

Modélisation acoustique des futurs travaux de réaménagement et de parachèvement des digues

Dépôt à neige Raymond

Rapport réalisé pour :

Ville de Québec

Préparé par :

Dave Nadeau, chargé de projet
Chirine Yarmani, Stag.
Michel Pearson, ing.



Mai 2020

N/Réf. : 20-02-28-SD

Table des matières

1	Contexte	1
2	Objectif	1
3	Réponse subjective de l'oreille humaine	1
4	Méthodologie.....	2
4.1	Rappel de la réglementation.....	2
4.1.1	Note d'instruction 98-01 (NI 98-01) du MELCC.....	2
4.2	Procédure.....	3
4.2.1	Modélisation acoustique.....	3
4.3	Localisation.....	3
4.3.1	Points d'évaluation	3
4.3.2	Écrans acoustiques et équipements.....	4
5	Modélisations acoustiques.....	7
5.1	Réaménagement des digues.....	7
5.1.1	Effet Terre VS Roc.....	7
5.1.2	Situations projetées.....	8
5.2	Parachèvement des digues.....	11
5.2.1	Effet Terre VS Roc.....	11
5.2.2	Situations projetées.....	12
6	Recommandations	18
6.1	Recommandations pour des mesures de mitigation	18
6.2	Surveillance sonore des activités de chantier.....	19
7	Conclusion.....	20
Annexe A	Effet Roc VS Terre (sable)	21
Annexe B	Fiches techniques des alarmes à large bande	22
Annexe C	Stations de monitorage de Soft dB	24

Liste des figures

Figure 1:	Localisation des points d'évaluation pour la période hivernale.....	3
Figure 2:	Écrans acoustiques.....	4
Figure 3:	Équipements pour les futurs travaux de réaménagement des digues.....	5
Figure 4:	Équipements pour les futurs travaux de parachèvement des digues.....	6
Figure 5:	Exemple de station de surveillance sonore.....	19

Liste des tableaux

Tableau 1:	Réponse subjective de l'oreille humaine	1
Tableau 2 :	Niveaux sonores maximaux en fonction de la catégorie de zonage	2
Tableau 3:	Caractérisation de deux scénarios.....	3
Tableau 4:	Niveaux sonores simulés en cas de déchargement de roc et en cas de déchargement de terre....	7
Tableau 5:	Effet de rehausser l'écran le long de Louis-XIV de 4m à 6m.....	8
Tableau 6:	Effet d'utilisation des alarmes de recul à bruit large bande.....	9
Tableau 7:	Effet de l'utilisation des claquements de bennes	10
Tableau 8:	Effet des situations projetées sur le niveau simulé initial	11
Tableau 9:	Niveaux sonores simulés en cas de déchargement de roc et en cas de déchargement de terre.	11
Tableau 10:	Effet du nombre de camions sur site sur les niveaux simulés	12
Tableau 11:	Effet de rehausser l'écran le long de Louis-XIV de 4m à 6m.....	13
Tableau 12:	Effet d'utilisation des alarmes de recule à bruit large bande.....	14
Tableau 13:	Effet de l'utilisation des claquements de bennes	15
Tableau 14:	Effet des situations projetées sur le niveau simulé initial	16
Tableau 15:	Effet sonore pour les équipements lors de l'utilisation de roc.....	21

1 Contexte

La Ville de Québec a fait appel à Soft dB en 2019 afin de réaliser une mise à jour de l'étude d'impact acoustique concernant les opérations situées au dépôt à neige Raymond à Beauport.

Des futurs travaux de réaménagement et de parachèvement des digues sont prévus. La Ville de Québec souhaite connaître l'impact potentiel de l'utilisation de matériaux d'excavation du Réseau de transport structurant en commun (RSTC) pour le parachèvement de digues au dépôt à neige de Beauport. Les modélisations permettront au consortium de déterminer les meilleures pratiques en considérant leurs impacts sur le climat sonore des secteurs sensibles.

2 Objectif

Les objectifs du projet consistent à déterminer si les futurs travaux de réaménagement et de parachèvement des digues auront un impact sonore aux résidences situées près du dépôt à neige.

Les sous-objectifs sont les suivants :

- 1) Intégrer les nouveaux éléments d'opération au modèle acoustique développé dans une étude précédente;
- 2) Modéliser les nouveaux scénarios d'opérations;

3 Réponse subjective de l'oreille humaine

Selon la sensibilité de l'oreille humaine, il est généralement établi qu'une augmentation du niveau acoustique de l'ordre de 3 dB est faiblement perceptible et une augmentation de 10 dB est « deux fois plus forte » d'un point de vue perceptif. Des exemples de réponse typique de l'oreille humaine à divers niveaux de bruit sont présentés au Tableau 1.

Tableau 1: Réponse subjective de l'oreille humaine

Augmentation du niveau acoustique	Réponse subjective de l'oreille humaine
1 dB	Typiquement imperceptible
3 dB	Faiblement perceptible
5 dB	Clairement perceptible
10 dB	Deux fois plus fort
20 dB	Quatre fois plus fort

4 Méthodologie

4.1 Rappel de la réglementation

4.1.1 Note d'instruction 98-01 (NI 98-01) du MELCC¹

La NI 98-01 du MELCC fixe le niveau de bruit maximal $L_{Ar,1h}$ en fonction de la catégorie de zonage. Le Tableau 2 présente le niveau de bruit maximal applicable au secteur résidentiel selon la note d'instruction.

Tableau 2 : Niveaux sonores maximaux en fonction de la catégorie de zonage

Zonage	Description	Nuit [dB(A)]	Jour [dB(A)]
I	Résidentiel	40 ou bruit résiduel*	45 ou bruit résiduel*
III	Parc récréatif	50 ou bruit résiduel*	55 ou bruit résiduel*
IV	Industriel	70 ou bruit résiduel*	70 ou bruit résiduel*
Période		19 h à 7 h	7 h à 19 h

*Le seuil retenu correspond à la valeur la plus élevée.

Toujours selon la NI98-01, lorsque le niveau de bruit résiduel $L_{Aeq,1h}$ du secteur est supérieur à la limite prévue dans la catégorie de zonage, le niveau de bruit résiduel du secteur devient la limite à respecter. Le niveau de bruit résiduel est le niveau de bruit mesuré lorsque le bruit perturbateur est en arrêt complet ou hors de l'influence de la source de bruit.

Les zones limitrophes au bruit des opérations du dépôt à neige se situent toutes dans la catégorie de zone I. Les points d'évaluation de cette étude sont situés dans les quartiers à l'est et au nord-ouest du dépôt à neige.

¹ <http://www.environnement.gouv.qc.ca/publications/note-instructions/98-01.htm>

4.2 Procédure

Dès le début de l'acheminement des matériaux provenant des chantiers du RSTC, de nouvelles zones de travail et de nouveaux scénarios pendant les opérations sont prévues.

Au début, il y a les travaux de réaménagement des digues qui permettront la construction du chemin d'accès proposée située à l'est de la zone d'accumulation de neige (longueur d'environ 500 m), et cela pour entourer la zone d'accumulation de neige, cela implique l'installation d'un volume important de matériel de remblai. Les travaux seront présentés sur le site du dépôt de neige en période de jour (7h-19h), ce qui consiste à importer les matériaux de remblai dans la fosse et à construire la digue. Ce travail peut être effectué par deux camions articulés (2), deux bouteurs (2), une pelle mécanique (1) et un rouleau compacteur (1).

En second lieu, des travaux de parachèvement des digues sont prévus. Pour fins d'analyse, le rapport présente les résultats pour la période réglementaire de jour et de nuit. Les heures réelles d'opération ne sont pas établies à l'heure actuelle. Les travaux constitueront à déplacer les matériaux de remblai pour le parachèvement des digues. Toujours pour fins d'analyse, différents scénarios ont été évalués et ce jusqu'à 60 camions à benne/heures qui circulent et qui déchargent les matériaux, deux bouteurs (2), une pelle mécanique (1) et un rouleau compacteur (1).

Le Tableau 3 présente les deux scénarios.

Tableau 3: Caractérisation de deux scénarios

Scénarios	Période	Condition météorologique	Équipements
Réaménagement de la digue	Jour	Vent porteur de l'ouest et du sud-est	1x pelle mécanique, 2x bouteurs, 1x rouleau compacteur, 2x camion de transport (camion articulé)
Parachèvement de la digue	Jour et Nuit	Vent porteur de l'ouest et du sud-est	60 camions/heures sur le quai est, 1x pelle mécanique, 2x bouteurs, 1x rouleau compacteur

4.2.1 Modélisation acoustique

Une mise à jour du modèle acoustique a été effectuée sur le logiciel CadnaA de Datakustics qui a été élaboré dans l'étude précédente ²réalisée en 2019 pour évaluer l'impact sonore aux résidences sensibles pour les opérations hivernales et estivales du dépôt à neige Raymond à Beauport.

