
**Évaluation de l'impact sonore associé aux
activités d'exploration et d'exploitation de la
production du gaz de schiste en fonction du
projet type et de scénarios de
développement potentiels**

Rapport écrit pour :

MDDEFP dans le cadre de l'évaluation environnementale stratégique

Rédigé par :

Roderick Mackenzie, Ph. D.

Révisé par :

Michel Pearson, M. Sc., ing.



Août 2013

Numéro du projet : 13-02-19-AL

1240, avenue Beaumont, Bureau 206
Mont Royal, QC, H3P 3E5, Canada
tel. : 514 727 3800 poste 326
fax. : 418-686-2043
www.softdb.com

Table des matières

1	Contexte	7
2	Objectifs	7
3	Méthodologie	8
3.1	<i>Revue de littérature</i>	8
3.2	<i>Établissement des scénarios d'opération</i>	8
3.3	<i>Modélisation</i>	9
3.3.1	Logiciel et paramètres de calcul.....	9
3.3.2	Modélisation du site.....	11
4	Revue de littérature	12
5	Critères applicables	13
5.1	<i>Note d'instruction 98-01 du MDDEFP</i>	13
5.1.1	Niveaux maximum par catégories	13
5.2	<i>Niveaux sonores provenant d'un chantier de construction (MDDEFP politiques sectorielles, Mise à jour de mars 2007)</i>	14
5.3	<i>Recommandations du MDDEFP concernant les nuisances relatives au bruit routier</i>	15
6	Identification des principales activités	16
6.1	<i>Phases de construction</i>	17
6.1.1	La construction de la route d'accès	17
6.1.2	La construction des sites de puits	18
6.1.3	La construction des gazoducs	19
6.1.4	La construction des stations de traitement centrales.....	20
6.2	<i>Phase de création de puits</i>	21
6.2.1	Le forage vertical.....	21
6.2.2	Le forage horizontal	23
6.2.3	La fracturation.....	23
6.2.4	Les activités de pré-production	25
6.3	<i>Sites multi-puits multiples</i>	27
6.4	<i>Station de traitement en phase de production</i>	28
6.5	<i>Niveaux de trafic</i>	29
7	Caractérisation des sources sonores	31

8	Traitements acoustiques considérés	34
8.1	<i>Options pour les sources de bruit à court ou moyen terme</i>	34
8.2	<i>Options pour les sources de bruit à long terme</i>	36
9	Simulation : phase de construction	37
10	Simulation : phase de création de puits	42
11	Simulation : activités de production	47
12	Application des corrections pour calculer $L_{Ar, T}$	49
13	Simulation : Bruit de trafic	50
13.1	<i>Route d'accès</i>	50
13.2	<i>Niveaux sur la route existante</i>	51
14	Effet des scénarios de développement	53
14.1	<i>Scénario 2 (exploration)</i>	53
14.2	<i>Scénario 3 (projet pilote) et Scénario 5 production (à grande échelle)</i>	53
15	Conclusions	56
15.1	<i>Marges de recul</i>	56
15.2	<i>Bruit relié au trafic</i>	59
15.3	<i>Application de traitements acoustiques</i>	59
16	Références	60

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les paramètres de cette modélisation.....	9
Tableau 2 : MDDEFP Note d'instruction 98-01: Niveaux maximums permis selon les catégories.....	13
Tableau 3 : Recommandations du MDDEFP concernant les nuisances relatives au bruit routier.....	15
Tableau 4 : Les phases et un sommaire des activités pour la construction des routes d'accès	18
Tableau 5 : Les phases et un sommaire des activités pour la construction de site multi-puits.....	19
Tableau 6 : Les phases et un sommaire des activités pour la construction des gazoducs.....	20
Tableau 7 : Les phases et un sommaire des activités pour la construction de stations de compression centrales.....	20
Tableau 8 : Les phases et un sommaire des activités pour le forage vertical	22

Tableau 9 : Les phases et un sommaire des activités pour le forage horizontal.....	23
Tableau 10 : Les phases et un sommaire des activités pour la fracturation	24
Tableau 11 : Les phases et un sommaire des activités de pré-production.....	26
Tableau 12 : Les phases et un sommaire des activités pour l'extraction du gaz de schiste	28
Tableau 13 : Les phases et un sommaire des activités de production	28
Tableau 14 : Trafic sur le chantier (Scénario 3).....	30
Tableau 15 : Sources de bruit relié à la construction	31
Tableau 16 : Sources de bruit relié au forage et à la fracturation.....	32
Tableau 17 : Sources de bruit relié à l'opération des puits.....	33
Tableau 18 : Sources de bruit relié aux opérations de la station centrale.....	33
Tableau 19 : Sources de bruit relié à la génération d'électricité pour la station centrale.....	33
Tableau 20 : Sources de bruit relié au traitement d'eau à la station centrale.....	33
Tableau 21 : Mesures de mitigation pour les sources de bruit de construction (adapté du BS 5228).....	35
Tableau 22 : