



**Atrébates**  
**Mesure de vibrations et du bruit solidien**

Le 1 août 2023

**À l'attention de**  
**Bruxelles Environnement**

Par  
Maxime Renneson  
Pierre De Fonseca

## Table des matières

Table des matières .....	2
1 Objectif .....	2
2 Cadre réglementaire.....	2
2.1 Vibrations : DIN 4150-2.....	2
2.2 Bruit solidien généré par le métro .....	4
3 Mesures des vibrations DIN 4150-2.....	4
3.1 Méthodologie .....	4
3.2 Résultats.....	6
3.2.1 Semaine .....	6
3.2.2 Journées.....	7
3.2.3 Nuits .....	8
4 Mesure du bruit solidien.....	9
4.1 Méthodologie .....	9
4.2 Résultats.....	9
4.2.1 Introduction .....	9
4.2.2 $L_{ASmax}$ .....	9
4.2.3 Contribution $L_{Aday}$ .....	10
4.2.4 Spectre .....	10
5 Conclusion .....	11
6 Annexes .....	12
6.1 Conditions météo .....	12
6.2 Horaire STIB.....	13
6.3 Valeur $L_{ASmax} > 42$ dB(A) pendant les nuits.....	15

## 1 Objectif

Les riverains de la rue des Atrébates se plaignent des vibrations et du bruit engendrés par le passage du métro.

Ce rapport présente les niveaux de vibrations qui ont été enregistrés sur la période du vendredi 23/06/2023 au vendredi 30/06/2023 et les compare avec les valeurs limites de la norme DIN 4150-2:1999 « Structural vibration Part 2 : Human exposure to vibration in buildings ».

Deuxièmement, le rapport présente les niveaux de bruit mesurés pendant la même période.

Les mesures ont été effectuées au 17, rue des Atrébates à Etterbeek.

## 2 Cadre réglementaire

### 2.1 Vibrations : DIN 4150-2

Une convention relative à la lutte contre le bruit et les vibrations a été signée le 25 juin 2004 entre la STIB et la Région de Bruxelles-Capitale. Cette convention propose d'utiliser les valeurs de la norme DIN 4150-2 comme valeurs limites.

La norme DIN 4150-2 « volet 2 : gêne aux personnes » est donc d'application.

La norme utilise 2 indicateurs :

- $KB_{Fmax}$  : vibration pondérée maximale
- $KB_{FTr}$  : dose vibratoire, équivalent à une moyenne sur la période considérée (jour ou nuit)

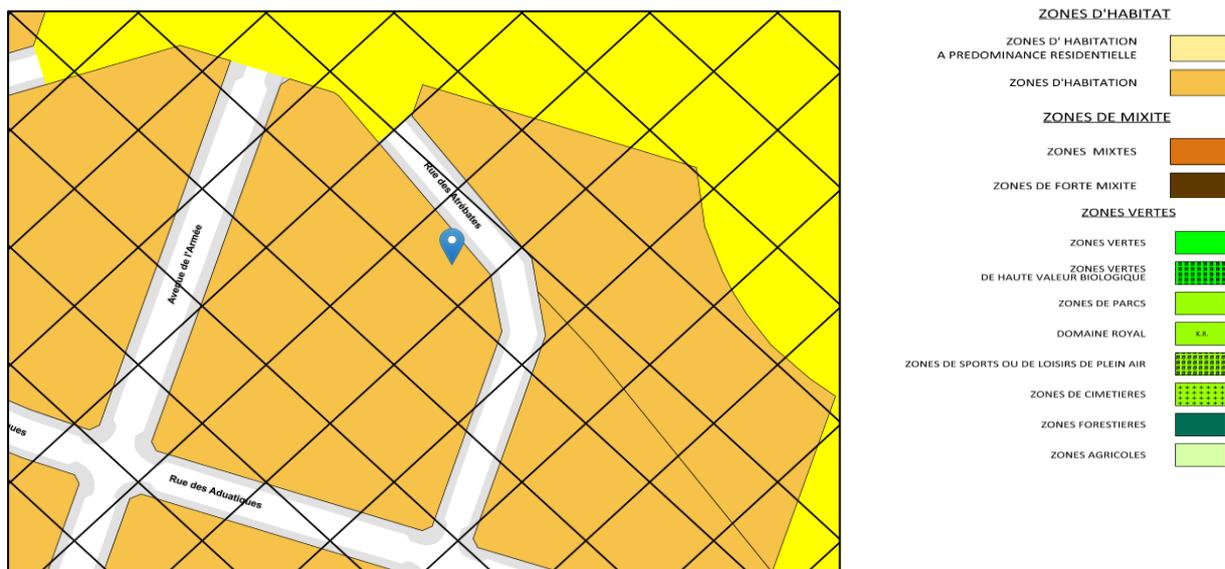
Ces indicateurs sont calculés pour les 3 composantes X, Y et Z. La valeur de la direction la plus élevée est utilisée pour les résultats.

Ces résultats sont comparés avec 3 critères :

- Si la valeur de vibration maximale ( $KB_{Fmax}$ )  $\leq A_u$ : la norme est respectée.
- Si la valeur de vibration maximale ( $KB_{Fmax}$ )  $> A_o$ : la norme n'est pas respectée.
- Si  $A_u < KB_{Fmax} \leq A_o$ , il faut alors évaluer la valeur  $KB_{FTr}$  et vérifier si elle est inférieure ou égale à  $A_r$ . Si tel est le cas, l'exigence standard est respectée.

La norme utilise différentes valeurs limites en fonction de l'emplacement du bâtiment, ceci venant du fait que les personnes seront moins susceptibles d'être gênées par les vibrations dans un environnement industriel que, par exemple, les patients dans un hôpital.

Pour définir la catégorie et les valeurs limites correspondantes, le plan régional d'affectation des sols 'PRAS' de la Région de Bruxelles-Capitale est consulté.



Selon le PRAS l'habitation situé au 17, rue des Atrébates se trouve en zone d'habitation ce qui correspond dans la norme DIN4150-2 à la catégorie 4 « bâtiment dans une zone à prédominance ou purement résidentielle ».

Les valeurs des mesures dans cette situation devront donc respecter les valeurs guides de la catégorie 4.

De plus, la norme fait également la distinction entre le jour (06h00 - 22h00) et la nuit (22h00 - 06h00). Un niveau de vibration pendant la période diurne, est considéré comme moins gênant que les mêmes niveaux de vibration pendant la période nocturne, lorsque les résidents dorment.

Le tableau ci-dessous indique les performances requises pour les vibrations générées par le trafic ferroviaire souterrain, la catégorie 4 est d'application pour la situation présente.

**Table 1: Guideline values for evaluating human exposure to vibration in dwellings and similar spaces**  
( $A_u$  = lower limit,  $A_o$  = upper limit,  $A_r$  = value for comparison with  $KD_{FF}$  values)

Line	Location of building	Day			Night		
		$A_u$	$A_o$	$A_r$	$A_u$	$A_o$	$A_r$
1	Buildings in purely industrial areas, where the only dwellings are intended for plant owners or managers, superintendents, stand-by service personnel, etc. (comparable with 'Industriegebiet' as defined in article 9 of the <i>Baunutzungsverordnung</i> *)	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Buildings in predominantly commercial areas (comparable with 'Gewerbegebiet' as defined in article 8 of the <i>Baunutzungsverordnung</i> *)	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	Buildings in areas which are neither predominantly commercial nor predominantly residential (comparable with 'Kerngebiet' as defined in article 7, 'Mischgebiet' as in article 6 or 'Dorfgebiet' as in article 5 of the <i>Baunutzungsverordnung</i> *)	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
4	Buildings in areas which are predominantly or purely residential (comparable with 'reines Wohngebiet' as defined in article 3, 'allgemeines Wohngebiet' as in article 4 or 'Kleinsiedlungsgebiet' as in article 2 of the <i>Baunutzungsverordnung</i> *)	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Buildings in specially protected areas (such as hospitals) or in health resorts	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

\*) The categories specified in the *Baunutzungsverordnung* (cf. clause 2) are only equivalent to those listed here, since the classification in this standard only considers buildings in terms of human exposure to vibration, while in the *Baunutzungsverordnung* planning needs and other factors are taken into account.

## 2.2 Bruit solide généré par le métro

Une convention trams et métros relative à la lutte contre le bruit et les vibrations des transports en communs a été signée le 25 juin 2004 entre la STIB et Bruxelles Environnement et ce pour les nouvelles lignes. Cette convention donne des valeurs limites pour les vibrations et pour le bruit aérien.

Il n'existe donc actuellement pas de valeurs limites pour le bruit solide généré par le métro (ou tram).

Sur base des résultats d'une étude spécifique (*GFB016 – Méthodologie bruit solide métro – De Fonseca - 2023*), les niveaux du bruit solide généré par les passages de métros seront comparés aux valeurs seuils suivantes :

- Pour la nuit :  $L_{ASmax} \leq 42$  dB(A)
- Pour la journée : la contribution sonore des passages du métro à la moyenne énergétique pendant cette période  $L_{Aday} \leq 35$  dB(A)

Les périodes sont basées sur celle de la DIN4150-2 :

- Jour : de 06h00 à 22h00
- Nuit : de 22h00 à 06h00

## 3 Mesures des vibrations DIN 4150-2

### 3.1 Méthodologie

Les vibrations ont été mesurées dans le salon du rez-de-chaussée du bâtiment situé au 17, rue des Atrébatés à Etterbeek. Les mesures ont été effectuées entre le vendredi 23/06/2023 à 12h00 et le vendredi 30/06/2023 à 12h00. L'accès au salon a été limité pendant cette période afin de réduire le risque d'éventuelles perturbations.

Les mesures ont été effectuées avec un appareil de mesure de type Syscom MR3000C. Cet appareil est spécialement conçu pour des mesures de vibrations dans des bâtiments. Il enregistre les vibrations continuellement dans trois directions perpendiculaires :

- La direction X : parallèle à la rue des Atrébates
- La direction Y : perpendiculaire à la rue des Atrébates
- La direction Z : perpendiculaire au sol