La modélisation acoustique a permis de visualiser l'étendue des niveaux sonores générés par les équipements pour les futurs travaux du réaménagement et de parachèvement des digues, de comparer les niveaux sonores simulés aux niveaux sonores évalués précédemment et d'évaluer la conformité du site aux différents secteurs sensibles.

² N/Réf. : 19-01-30-SD

4.3 Localisation

4.3.1 Points d'évaluation

Nous avons conservé les mêmes points d'évaluation (quartiers est [4], nord-ouest [1] et dans le site du dépôt [2]) utilisés pour l'étude précédente.

La Figure 1 présente la localisation des points d'évaluation.

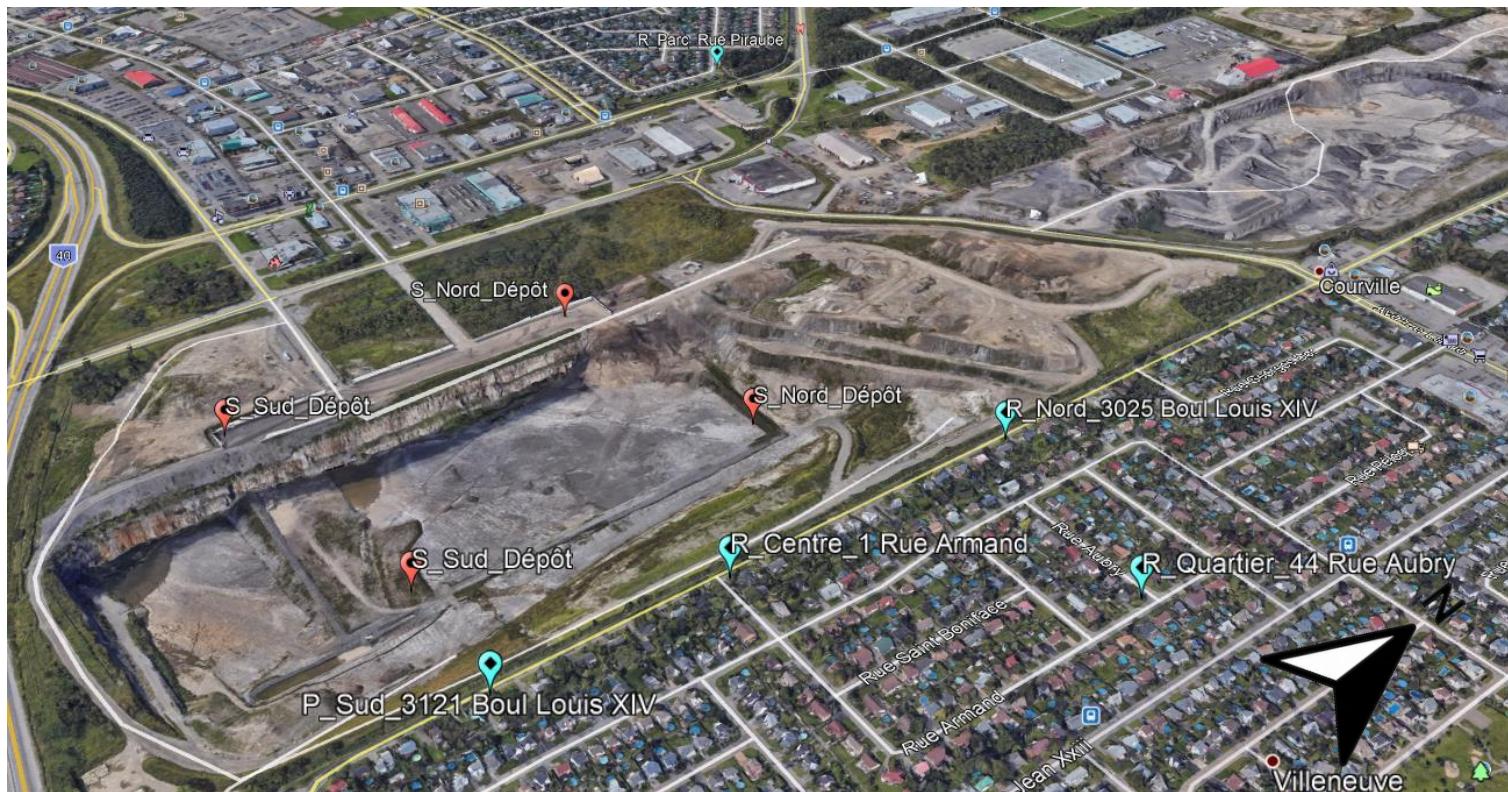


Figure 1: Localisation des points d'évaluation pour la période hivernale

4.3.2 Écrans acoustiques et équipements

Écrans acoustiques

Afin d'élargir le secteur au sud de l'entrée, le mur de blocs de béton existant du côté ouest de la zone de déchargement sera déplacé de 6 m vers l'ouest. La butte antibruit de l'aire d'opération ouest sera conservée à une hauteur de 4m. de plus, un nouveau mur antibruit sera construit le long du boulevard Louis XIV entre l'autoroute Félix-Leclerc et la limite nord de la carrière.

La Figure 2 localise les écrans acoustiques qui seront présents en période hivernale.



Figure 2: Écrans acoustiques

Équipements

Les figures suivantes localisent les équipements qui seront utilisés pour les futurs travaux du réaménagement et de parachèvement des digues.

