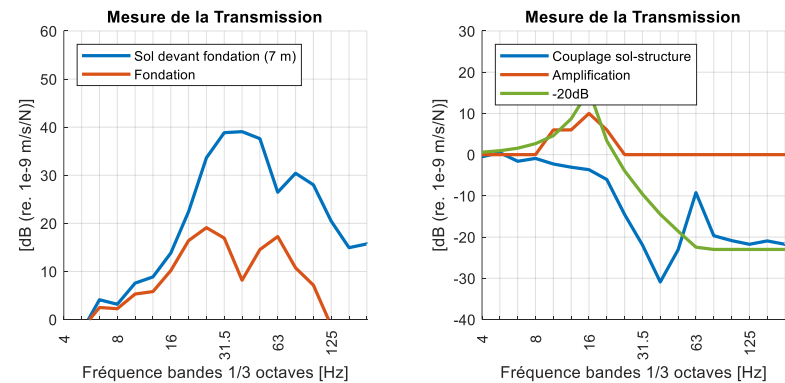




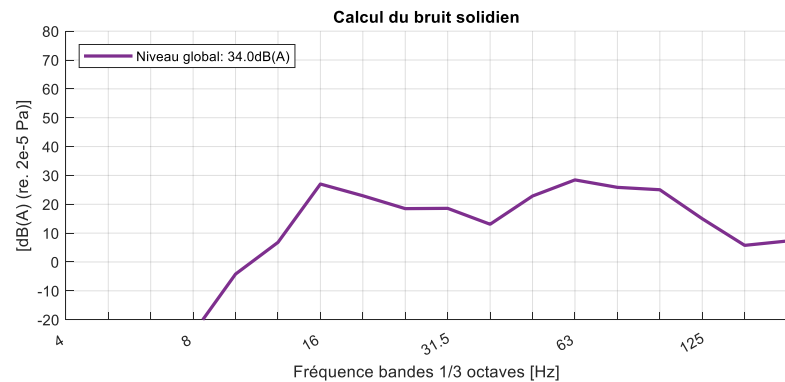
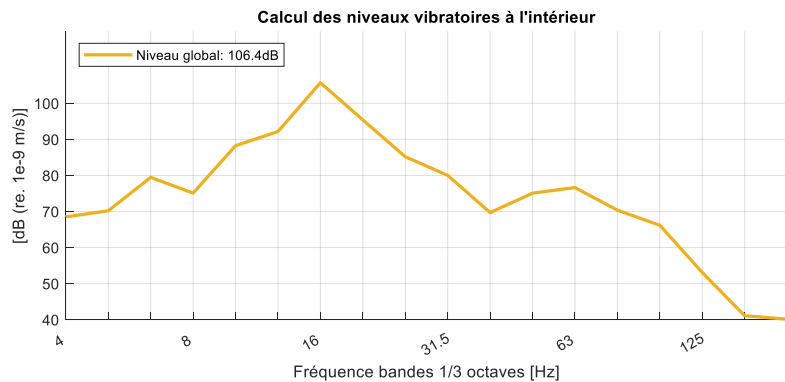
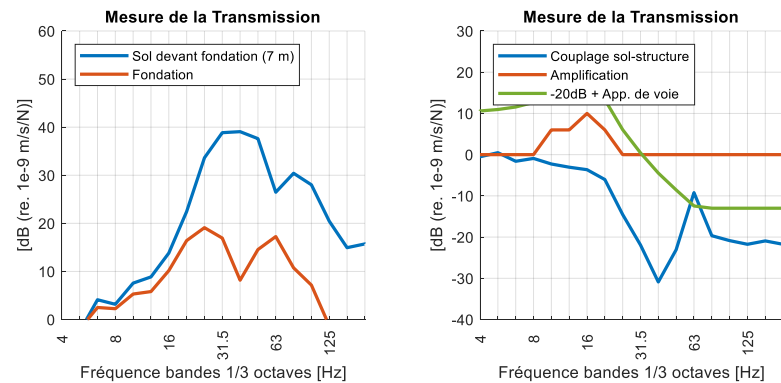
S28 | CAF Urbos 100 | -20dB | 50 km/u