*Photo Bruciel*



*Photo Google Street : 17, rue des Atrébates*

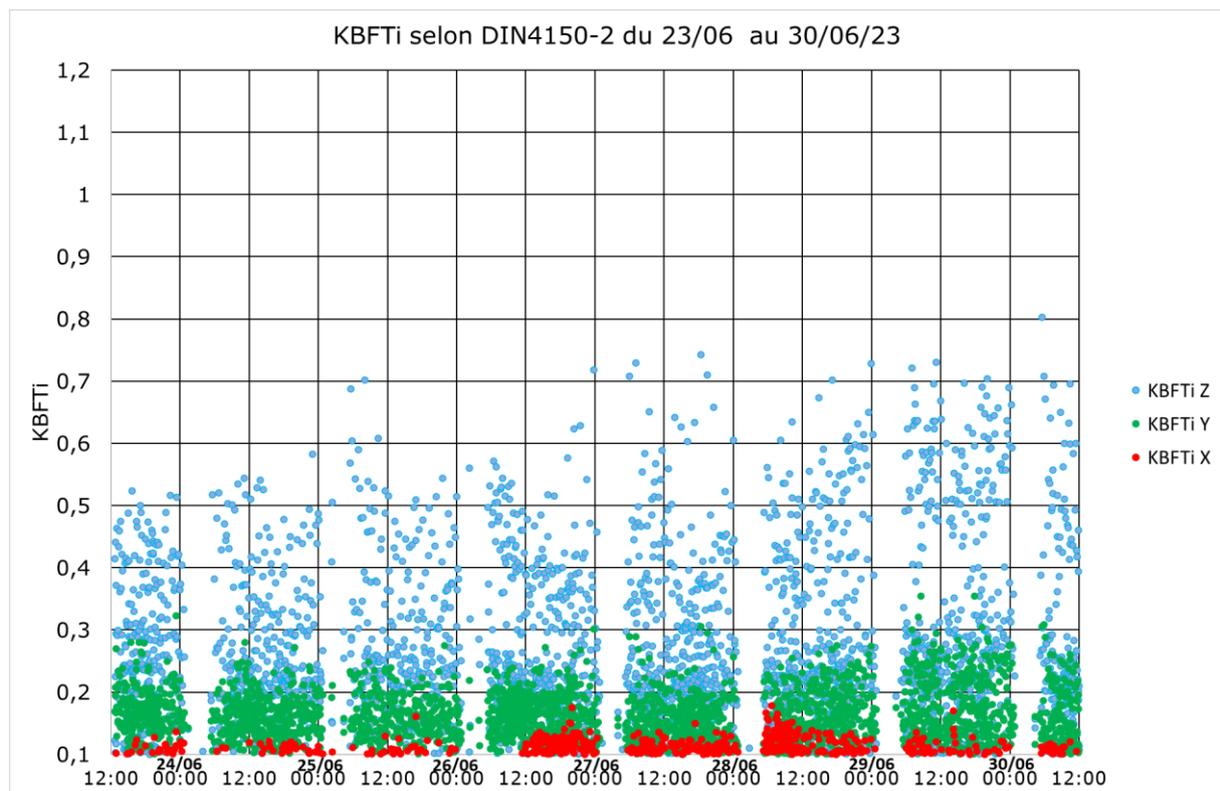


*Appareil de mesure pour les vibrations DIN 4150-2*

## 3.2 Résultats

### 3.2.1 Semaine

Le graphique ci-dessous représente les niveaux  $KB_{FTI}$  pour la semaine du vendredi 23/06/2023 au vendredi 30/06/2023.



- ⇒ Une différence entre les jours et les nuits apparait clairement, avec presque aucune vibration enregistrée entre 00:00 et 05:00.
- ⇒ La journée du vendredi 30/06 enregistre la valeur la plus élevée
- ⇒ La valeur de 0,5 est quotidiennement dépassée.

### 3.2.2 Journées

Le tableau ci-dessous présente les  $KB_{Fmax}$  pendant la journée :

Jour	$KB_{Fmax}$			$A_u$	$A_o$
	Axe X	Axe Y	Axe Z		
23/06*	0,25	0,30	0,63	0,15	3
24/06	0,12	0,28	0,54		
25/06	0,16	0,28	0,70		
26/06	0,17	0,27	0,63		
27/06	0,15	0,31	0,74		
28/06	0,18	0,28	0,70		
29/06	0,17	0,35	0,73		
30/06*	0,12	0,29	0,70		

\* : journée incomplète

- ⇒ Pendant les périodes de la journée, les  $KB_{Fmax}$  mesurés n'atteignent pas la valeur limite de la norme ( $A_o$ ) et ce pour tous les jours et tous les axes. Les valeurs étant comprises entre  $A_u$  et  $A_o$ , la norme demande de comparer les  $KB_{FTi}$  avec  $A_r$ .

Le tableau ci-dessous présente les  $KB_{FTT}$  pendant la journée. Les valeurs en rouge indiquent que la valeur limite est dépassée.

Jour	$KB_{FTT}$			$A_r$
	Axe X	Axe Y	Axe Z	
23/06*	0,02	0,07	0,13	0,07
24/06	0,02	0,06	0,11	
25/06	0,02	0,06	0,10	
26/06	0,03	0,07	0,13	
27/06	0,03	0,07	0,13	
28/06	0,04	0,07	0,14	
29/06	0,03	0,08	0,16	
30/06*	0,02	0,05	0,10	

\* : journée incomplète

⇒ La norme n'est pas respectée et ce pour toutes les journées.