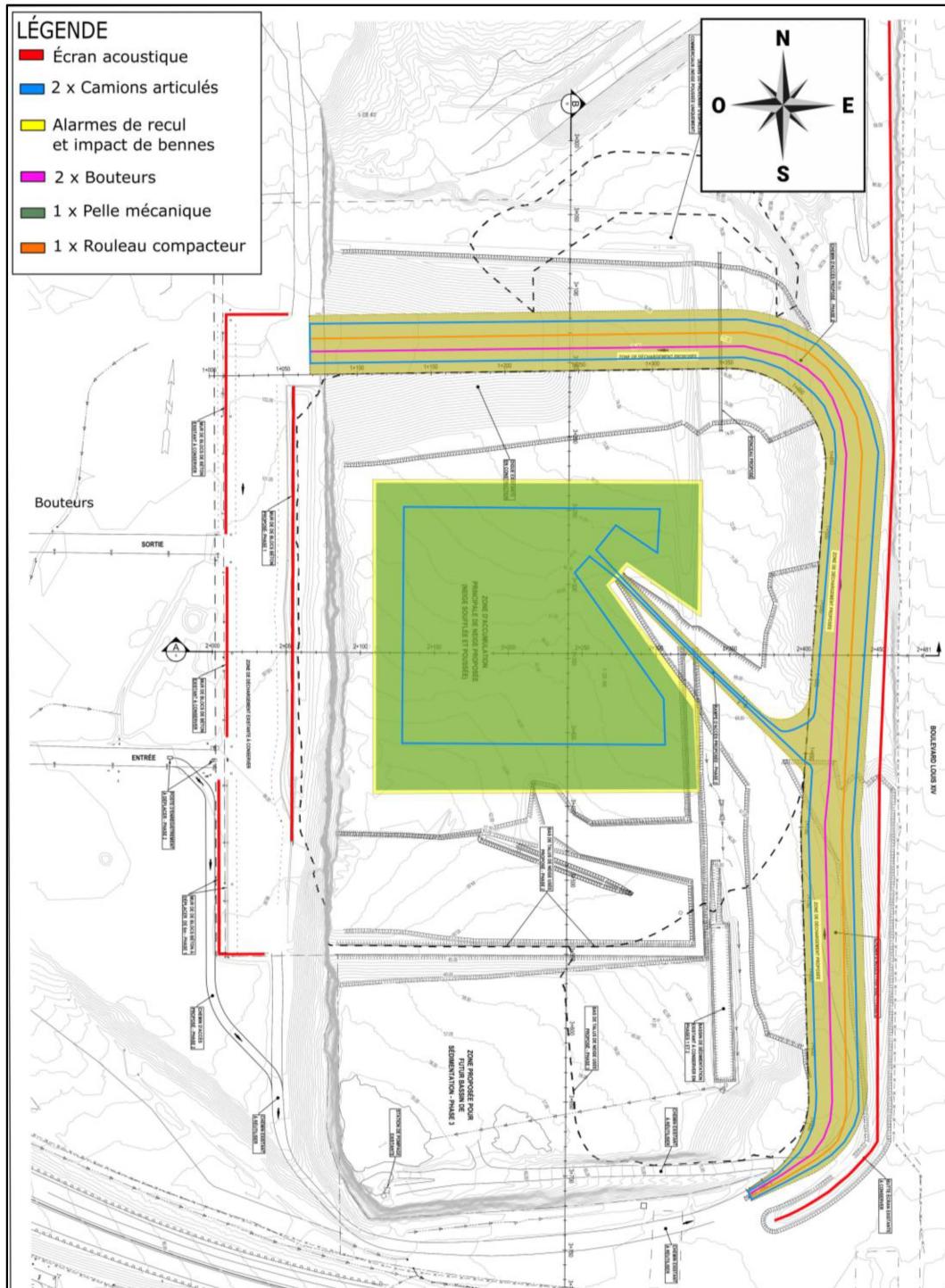
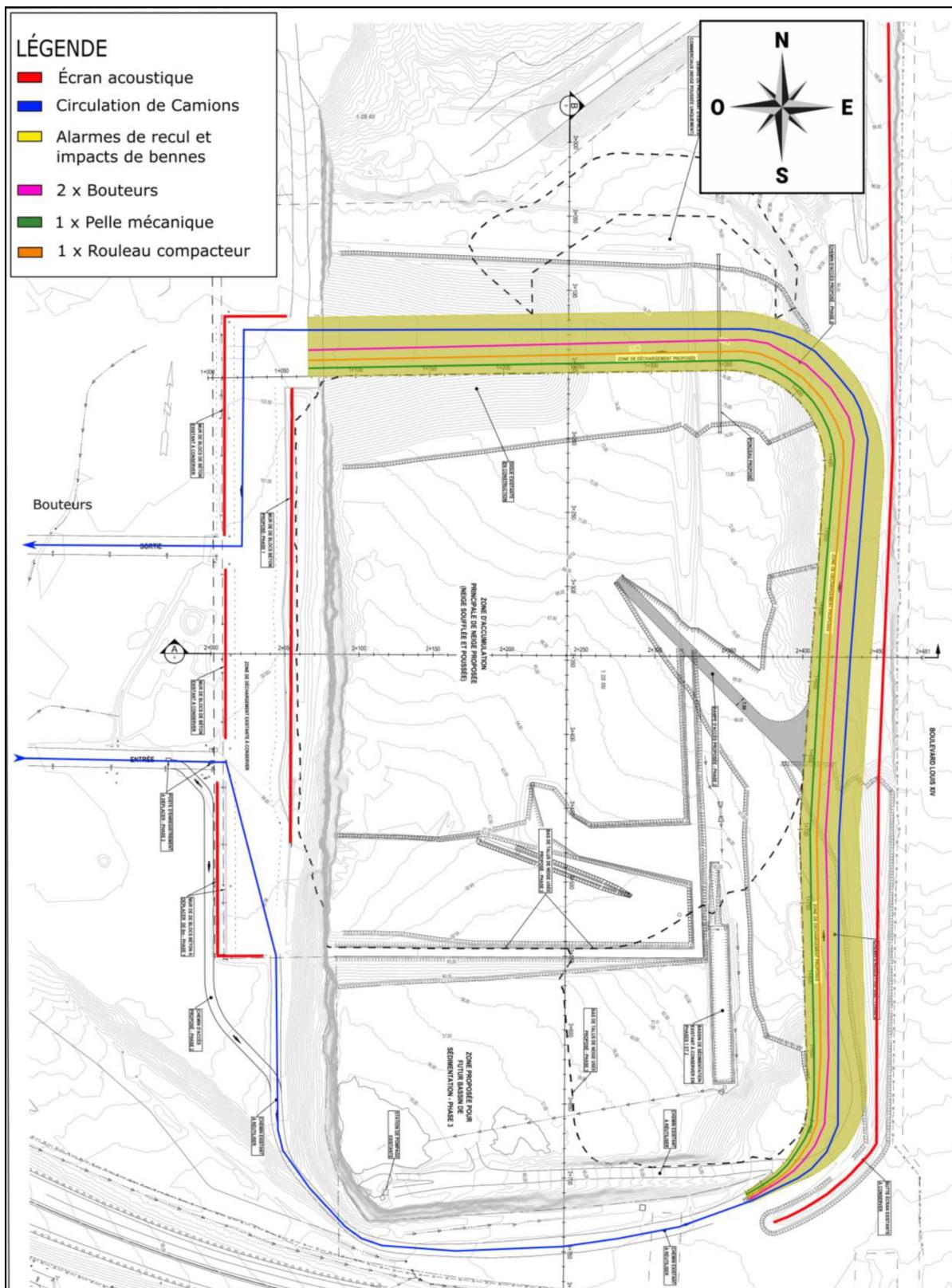


Figure 3: Équipements pour les futurs travaux de réaménagement des digues



5 Modélisations acoustiques

À la demande des responsables de la Ville de Québec, des modèles ont été réalisés à l'aide de logiciel CadnaA dans le but d'estimer les niveaux sonores aux points d'évaluation pour les futurs travaux de réaménagement et parachèvement des digues.

5.1 Réaménagement des digues

5.1.1 Effet Terre VS Roc

Une modélisation acoustique a été effectuée pour évaluer l'impact de décharge de roc et comparer les niveaux sonores simulés aux niveaux simulés avec les déchargements de terre dans les mêmes conditions météorologiques.

Le Tableau 4 présente les niveaux sonores simulés aux résidences sensibles en cas de décharge de roc et en cas de décharge de terre. Et également une vérification de la conformité de niveaux sonores produits par le site du dépôt à neige pour les futurs travaux du réaménagement des digues a été faite. Les détails de l'évaluation de la conformité pour le MELCC étaient fournis dans la section 3.1 du rapport précédent.

NOTE : Concernant l'effet du roc sur l'augmentation du bruit des équipements, nous avons utilisé la base de données de Soft dB pour identifier les augmentations produites pour chaque équipement. Les augmentations utilisées sont présentées à l'Annexe A.

Tableau 4: Niveaux sonores simulés en cas de décharge de roc et en cas de décharge de terre

Scénarios	Période	Description	#1	#2	#3	#4	#5
			3121 Boul. Louis-XIV	1 Rue Armand	3025 Boul. Louis-XIV	44 Rue Aubry	Parc, Rue Piraube
Niveaux sonores maximaux à respecter*			65	63	64	46	55
Terre	Jour (7h-19h)	$L_{max,simulé}$	54	53	45	15	23
		Conformité selon le niveau maximal à respecter	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Roc	Jour (7h-19h)	$L_{max,simulé}$	63	62	54	28	33
		Écart	+9	+9	+9	+13	+10
		Conformité selon le niveau maximal à respecter	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI

*Niveau sonore maximal selon la conformité des niveaux sonores mesurés pour les périodes critiques de l'étude précédente [Section 3.1 du rapport de la mise à jour de l'impact sonore 2019].

Selon les résultats obtenus, on observe que les variations du niveau sonore sont importantes en cas de décharge de roc, et cela pour les différents points d'évaluation avec un écart de 9 à 13 dB pendant la journée.

On note que l'augmentation du niveau de bruit est perçue comme étant deux fois plus forte pour les résidences les plus sensibles selon le Tableau 1.

Cependant, le niveau de bruit simulé aux points d'évaluation respecte les seuils maximaux de la réglementation applicables dans des conditions de propagation favorables. Même si le niveau sonore moyen respecte la réglementation, il est attendu que le bruit de décharge de roc soit plus perceptible par les riverains que celui de la terre.

5.1.2 Situations projetées

Effet de l'augmentation à 6 mètres de la hauteur de l'écran en bordure du boulevard Louis-XIV

Une modélisation pour rehausser l'écran le long du Louis XIV de 4m à 6m a été réalisée dans le but d'estimer la réduction des niveaux sonores aux points d'évaluation.

Le Tableau 5 compare les niveaux sonores simulés dans les résidences sensibles dans les deux hauteurs d'écran 4 m et 6 m, en cas de décharge de roc et en cas de décharge de terre.