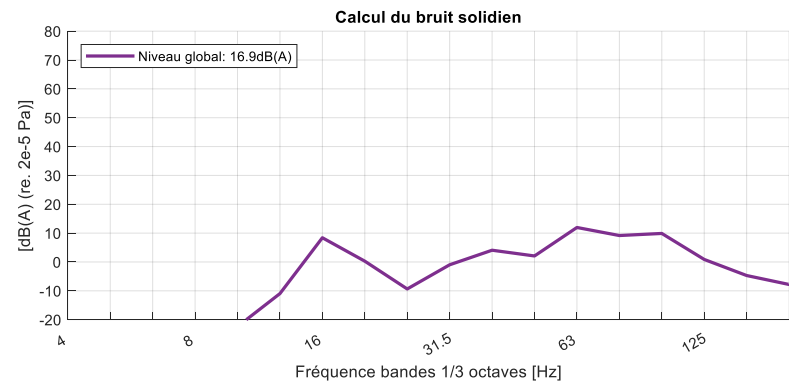
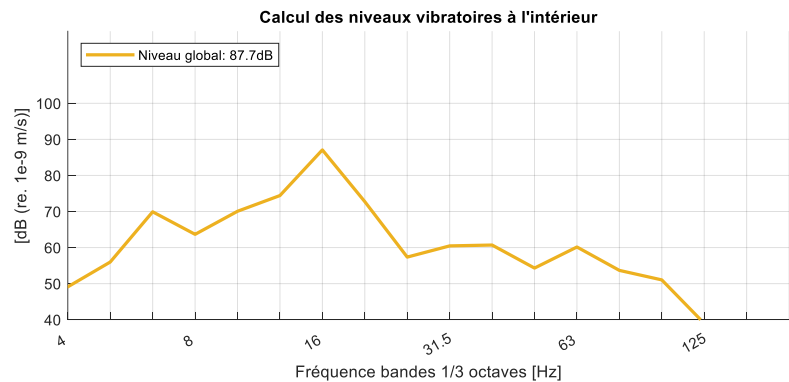
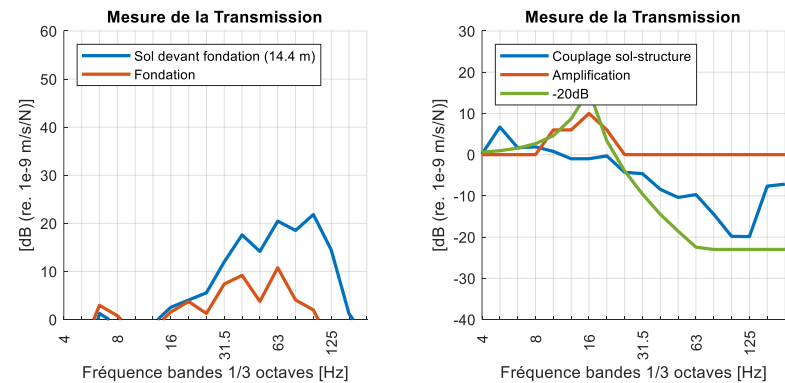
S29 | CAF Urbos 100 | -20dB | 50 km/u