### 3.2.3 Nuits

Le tableau ci-dessous présente les  $KB_{Fmax}$  pendant la nuit, les valeurs en rouge indiquent un dépassement de la valeur limite fixée par la norme :

Nuit	$KB_{Fmax}$			$A_u$	$A_o$
	Axe X	Axe Y	Axe Z		
23/06	0,14	0,32	0,52	0,1	0,2
24/06	0,11	0,24	0,69		
25/06	0,11	0,24	0,56		
26/06	0,14	0,30	0,72		
27/06	0,17	0,26	0,61		
28/06	0,12	0,27	0,73		
29/06	0,12	0,31	0,80		

⇒ Pendant les périodes de la nuit, les  $KB_{Fmax}$  mesurés dépassent la valeur limite de la norme ( $A_o$ ) et ce pour toutes les nuits des axes Y et Z. La norme n'est donc pas respectée.

À titre indicatif (le dépassement de la valeur limite  $A_o$  par les  $KB_{Fmax}$  suffisant à démontrer la non-conformité à la norme), le tableau ci-dessous présente les  $KB_{FTT}$  pendant la nuit.

Les valeurs en rouge indiquent que la valeur limite est dépassée.

Nuit	$KB_{FTT}$			$A_r$
	Axe X	Axe Y	Axe Z	
23/06	0,01	0,04	0,06	0,05
24/06	0,02	0,04	0,08	
25/06	0,01	0,04	0,07	
26/06	0,02	0,04	0,07	
27/06	0,02	0,03	0,07	
28/06	0,01	0,04	0,08	
29/06	0,02	0,04	0,09	

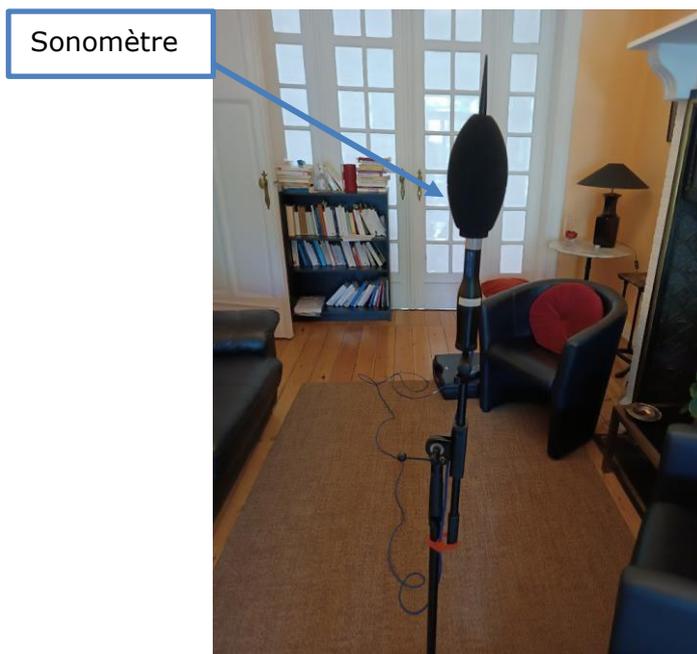
⇒ Pendant les périodes de la nuit, la valeur  $KB_{FTT}$  mesurée selon l'axe z dépasse la valeur limite de de la norme ( $A_r$ ) et ce pour toutes les nuits.

## 4 Mesure du bruit solidien

### 4.1 Méthodologie

Le bruit a été mesuré dans le salon du rez-de-chaussée du bâtiment situé au 17, rue des Atrébates. Elles ont été effectuées entre le vendredi 23/06/2023 à 12h00 et le vendredi 30/06/2023 à 12h00. L'accès au salon a été limité pendant cette période afin de réduire le risque de perturbations.

Les niveaux sonores ont été mesurés avec un sonomètre de classe 1, type Norsonic 140. Le sonomètre a été étalonné avant les mesures selon les instructions du fabricant.



Salon au 17, rue des Atrébates

### 4.2 Résultats

#### 4.2.1 Introduction

Les indicateurs suivants ont été calculés en paramétrant le seuil  $K_{BFTi}$  égal à 0,13 et le critère fréquentiel  $L_C-L_A$  égale à 25.