Tableau 5: Effet de rehausser l'écran le long de Louis-XIV de 4m à 6m

Scénarios	Période	Hauteur de l'écran	Description	#1	#2	#3	#4	#5
				3121 Boul. Louis-XIV	1 Rue Armand	3025 Boul. Louis-XIV	44 Rue Aubry	Parc, Rue Piraube
Terre	Jour (7h-19h)	4m	$L_{max,simulé}$	54	53	45	15	23
		6m	$L_{max,simulé}$	53	51	43	12	23
			Écart	-1	-2	-2	-3	0
Roc	Jour (7h-19h)	4m	$L_{max,simulé}$	63	62	54	28	33
		6m	$L_{max,simulé}$	62	60	53	25	33
			Écart	-1	-2	-1	-3	0

Les réductions du niveau sonore de 1 à 3 dB sont observées pour les points d'évaluation (#1, #2, #3 et #4), selon les conditions simulées. Selon l'échelle de perception du tableau 1, la réduction est réelle, mais elle sera faiblement perceptible pour ces résidences.

Selon les résultats obtenus, on remarque que l'écran n'a aucune influence sur le point de la rue Piraube éloigné (#5). Ce résultat était attendu, car l'écran est situé du côté opposé du site.

Effet de l'utilisation des alarmes à bruit large bande

Un autre modèle a été calculé pour déterminer l'effet du changement des alarmes tonales en alarmes à large bande.

En ce qui concerne l'atténuation fournie par les alarmes large bande, nous avons utilisé la base de données Soft dB pour identifier l'atténuation produite pour chaque équipement. Les fiches techniques des alarmes à large bande recommandées sont présentées à l'Annexe B.

Le Tableau 6 présente les niveaux sonores simulés dans les résidences sensibles lorsque des alarmes à large bande sont utilisées pour tous les équipements (bouteurs, rouleau compacteur, pelle mécanique et camions articulés).

Tableau 6: Effet d'utilisation des alarmes de recul à bruit large bande

Scénarios	Période	Type d'alarme de recul	Description	#1	#2	#3	#4	#5
				3121 Boul. Louis-XIV	1 Rue Armand	3025 Boul. Louis-XIV	44 Rue Aubry	Parc, Rue Piraube
Terre	Jour (7h-19h)	Alarme tonale	$L_{max,simulé}$	54	53	45	15	23
		Alarme à bruit large bande	$L_{max,simulé}$	54	53	45	15	23
			Écart	0	0	0	0	0
Roc	Jour (7h-19h)	Alarme tonale	$L_{max,simulé}$	63	62	54	28	33
		Alarme à bruit large bande	$L_{max,simulé}$	63	62	54	28	33
			Écart	0	0	0	0	0

D'après les résultats obtenus, on constate que l'utilisation des alarmes à bruit large bande n'a aucun effet sur les niveaux globaux simulés aux points d'évaluations. En effet, le rouleau compacteur, les bouteurs et les camions articulés sont les sources les plus importantes sur le site, donc la réduction du bruit tonal de manière instantanée n'influence pas sur le niveau global aux résidences les plus sensibles.

À niveau égal, il est fortement recommandé de prioriser les alarmes à bruit large bande. Ce type d'alarme est sécuritaire et beaucoup moins reconnaissable dans la communauté. Les alarmes tonales demeurent des sources régulières de plaintes pour ce type de site.

Effet de l'utilisation des amortisseurs de bennes

Une simulation a été réalisée afin de définir l'effet de l'utilisation de dispositifs de réduction des bruits d'impact (absorbeurs de bruit) pour les deux camions articulés circulant sur le site, et ce en cas de décharge de roc et en cas de décharge de terre.

Tableau 7: Effet de l'utilisation des claquements de bennes

Scénarios	Période	Type de claquement de bennes	Description	#1	#2	#3	#4	#5
				3121 Boul. Louis-XIV	1 Rue Armand	3025 Boul. Louis-XIV	44 Rue Aubry	Parc, Rue Piraube
Terre	Jour (7h-19h)	Avec amortisseurs	$L_{max,simulé}$	54	53	45	15	23
		Sans amortisseurs	$L_{max,simulé}$	55	54	47	15	23
		Écart	+1	+1	+2	0	0	
Roc	Jour (7h-19h)	Avec amortisseurs	$L_{max,simulé}$	63	62	54	28	33
		Sans amortisseurs	$L_{max,simulé}$	63	62	54	28	33
		Écart	0	0	0	0	0	

Selon les résultats obtenus, on observe que les amortisseurs sur les camions permettent des gains sonores pour les points d'évaluation les plus proches (#1, #2 et #3) avec un écart de 1 à 2 dB en cas de décharge de terre.

Cependant, ces amortisseurs n'ont aucune influence sur les niveaux simulés en cas de décharge de roc. En effet, le bruit généré par le décharge de roc est important et donc il peut masquer le bruit de claquement de bennes et aussi le fait qu'il n'y a que deux camions qui circulent et déchargent sur le site, l'effet de l'utilisation des amortisseurs sur les camions n'est pas significatif.

Par contre, il faut porter une attention particulière au fait que si le nombre de camions articulés circulant sur le site était supérieur à deux et que les conditions de propagation sont très favorables, le bruit de claquement de bennes pourrait être plus audible et dépasser le niveau sonore maximal.

Un autre facteur à considérer est le fait que les niveaux modélisés sont des niveaux sonores moyens. Ainsi, la présentation des résultats sous cette forme minimise l'impact des pointes de bruit pouvant être généré lors des décharges. Par expérience, nous observons que les pointes de bruit facilement perceptible dans la communauté comme les impacts de bennes sont négatives pour les communautés.

Soft dB recommande à la ville l'utilisation d'amortisseur de benne pour réduire son empreinte sonore dans la communauté.

Résumé de l'effet des situations projetées sur le niveau simulé initial

Le Tableau 8 présente un résumé de l'effet des situations projetées sur le niveau simulé initial pour le scénario de réaménagement des digues, en cas de déchargeement de roc et en cas de déchargement de terre.

Tableau 8: Effet des situations projetées sur le niveau simulé initial

Scénarios	Période	Description	#1	#2	#3	#4	#5	
			3121 Boul. Louis-XIV	1 Rue Armand	3025 Boul. Louis-XIV	44 Rue Aubry	Parc, Rue Piraube	
Niveaux sonores maximaux à respecter*			65	63	64	46	55	
Terre	Jour (7h-19h)	$L_{max,simulé}$ Initial	54	53	45	15	23	
		Atténuation (dB)	+ Écran le long du Louis XIV de 6m	-1	-2	-2	-3	0
			+ Alarme large bande	0	0	0	0	0
		$L_{max,simulé}$ Final	53	51	43	43	23	
		Conformité selon le niveau maximal à respecter	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	
Roc	Jour (7h-19h)	$L_{max,simulé}$ Initial	63	62	54	26	33	
		Atténuation (dB)	+ Écran le long du Louis XIV de 6m	-1	-2	-1	-1	0
			+ Alarme large bande	0	0	0	0	0
		$L_{max,simulé}$ Final	62	60	53	25	33	
		Conformité selon le niveau maximal à respecter	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	

*Niveau sonore maximal selon la conformité des niveaux sonores mesurés pour les périodes critiques de l'étude précédente [Section 3.1 du rapport de la mise à jour de l'impact sonore 2019].

Le niveau sonore maximal simulé aux points d'évaluation respecterait les seuils maximaux de la réglementation applicable.

Cependant, dans le cas où les activités seraient plus élevées et que les conditions météo seraient très favorables à la propagation, les niveaux sonores pourraient plus audibles et dépasser le niveau sonore maximal. Et c'est la raison pour laquelle nous vous recommandons d'optimiser la configuration (hauteur, longueur, position) de l'écran le long de Louis-XIV.

5.2 Parachèvement des digues

5.2.1 Effet Terre VS Roc

De même pour les futurs travaux de parachèvement des digues, une modélisation acoustique a été effectuée pour comparer les niveaux sonores simulés en cas de décharge de roc avec les niveaux simulés en cas de décharge de terre dans les mêmes conditions météorologiques.

Le Tableau 9 présente les niveaux sonores simulés aux résidences sensibles pour les deux scénarios et pour la période de jour et de nuit.

Tableau 9: Niveaux sonores simulés en cas de décharge de roc et en cas de décharge de terre

Période	Scénarios	Description	#1	#2	#3	#4	#5
			3121 Boul. Louis-XIV	1 Rue Armand	3025 Boul. Louis-XIV	44 Rue Aubry	Parc, Rue Piraube
Niveaux sonores maximaux à respecter en période de jour *			65	63	64	46	55
Jour (7h-19h)	Terre	$L_{max,simulé}$	58	56	47	30	32
		Conformité selon le niveau maximal à respecter	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
	Roc	$L_{max,simulé}$	67	65	57	44	47
		Écart	+9	+9	+10	+14	+15
Niveaux sonores maximaux à respecter en période de nuit *			63	63	63	43	48
Nuit (19h-7h)	Terre	$L_{max,simulé}$	58	56	47	31	35
		Conformité selon le niveau maximal à respecter	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
	Roc	$L_{max,simulé}$	67	65	57	44	47
		Écart	+9	+9	+10	+13	+12
Conformité selon le niveau maximal à respecter			NON	NON	OUI	NON	OUI

*Niveau sonore maximal selon la conformité des niveaux sonores mesurés pour les périodes critiques de l'étude précédente [Section 3.1 du rapport de la mise à jour de l'impact sonore 2019].

Les résultats montrent que le niveau sonore maximal simulé aux points d'évaluation (# 1 et # 2) serait supérieur aux niveaux sonores à respecter en cas de décharge de roc pour la période de jour. Aussi pour la période de nuit, le niveau simulé aux points d'évaluation (# 1, # 2 et # 4) serait également supérieur aux seuils maximaux des réglementations applicables.

Cependant, en cas de décharge de terre le niveau de bruit simulé aux points d'évaluation serait respecté pour la période de jour et de nuit.

On note que le rouleau compacteur, les camions et les bouteurs sont les sources de bruit qui contribuent le plus aux points d'évaluation.

5.2.2 Situations projetées

Nombre maximal des camions sur le site pour en cas de déchargement de roc

Suite aux résultats obtenus dans la section précédente, on a constaté que le niveau sonore simulé ne respecte pas les seuils maximaux de la réglementation applicables en cas de déchargement de roc pour les points d'évaluation (# 1, # 2 et # 4). C'est pourquoi un nouveau modèle a été calculé en diminuant à chaque fois le nombre de camions de 20.

Le Tableau 10 présente les niveaux sonores simulés aux résidences sensibles en fonction du nombre de camions et des conditions de propagation favorables.

Tableau 10: Effet du nombre de camions sur site sur les niveaux simulés

Scénario	Période	Nombre des camions par heure	Description	#1	#2	#3	#4	#5
				3121 Boul. Louis-XIV	1 Rue Armand	3025 Boul. Louis-XIV	44 Rue Aubry	Parc, Rue Piraube
Roc	Jour (7h-19h)	60 Camions/h	$L_{max,simulé}$	67	65	57	44	47
		40 Camions/h	$L_{max,simulé}$	66	64	56	42	45
			Écart	-1	-1	-1	-2	-2
		20 Camions/h	$L_{max,simulé}$	65	63	54	40	42
			Écart	-2	-2	-2	-4	-3
	Nuit (19h-7h)	60 Camions/h	$L_{max,simulé}$	67	65	57	44	47
		40 Camions/h	$L_{max,simulé}$	66	64	55	43	46
			Écart	-1	-1	-2	-1	-1
		20 Camions/h	$L_{max,simulé}$	65	63	54	40	43
			Écart	-2	-2	-3	-4	-4

Selon les résultats obtenus, on observe qu'en cas de diminution du nombre de camions sur le site, un gain sonore serait important pour tous les points d'évaluation avec un écart de 1 à 4 dB selon les conditions simulées.

Effet de l'augmentation à 6 mètres de la hauteur de l'écran en bordure du boulevard Louis-XIV

Le Tableau 11 compare les niveaux sonores simulés aux résidences sensibles dans les deux hauteurs d'écran 4 m et 6 m, en cas de décharge de roc et en cas de décharge de terre pour les futurs travaux de parachèvement des digues.

Tableau 11: Effet de rehausser l'écran le long de Louis-XIV de 4m à 6m

Scénarios	Période	Hauteur de l'écran	Description	#1	#2	#3	#4	#5
				3121 Boul. Louis-XIV	1 Rue Armand	3025 Boul. Louis-XIV	44 Rue Aubry	Parc, Rue Piraube
Terre	Jour (7h-19h)	4m	L _{max,simulé}	58	56	47	30	32
		6m	L _{max,simulé}	57	53	45	31	32
			Écart	-1	-3	-2	+1	0
	Nuit (19h-7h)	4m	L _{max,simulé}	58	56	47	31	35
		6m	L _{max,simulé}	57	53	45	31	35
			Écart	-1	-3	-2	0	0
Roc	Jour (7h-19h)	4m	L _{max,simulé}	67	65	57	44	47
		6m	L _{max,simulé}	66	62	55	45	47
			Écart	-1	-3	-2	+1	0
	Nuit (19h-7h)	4m	L _{max,simulé}	67	65	57	44	47
		6m	L _{max,simulé}	66	62	55	44	47
			Écart	-1	-3	-2	0	0

Selon les résultats obtenus, les mêmes variations du niveau sonore sont observées pour les points d'évaluation (#1, #2 et #3) avec un écart de 1 à 3 dB selon les conditions simulées et pour les deux scénarios.

Effet de l'utilisation des alarmes à bruit large bande

Le Tableau 12 présente les niveaux sonores simulés dans les résidences sensibles lorsque des alarmes à large bande sont utilisées pour tous les équipements.

Tableau 12: Effet d'utilisation des alarmes de recul à bruit large bande

Scénarios	Période	Type d'alarme de recul	Description	#1	#2	#3	#4	#5
				3121 Boul. Louis-XIV	1 Rue Armand	3025 Boul. Louis-XIV	44 Rue Aubry	Parc, Rue Piraube
Terre	Jour (7h-19h)	Alarme tonale	$L_{max,simulé}$	58	56	47	30	32
		Alarme à bruit large bande	$L_{max,simulé}$	58	56	47	30	32
			Écart	-1	-2	-2	-3	0
	Nuit (19h-7h)	Alarme tonale	$L_{max,simulé}$	58	56	47	31	35
		Alarme à bruit large bande	$L_{max,simulé}$	58	56	47	31	35
			Écart	0	0	0	0	0
Roc	Jour (7h-19h)	Alarme tonale	$L_{max,simulé}$	67	65	57	44	47
		Alarme à bruit large bande	$L_{max,simulé}$	65	64	57	44	47
			Écart	-2	-1	0	0	0
	Nuit (19h-7h)	Alarme tonale	$L_{max,simulé}$	67	65	57	44	47
		Alarme à bruit large bande	$L_{max,simulé}$	67	65	57	44	47
			Écart	0	0	0	0	0

On peut également noter que l'utilisation d'alarmes large bande peut contribuer à réduire le niveau de bruit aux points d'évaluation pour la période de jour. Et chaque fois qu'il y a une augmentation du nombre de camions sur le site, l'influence de l'utilisation des alarmes à large bande apparaît plus.

Effet de l'utilisation des amortisseurs de bennes

Le Tableau 13 présente l'effet de l'utilisation des amortisseurs sur les camions.

Tableau 13: Effet de l'utilisation des claquements de bennes

Scénarios	Période	Type de claquement de bennes	Description	#1	#2	#3	#4	#5
				3121 Boul. Louis-XIV	1 Rue Armand	3025 Boul. Louis-XIV	44 Rue Aubry	Parc, Rue Piraube
Terre	Jour (7h-19h)	Avec amortisseurs	$L_{max,simulé}$	58	56	47	30	32
		Sans amortisseurs	$L_{max,simulé}$	64	62	54	31	35
	Nuit (19h-7h)	Avec amortisseurs	$L_{max,simulé}$	58	56	47	31	35
		Sans amortisseurs	$L_{max,simulé}$	64	63	54	31	39
Roc	Jour (7h-19h)	Avec amortisseurs	$L_{max,simulé}$	67	65	57	44	47
		Sans amortisseurs	$L_{max,simulé}$	68	66	58	44	47
		Écart	+1	+1	+1	0	0	
	Nuit (19h-7h)	Avec amortisseurs	$L_{max,simulé}$	67	65	57	44	47
		Sans amortisseurs	$L_{max,simulé}$	68	67	58	44	48
		Écart	+1	+2	+1	0	+1	

Selon les résultats obtenus, on observe que les amortisseurs sur les camions permettent des gains sonores très importants pour tous les points d'évaluation avec un écart de 1 à 9 dB en cas de déchargement de terre.

Cependant l'effet est un peu plus faible lors de l'utilisation de roc, car le bruit du déchargement de roc est important sur le site et peut masquer les autres sources.

Dans ce cas, nous recommandons fortement l'utilisation d'amortisseurs de bennes et d'imposer une interdiction ou une restriction des claquements de bennes.

Résumé de l'effet des situations projetées sur le niveau simulé initial

Le Tableau 14 présente un résumé de l'effet des situations projetées sur le niveau simulé initial pour le scénario de parachèvement des digues, en cas de déchargement de roc et en cas de déchargement de terre.

Tableau 14: Effet des situations projetées sur le niveau simulé initial

Scénarios	Période	Description	#1	#2	#3	#4	#5	
			3121 Boul. Louis-XIV	1 Rue Armand	3025 Boul. Louis-XIV	44 Rue Aubry	Parc, Rue Piraube	
Niveaux sonores maximaux à respecter en période de jour *			65	63	64	46	55	
Niveaux sonores maximaux à respecter en période de nuit *			63	63	63	43	48	
Terre	Jour (7h-17h)	$L_{max,simulé}$ initial		58	56	47	30	32
		Atténuation (dB)	+ Écran le long du Louis XIV de 6m	-1	-3	-2	+1	0
			+ Alarme large bande	-1	-2	-2	-3	0
		$L_{max,simulé}$ final		56	51	43	28	32
		Conformité selon le niveau maximal à respecter		OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
	Nuit (19h-7h)	$L_{max,simulé}$ initial		58	56	47	31	35
		Atténuation (dB)	+ Écran le long du Louis XIV de 6m	-1	-3	-2	0	0
			+ Alarme large bande	0	0	0	0	0
		$L_{max,simulé}$ final		57	53	45	31	35
		Conformité selon le niveau maximal à respecter		OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Roc	Jour (7h-17h)	$L_{max,simulé}$ initial		67	65	57	44	47
		Atténuation (dB)	+ Écran le long du Louis XIV de 6m	-1	-3	-2	+1	0
			+ Alarme large bande	-2	-1	0	0	0
		+ 40 Camions/h		-1	-1	-1	-2	-2
		+ 20 Camions/h		-2	-2	-2	-4	-3
		$L_{max,simulé}$ final avec 40 Camions/h		63	60	54	43	45
		Conformité selon le niveau maximal à respecter		OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
	Nuit (19h-7h)	$L_{max,simulé}$ final avec 20 Camions/h		62	59	53	41	44
		Conformité selon le niveau maximal à respecter		OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
		$L_{max,simulé}$ initial		67	65	57	44	47
		Atténuation	+ Écran le long du Louis XIV de 6m	-1	-3	-2	0	0

		(dB)	+ Alarme large bande	0	0	0	0	0
			+ 40 Camions/h	-1	-1	-2	-1	-1
			+ 20 Camions/h	-2	-2	-3	-4	-4
			L_{max,simulé} final avec 40 Camions/h	65	61	53	43	46
			Conformité selon le niveau maximal à respecter	OUI (Limite)	OUI	OUI	OUI (Limite)	OUI
			L_{max,simulé} final avec 20 Camions/h	64	60	52	40	43
			Conformité selon le niveau maximal à respecter	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI

*Niveau sonore maximal selon la conformité des niveaux sonores mesurés pour les périodes critiques de l'étude précédente [Section 3.1 du rapport de la mise à jour de l'impact sonore 2019].

Après avoir analysé les situations projetées, nous pouvons noter que le niveau sonore maximal simulé aux points d'évaluation devrait respecter les seuils maximaux de la réglementation applicable en cas de déchargeement de roc.

6 Recommandations

Les opérations projetées au dépôt à neige seront effectuées à proximité d'un quartier résidentiel et risquent de modifier l'empreinte sonore actuelle du milieu.

Plusieurs scénarios d'opération et estimations des niveaux sonores qui y sont associés sont présentés dans cette étude. Les seuils réglementaires sont basés sur le règlement des dépôts à neige du gouvernement du Québec. Ce cadre réglementaire fixe des niveaux sonores à respecter qui ont été utilisés pour cette étude. Toutefois, même si les seuils maximaux de ce règlement sont respectés, Soft dB recommande à la ville de mettre en place des mesures de mitigation et de surveillance des niveaux sonores afin de limiter et de mieux contrôler l'augmentation de l'empreinte sonore de ses activités dans la communauté.

6.1 Recommandations pour des mesures de mitigation

- Rehausser le mur acoustique à 6m le long du boulevard Louis-XIV;
- Mise en place d'alarmes à large bande pour tous les équipements en opération sur le site;
- Utiliser des amortisseurs de bennes, voir interdire les claquements de bennes;
- Réduire le nombre de camions circulant sur le site de dépôt à neige, pour les futurs travaux de parachèvement des digues et en cas de déchargement de roc.
- Réaliser une validation des niveaux sonores en opération

#	Description	Commentaires
1	Moduler les travaux afin de réduire le nombre de camions circulant sur le site de dépôt à neige, pour les futurs travaux de parachèvement des digues et en cas de déchargement de roc.	La gestion du nombre de camion et d'activités sur le site aura un impact important sur les niveaux sonores attendus. Il est recommandé de moduler les opérations afin de limiter les dérangements excessifs en lien avec un trop grand régime d'opération.
2	Mise en place d'alarmes à large bande pour tous les équipements en opération sur le site;	Les alarmes tonales sont des sources constantes de plaintes dans les chantiers. Les alarmes à bruit blanc réduisent fortement l'émergence et l'audibilité des activités du chantier.
3	Utiliser des amortisseurs de bennes, voir interdire les claquements de bennes;	Les impacts de bennes produisent des niveaux sonores facilement reconnaissables dans la communauté. Nous recommandons de limiter au maximum ce dérangement ponctuel.
4	Rehausser le mur acoustique à 6m le long du boulevard Louis-XIV;	Les riverains le long du boul. Louis XIV sont les plus exposés aux travaux des digues. L'écran permet de limiter l'exposition sonore pour ce secteur.
5	Éviter au maximum les opérations de construction de soir et de nuit	Les seuils de nuit énoncés dans cette étude demeurent relativement élevés à 63 dB(A) pour les secteurs 1,2 et 3. Nous ne recommandons pas de tenter de générer un niveau sonore équivalent à ce que permet la réglementation, car il est attendu que l'empreinte sonore des travaux soit inacceptable pour les riverains, surtout aux périodes de sommeil et en particulier en période estivale.
6	Effectuer périodiquement des relevés sonores à proximité des équipements et dans la communauté	Lors d'un chantier de cette envergure dans la communauté, il est recommandé de valider les puissances acoustiques réelles des équipements qui vont entrer sur le chantier. De plus, il est important de s'assurer que les niveaux sonores observés dans la communauté correspondent à ceux simulés dans les études prévisionnelles.

6.2 Surveillance sonore des activités de chantier

D'après les résultats obtenus dans la section 5.2, plusieurs scénarios d'opération dépassent ou s'approchent des seuils réglementaires. Dans ce contexte, il est recommandé que la ville assure une surveillance sonore en continu des activités de construction et mette en place des seuils d'alarme pour aviser les gestionnaires du chantier de dépassements sonores dans la communauté.

Pour la surveillance des travaux, nous recommandons d'installer au moins trois stations de surveillance dans les quartiers est du site.

Plusieurs fournisseurs, dont Soft dB, offrent des solutions de monitrage sonore pour ce type de surveillance. Les stations de surveillances sonores environnementales permettent :

- De transmettre des alarmes SMS ou courriel lors des dépassements.
- Générer des rapports journaliers des niveaux sonores observés et du % de dépassement des seuils fixés.
- Enregistrer des fichiers audios pour permettre de documenter le climat sonore ou de traiter les informations recueillies suivant une plainte.

À titre indicatif, les détails des stations de surveillance de Soft dB sont présentés à l'Annexe C.



Figure 5: Exemple de station de surveillance sonore

7 Conclusion

Soft dB a été mandaté par la Ville de Québec pour réaliser une étude d'impact sonore théorique pour des futurs travaux du réaménagement et de parachèvement des digues au dépôt à neige Raymond à Beauport, afin d'évaluer les niveaux sonores anticipés de façons théoriques.

Une modification du modèle acoustique a été réalisée pour simuler les niveaux sonores provenant des activités des nouveaux scénarios dans le dépôt à neige Raymond.

Les niveaux de bruit simulés pour les futurs travaux ont été comparés aux seuils maximaux à respecter. Des dépassements ont été observés pour les points d'évaluation (# 1, # 2 et # 4) pour les futurs travaux de parachèvement des digues et en cas de déchargement de roc.

Des recommandations ont été formulées pour s'assurer que les points d'évaluation respectent les seuils maximaux applicables du MELCC et de minimiser l'empreinte sonore des travaux dans la communauté.

Annexe A Effet Roc VS Terre (sable)

Tableau 15: Effet sonore pour les équipements lors de l'utilisation de roc

Fréquence [Hz]	Augmentation [dB]	
	Pelle / Buteur/Chargeur/Rouleau compacteur	Camion (déchargement)
31,5	1,5	12,8
63	7,3	18,4
125	8,9	12,7
250	3,5	2,6
500	4,3	4,6
1000	8,4	7,0
2000	5,1	7,0
4000	6,5	4,0
8000	7,5	4,1
Global	6,4	11,5

Annexe B Fiches techniques des alarmes à large bande



ALARME DE RECOL INTELLIGENTE À SON BLANC



bbs
tek

SA-BBS-97 - S'ajuste constamment - conditions moyennes - 77-97 décibels 1399
SA-BBS-97HV - S'ajuste constamment - chariot élévateur électrique - 77-97 décibels 1398

- 12-24 V
- 36-80 Volts (HV)
- IP68
- Dimensions (LxHxP)
127 x 76 x 65mm
- Garantie à vie

Caractéristiques

- S'ajuste constamment 5 à 10 dB au-dessus du bruit ambiant
- Alarme à son blanc, multifréquences
- Localisable instantanément
- Son confiné à la zone de danger
- Élimine les nuisances sonores
- Émetteur sonore : Driver
- Entraxe fixation (mm) : 98 à 108

Alimentation

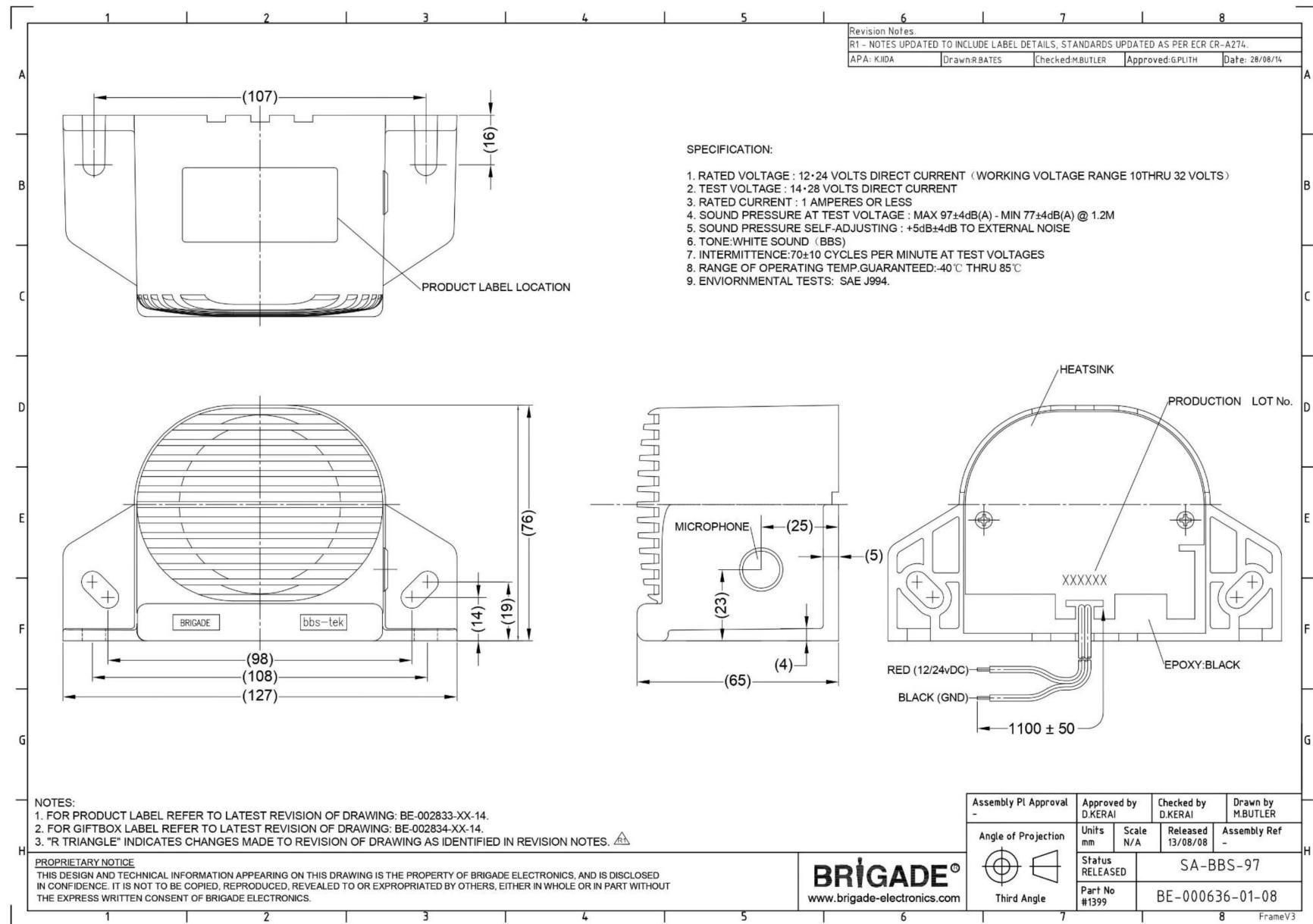
- Courant : 1 A maxi

Normes et durabilité

- Résistance aux vibrations : 10 G
- Température de fonctionnement : -40 à +85°C
- Marquage CE
- SAE J994
- Certification NAS/PIEK pour les livraisons de nuit

Brigade Electronique Sarl
 22 Rue Pierre Bontemps, 72000 Le Mans, Français
 Telephone +33 (0) 2 23 61 08 97 Fax +33 (0) 2 23 61 08 97
 Email info@brigade-electronique.fr www.brigade-electronique.fr





Annexe C Stations de monitorage de Soft dB





TOUT CE QUE VOUS VOULEZ SAVOIR 24/7

Maximisez vos opérations grâce au monitoring en temps réel !

Les solutions de monitoring Soft dB offrent des stations de mesure environnementale à la fine pointe de la technologie intégrées à un service de monitoring web qui vous permet de surveiller vos émissions environnementales en temps réel, 24/7.

Avec les solutions de monitoring Soft dB, vous pouvez suivre en tout temps le niveau

sonore, le niveau vibratoire, les conditions météorologiques, la concentration de poussières et plus encore.

Cette vue d'ensemble sur vos activités vous fournit les informations dont vous avez besoin pour planifier votre exploitation, peu importe votre secteur d'activité ou la nature de vos projets.



BRUIT

Les stations de surveillance environnementale de Soft dB assurent une précision de mesure du bruit de Classe 1.



VIBRATIONS

Les stations fournissent les mesures des vibrations sur 3 axes qui sont adaptés autant pour quantifier la perception humaine que pour déterminer les impacts sur la structure des bâtiments.



TRAFFIC



Les stations mesurent les tendances de trafic sur les routes. Le radar peut suivre jusqu'à 10 véhicules en mouvement en même temps en comptabilisant leur vitesse, leur direction et la grosseur du véhicule.

POUSSIÈRES



Les stations procurent des mesures précises sur la concentration des particules dans l'air à l'aide d'un néphélosmètre à laser hautement sensible. Les données sont disponibles en TSP, PM10, PM2.5 ou PM1.0.



TEMPÉRATURE

Les stations de surveillance environnementale de Soft dB offrent une station de mesure de la température intégrée qui mesure la pression barométrique, l'humidité, les précipitations, la vitesse et direction du vent et la force du rayonnement solaire.

VOS MÉTRIQUES
AU MÊME ENDROIT

La seule technologie qui vous permet de connaître aussi précisément toutes vos émissions environnementales en temps réel, 24/7.



HYDROACOUSTIQUE

Les stations de surveillance de Soft dB sont très versatiles et peuvent être agrémentées de capteurs supplémentaires, tels que des hydrophones pour mesurer le bruit sous l'eau.

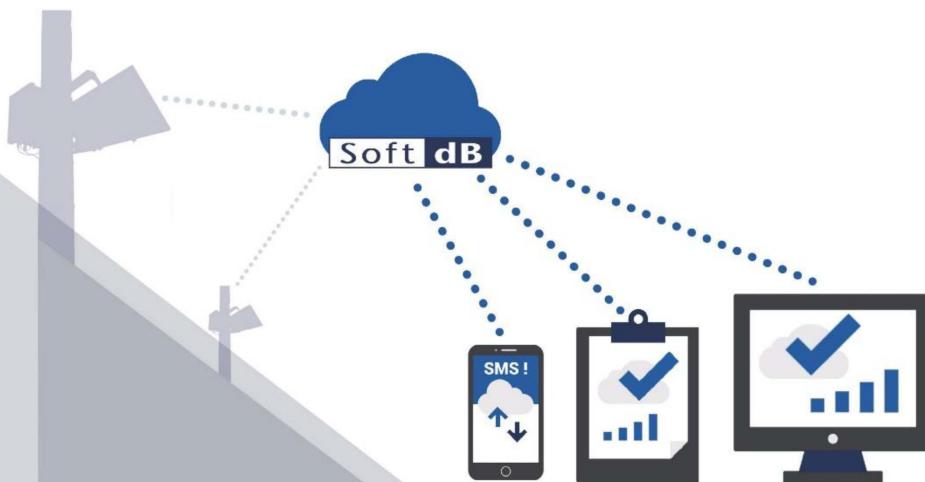
VUE D'ENSEMBLE

Les solutions de monitoring Soft dB proposent une approche intégrée clé-en-main pour vos besoins de suivi environnemental.

Les stations de mesures modulaires peuvent récolter des données sonores, vibratoires, météorologiques, de concentration de poussières, de comptage de véhicules et d'acoustique sous-marine. En plus des valeurs numériques, des enregistrements audio/vidéo peuvent aussi être effectués.

Les données récoltées par les stations de mesures sont envoyées par réseau 3G/LTE aux serveurs sécurisés de Soft dB. Les données sont rendues accessibles par une interface web interactive en addition, des rapports automatiques quotidiens peuvent être envoyés par courriel et des alertes instantanées de dépassements peuvent être envoyées par SMS ou courriel.

L'adhésion à la solution de monitoring Soft dB donne aussi accès au service de support technique, maintenance et de validité des données qui vous offre la tranquillité d'esprit et vous permet de vous concentrer sur vos activités principales.



RESTEZ INFORMÉS



INTERFACE WEB

L'interface web interactive vous permet d'analyser facilement les données recueillies par les stations de mesure. Non seulement elle vous donne les données actuelles de la station, mais elle permet aussi de remonter dans le temps jusqu'au début de l'existence de la station. En plus des données numériques recueillies, cette interface permet d'accéder aux événements audio/visuels en un simple clic sur le graphique d'historique.



RAPPORTS AUTOMATISÉS

Les rapports automatiques quotidiens sont une excellente manière d'avoir une vue d'ensemble rapide de vos activités. Envoyés par courriel à minuit tous les jours, ils représentent l'historique des niveaux horaires de la journée passée. En addition, des valeurs limites à ne pas dépasser peuvent être établis et un code de couleur associé permet d'identifier clairement les périodes de dépassement.



ALERTES DE DÉPASSEMENT

Les alertes de dépassement peuvent être envoyées par texto et/ou par courriel. Ces alertes sont envoyées dès qu'un niveau dépasse la limite préétablie. De manière à bien s'adapter à vos conditions d'exploitation, plusieurs paramètres sont disponibles pour ajuster ces alertes :

- ! Limites différentes pour le jour, la nuit et les weekends;
- ! Destinataires différents pour le jour, la nuit et les weekends.

AVANTAGES

Des résultats de qualité

- Nous nous assurons que les données recueillies soient de qualité et pertinentes pour vos activités;
- Nous mettons à profit notre expertise reconnue en analyse du bruit et des vibrations;
- Nous faisons en sorte que les équipements soient calibrés selon les standards.

Une opération simplifiée

- Nous prenons en charge l'exploitation du système de monitoring vous offrant la tranquillité d'esprit;
- Nous sommes votre fournisseur pour l'ensemble des éléments du système ce qui garantit la compatibilité; L'interface web, les rapports automatiques et les alertes SMS vous permettent d'être informé 24/7;
- L'hébergement des données ainsi que la communication 3G/LTE est comprise dans le forfait;
- La tarification mensuelle simplifiée vous donne accès au monitoring environnemental à un prix abordable.

Prise en Charge Complète

Le service de monitoring Soft dB vous donne droit au Service Technique et Maintenance Soft dB. Nous nous chargeons de faire en sorte que vos stations de mesures soient en fonction 24/7.

- Support technique;
- Service d'entretien, de maintenance et de calibration;
- Surveillance et vérification de la qualité des données recueillies.

Avec les solutions de Monitoring Soft dB, vous n'avez pas à vous soucier du fonctionnement de votre système. Vous pouvez vous concentrer pleinement sur vos activités.





SPÉCIFICATIONS

Mesures Sonores	
Microphone	Microphone Classe 1, avec protection toutes-intempéries
Périodes de mesure	4 périodes indépendantes (typiquement 30s, 5min, 15min, 1h)
Données	LAeq, LCeq, LZeq, LMAX, LMIN, LN%, 1/3 Octave et FFT
Standards	IEC 61672, IEC 61260
Mesures Vibratoires (Optionnel)	
Capteur	Accéléromètre sismique triaxial avec boîtier standard ISEE
Données	Accélération, Vitesse, Pk, AVG, PPV, 1/3 Octave, FFT
Bandé fréquentielle	1 Hz à 600 Hz
Surpression	Mesurée avec le microphone de mesures acoustiques
Standards	ISO 8041, ISO 2631-2, DIN 4150-2/3, ANSI S2.71, USBM, IEC 61260
Périodes de mesure	4 périodes indépendantes (typiquement 30s, 5min, 15min, 1h)
Événements	Événements détaillés enregistrés sur déclenchement (dépassement de seuil)
Mesures Météorologiques (Optionnel)	
Données	Température, Humidité, Pression Atm, Vent, Pluie – Moyenne, Maximum, Minimum
Périodes de mesure	4 périodes indépendantes (typiquement 30s, 5min, 15min, 1h)
Mesures de Poussières (Optionnel)	
Données	PM10, PM2.5, PM1 ou PMTOT – Moyenne, Maximum, Minimum
Périodes de mesure	4 périodes indépendantes (typiquement 30s, 5min, 15min, 1h)
Mesure de Trafic (Optionnel)	
Données	Nombre de véhicules, Direction, Vitesse moyenne, max et min, Classe de véhicule
Périodes de mesure	4 périodes indépendantes (typiquement 30s, 5min, 15min, 1h)
Événements Audio/Vidéo	
Caméra	640x480, 1 FPS
Audio	MP3
Enregistrement	Sur déclenchement et/ou périodique



SPÉCIFICATIONS

Mesures Sonores	
Microphone	Microphone Classe 1, avec protection toutes-intempéries
Périodes de mesure	4 périodes indépendantes (typiquement 30s, 5min, 15min, 1h)
Données	LAeq, LCeq, LZeq, LMAX, LMIN, LN%, 1/3 Octave et FFT
Standards	IEC 61672, IEC 61260
Mesures Vibratoires (Optionnel)	
Capteur	Accéléromètre sismique triaxial avec boîtier standard ISEE
Données	Accélération, Vitesse, Pk, AVG, PPV, 1/3 Octave, FFT
Bandé fréquentielle	1 Hz à 600 Hz
Surpression	Mesurée avec le microphone de mesures acoustiques
Standards	ISO 8041, ISO 2631-2, DIN 4150-2/3, ANSI S2.71, USBM, IEC 61260
Périodes de mesure	4 périodes indépendantes (typiquement 30s, 5min, 15min, 1h)
Événements	Événements détaillés enregistrés sur déclenchement (dépassement de seuil)
Mesures Météorologiques (Optionnel)	
Données	Température, Humidité, Pression Atm, Vent, Pluie – Moyenne, Maximum, Minimum
Périodes de mesure	4 périodes indépendantes (typiquement 30s, 5min, 15min, 1h)
Mesures de Poussières (Optionnel)	
Données	PM10, PM2.5, PM1 ou PMTOT – Moyenne, Maximum, Minimum
Périodes de mesure	4 périodes indépendantes (typiquement 30s, 5min, 15min, 1h)
Mesure de Trafic (Optionnel)	
Données	Nombre de véhicules, Direction, Vitesse moyenne, max et min, Classe de véhicule
Périodes de mesure	4 périodes indépendantes (typiquement 30s, 5min, 15min, 1h)
Événements Audio/Vidéo	
Caméra	640x480, 1 FPS
Audio	MP3
Enregistrement	Sur déclenchement et/ou périodique