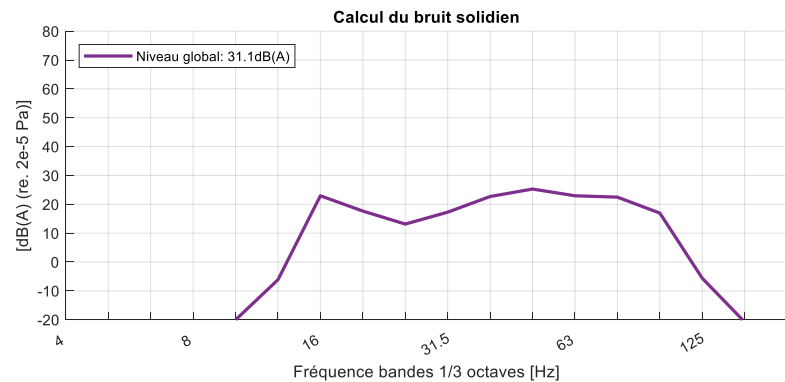
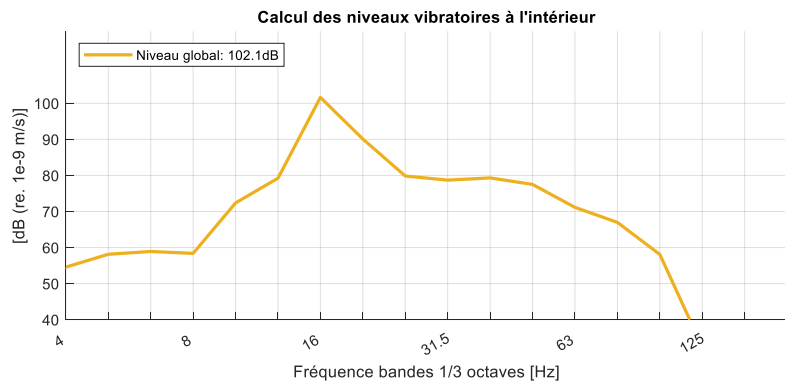
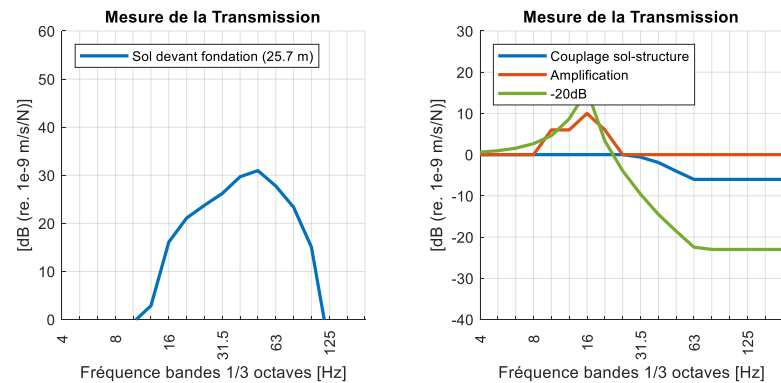
S29 | CAF Urbos 100 | -20dB + App. de voie | 50 km/u



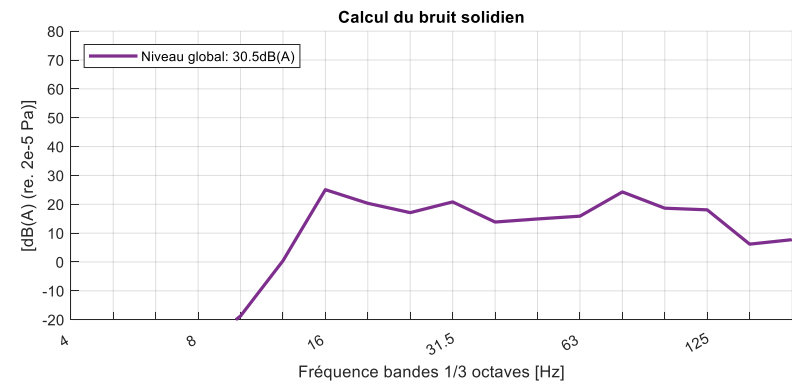
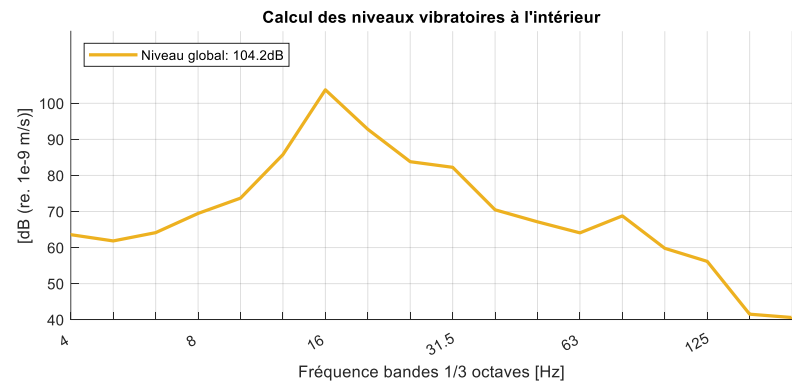
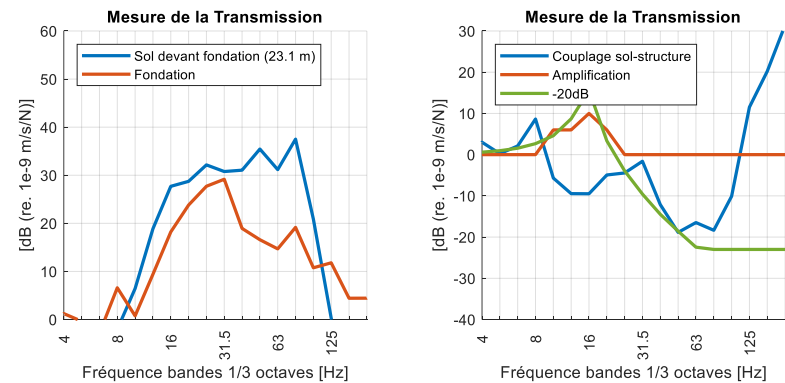
S30 | CAF Urbos 100 | -20dB | 50 km/u