Ces valeurs correspondent respectivement au seuil  $K_{BFTi}$  à partir duquel on associe les vibrations mesurées à un passage de métro et à la différence entre le  $L_{eq}$  pondéré C et le  $L_{eq}$  pondéré A à partir de laquelle on élimine les valeurs parasitées par une contribution de bruit aérien (non incriminable au métro). Ces valeurs sont différentes pour chaque situation et sont adaptées lors de l'analyse des mesures par l'ingénieur acousticien.

Le procédé pour paramétrer les 2 critères est détaillé dans la méthodologie. Des enregistrements audio ont été utilisés sur une période représentative pour le paramétrage.

#### 4.2.2 $L_{ASmax}$

Comme expliqué au paragraphe 2.2 il est nécessaire de vérifier si la valeur  $L_{ASmax}$  de 42 dB(A) est dépassée pendant les périodes de la nuit (22h00 à 06h00).

Le tableau ci-dessous indique le nombre de fois que la valeur limite de 42 dB(A) est dépassée et dont la cause est attribuée à un passage de métro.

Nuit	Dépassements	Passages métro
Vendredi 23/06	1	43
Samedi 24/06	0	53
Dimanche 25/06	0	56
Lundi 26/06	0	49
Mardi 27/06	0	51
Mercredi 28/06	0	42
Jeudi 29/06	0	49

⇒ La valeur seuil est dépassée seulement une fois la nuit du vendredi 23 au samedi 24/06

Remarque : la valeur  $L_{ASmax}$  et  $KB_{FTi}$  correspondante est indiquée dans les annexes au § 6.3.

#### 4.2.3 Contribution $L_{Aday}$

Le tableau ci-dessous indique la contribution des passages de métro au  $L_{Aeq}$  pendant la période de la journée (6h00 – 22h00).

Journées	Contribution au $L_{Aday}$ dB(A)	Valeur limite dB(A)
Vendredi 23/06*	19,7	35
Samedi 24/06	18,6	35
Dimanche 25/06	19,2	35
Lundi 26/06	20,0	35
Mardi 27/06	19,4	35
Mercredi 28/06	19,3	35
Jeudi 29/06	19,5	35
Vendredi 30/06*	15,3	35