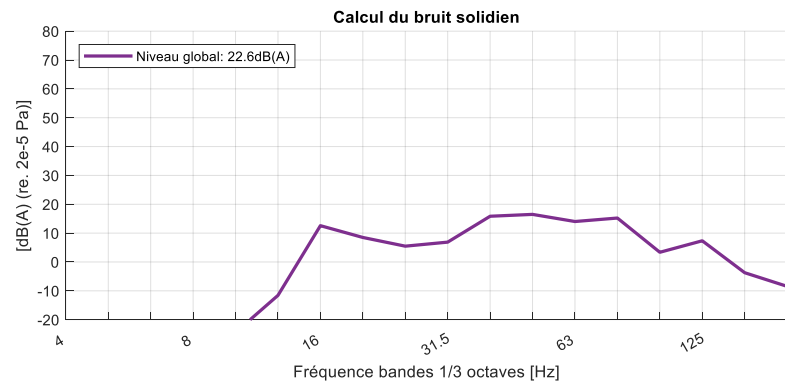
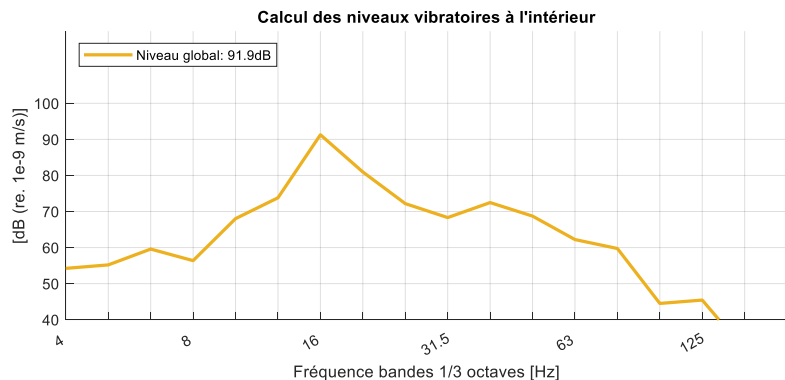
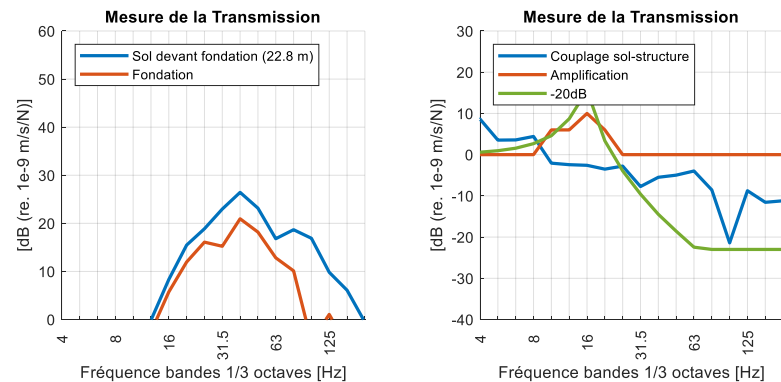
S31 | CAF Urbos 100 | -20dB | 50 km/u



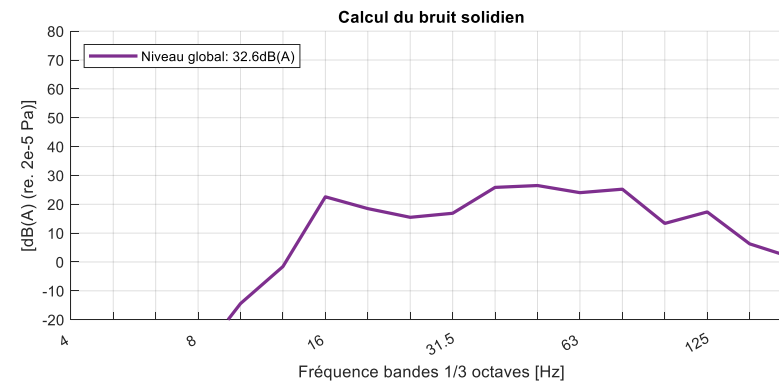
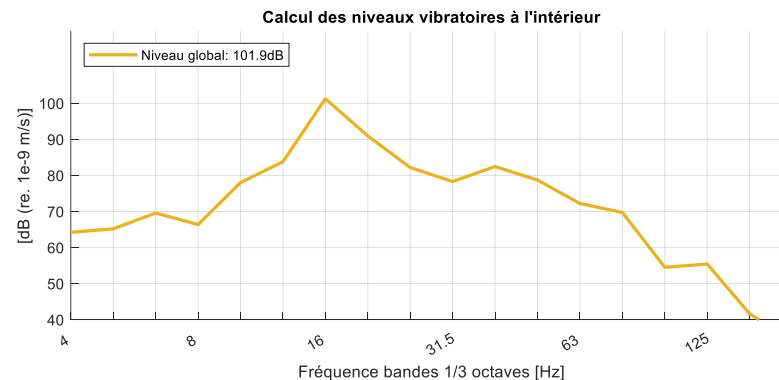
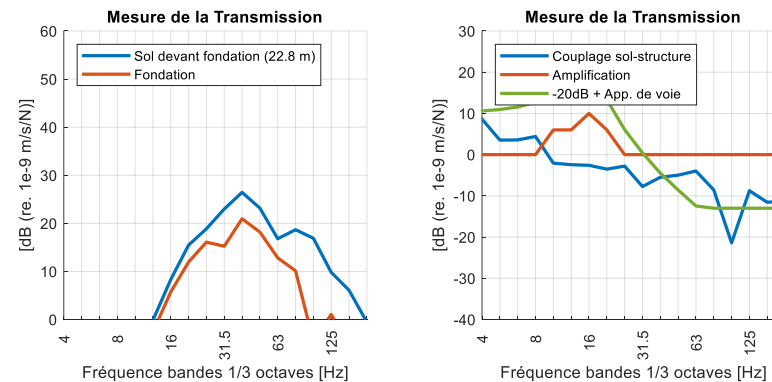
S32 | CAF Urbos 100 | -20dB | 50 km/u



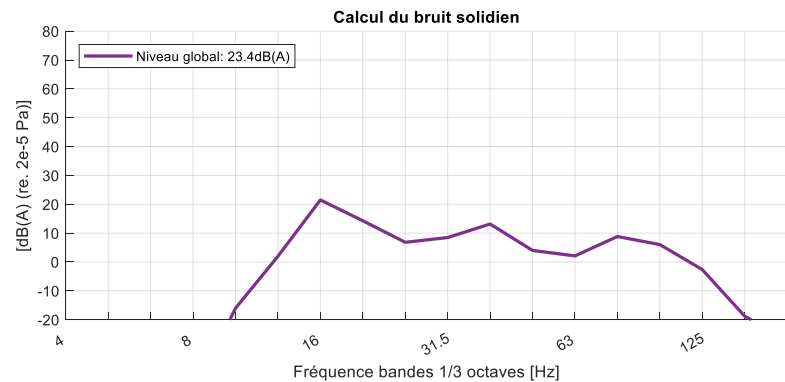
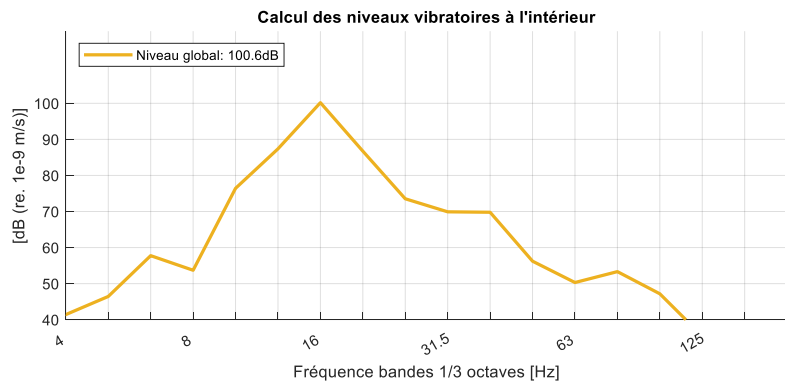
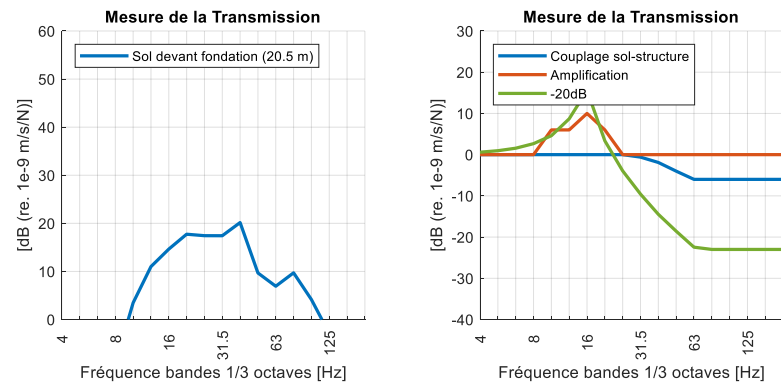
S33 | CAF Urbos 100 | -20dB | 50 km/u