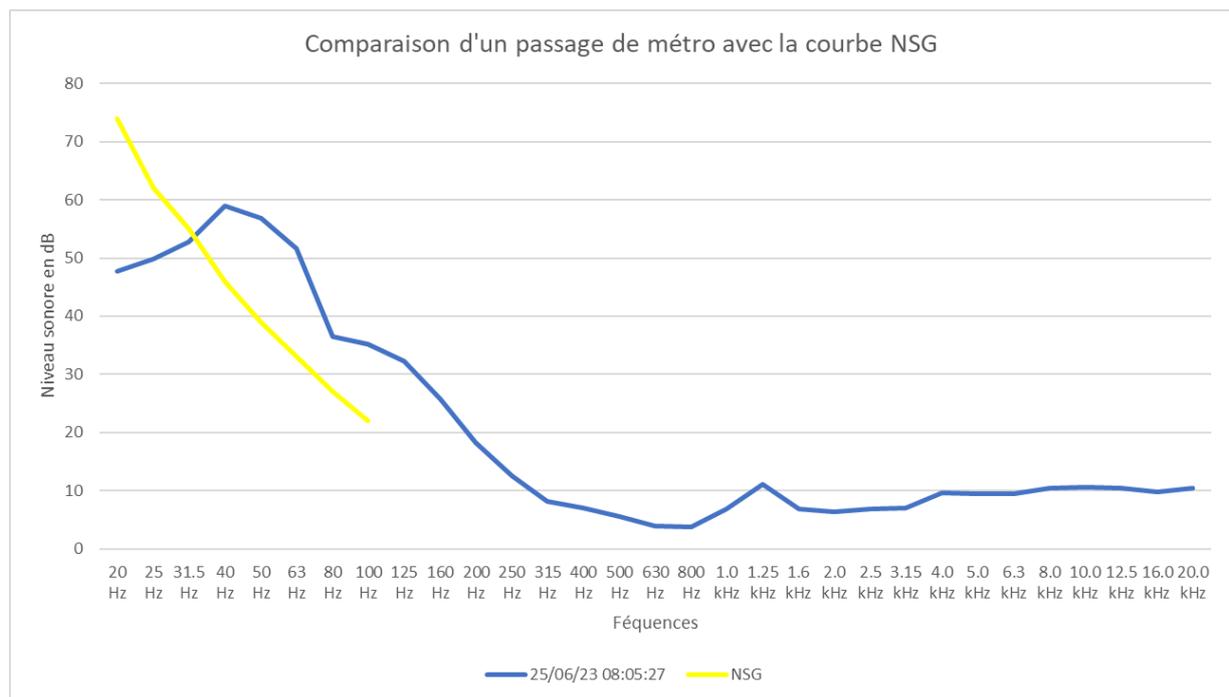
\*période incomplète

⇒ La valeur limite de 35dB(A) n'est jamais dépassée.

#### 4.2.4 Spectre

Le graphique ci-dessous représente le spectre d'une mesure de bruit lors d'un passage de métro, le 25/06/2023 à 08h05m27s

Le spectre est comparé avec la courbe NSG de la fondation néerlandaise contre la pollution sonore (Nederlandse Stichting Geluidshinder 'NSG') afin de détecter un bruit basses fréquences audible. Néanmoins, selon le RIVAS (cf. note bruit solidien), ces valeurs guides sont à nuancer car elles supposent un bruit continu de minimum 5 minutes (ce qui n'est pas le cas pour les passages de métro).



⇒ Le spectre est caractérisé par une présence forte des basses fréquences et notamment un pic autour de 40-50 Hz, dépassant la courbe NSG.

## 5 Conclusion

Suite à des plaintes des riverains de la rue des Atrébates concernant les vibrations et le bruit engendrés par le passage du métro, une mesure a été réalisée au 17, rue des Atrébates entre le vendredi 23/06 et le vendredi 30/06/2023.

Les niveaux de vibrations enregistrés ont été comparé avec les valeurs limites de la norme DIN 4150-2:1999 « Structural vibration Part 2 : Human exposure to vibration in buildings ».

Les niveaux de bruit enregistrés ont été comparés aux critères définis au paragraphe 2.2.

Les résultats pour la gêne générée par les vibrations montrent que la norme n'est pas respectée pour toutes les journées ainsi que pour toutes les nuits mesurées.

Les résultats pour le bruit solidien montrent que le critère  $L_{ASmax}$  est dépassé une fois la nuit du 23 au 24/06.

Pour le bruit solidien en période de jour, la valeur cible  $L_{Aday}$  n'est jamais atteinte par les passages de métros.

Il est à noter que, dans toute campagne de mesures, les résultats tentant à objectiver le ressenti des plaignants, dépendent également de la nature intrinsèque du bâtiment utilisé et de sa localisation.

## 6 Annexes

### 6.1 Conditions météo

23/06/2023		Températures : <b>14°C/26°C</b> Précipitations : <b>0.7mm</b>
24/06/2023		Températures : <b>15°C/30°C</b> Précipitations : <b>0mm</b>
25/06/2023		Températures : <b>18°C/31°C</b> Précipitations : <b>0mm</b>
26/06/2023		Températures : <b>18°C/24°C</b> Précipitations : <b>0.1mm</b>
27/06/2023		Températures : <b>14°C/24°C</b> Précipitations : <b>0mm</b>
28/06/2023		Températures : <b>16°C/24°C</b> Précipitations : <b>0.3mm</b>
29/06/2023		Températures : <b>17°C/24°C</b> Précipitations : <b>0mm</b>
30/06/2023		Températures : <b>12°C/22°C</b> Précipitations : <b>0mm</b>



Arrêt Montgomery en direction de Stockel

Lundi au vendredi - Grandes vacances																											
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1						
24	01	02	02	02	01	01	01	01	01	01	02	02	02	02	02	06	06	06	06	06							
51	08	10	10	10	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09	16	16	16	16	16							
	16	17	17	17	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	26	26	26	26	26							
	23	25	25	25	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	26	36	36	36	36	36							
	31	32	32	32	31	31	31	31	31	31	32	32	32	32	36	46	46	46	46	46							
	39	40	40	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	46	56	56	56	56								
	47	47	47	46	46	46	46	46	46	47	47	47	47	47	56												
	55	55	55	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54													
Valable du 10/07/23 au 25/08/23																											
Lundi au vendredi - Vacances scolaires																											
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1						
24	02	05	05	05	05	07	07	07	07	04	01	54	00	53	04	57	02	05	06	06	06						
37	11	11	11	11	11	14	14	14	14	14	07	06	05	58	09	08	12	16	16	16							
51	15	17	17	17	17	22	22	22	22	14	12	10	10	14	13	19	26	26	26	26							
	23	23	23	23	23	29	29	29	29	19	17	16	20	20	18	26	36	36	36	36							
	31	29	29	29	29	37	37	37	37	22	22	21	25	24	36	46	46	46	46	46							
	39	35	35	35	35	44	44	44	44	29	28	26	30	29	46	56	56	56	56								
	46	41	41	41	41	52	52	52	49	37	33	32	36	34	56												
	53	47	47	47	47	59	59	59	52	45	38	37	41	39													
	59	53	53	53	53	59			59	50	44	42	46	45													
		59	59	59	59	59			59	56	49	48	52	51													
														58													
Valable du 03/07/23 au 07/07/23 Valable du 26/08/23 au 01/09/23																											
Samedi																											
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1						
42	07	07	07	04	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02	06	06	06	06	06							
52	22	22	19	14	09	09	10	10	10	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16	16							
	37	37	22	24	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	26	26	26	26	26							
	52	52	34	31	24	24	25	25	25	25	25	25	25	25	25	36	36	36	36	36							
			44	34	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	46	46	46	46	46							
			54	44	39	39	40	40	40	40	40	40	40	40	40	56	56	56	56	56							
				54	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	56											
					54	54	55	55	55	55	55	55	55	55	58												
Dimanche et jours fériés																											
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1						
42	07	07	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05	06	06	06	06	06							
52	22	22	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16							
	37	37	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	26	26	26	26	26							
	52	52	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	36	36	36	36	36	36							
			45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	46	46	46	46	46	46							
			55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	56	56	56	56	56	56							
Jours fériés 21/07/23 : Fête Nationale 15/08/23 : Assomption																											
Lundi au vendredi - Période Scolaire																											
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1						
27	02	01	03	00	02	00	07	07	07	07	07	02	04	01	03	00	06	06	06	06							
39	12	06	06	05	07	07	14	14	14	14	14	08	08	06	05	16	16	16	16	16							
49	20	11	13	10	12	14	22	22	22	22	22	13	15	12	14	11	26	26	26	26							
51	25	17	19	15	17	22	29	29	29	26	18	20	17	19	19	36	36	36	36	36							
	30	22	24	21	23	29	37	37	37	29	23	25	22	24	26	46	46	46	46	46							
	36	27	29	26	28	37	44	44	44	37	28	30	27	29	36	56	56	56	56	56							
	40	32	34	31	33	44	52	52	52	42	33	35	32	34	46												
	46	37	39	36	38	52	59	59	57	47	39	41	37	39	56												
	51	42	44	41	43	59			59	52	44	46	43	44													
	56	48	50	46	48	48			57	49	51	48	50	50													
		53	55	52	54					54	56	53	55	55													
			58	57						59	58	58	58	58													

### 6.3 Valeur $L_{ASmax} > 42$ dB(A) pendant les nuits

Le tableau ci-dessous représente la valeurs  $L_{ASmax}$  mesurées pendant les nuits, supérieure à 42 dB(A) et avec une valeur  $KB_{FTi}$  correspondante supérieure à 0,13.

Date	Heure	$KB_{FTi}$ z	$L_{ASmax}$
<b>23-06-23</b>	23:46:55	0,42	42,5