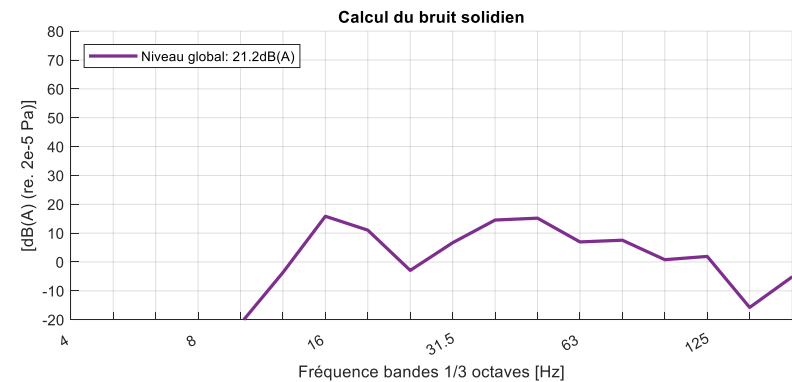
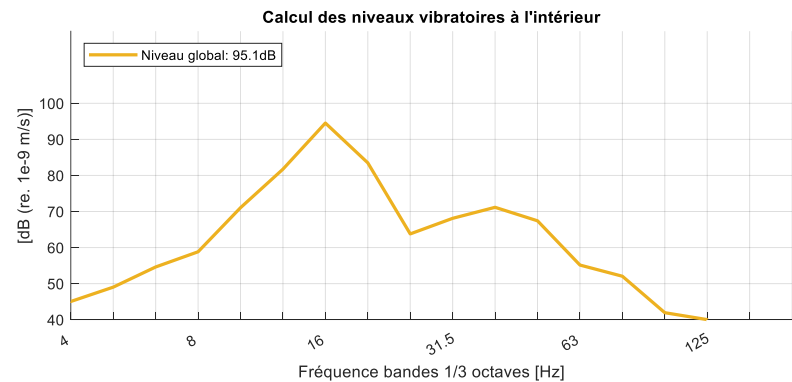
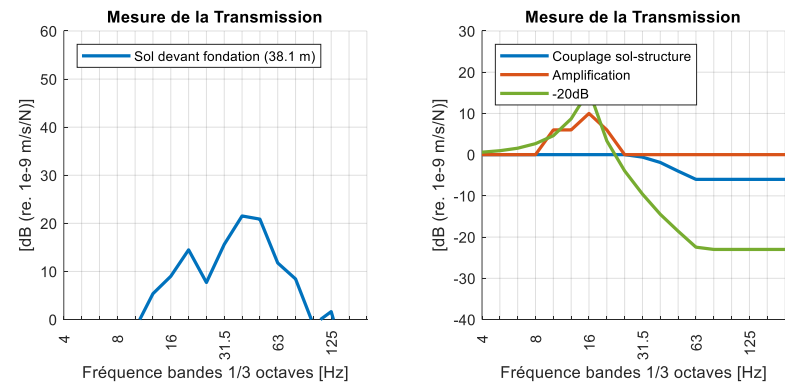
S33 | CAF Urbos 100 | -20dB + App. de voie | 50 km/u



S34 | CAF Urbos 100 | -20dB | 50 km/u



S35 | CAF Urbos 100 | -20dB | 50 km/u



S36 | CAF Urbos 100 | -20dB + App. de voie | 50 km/u

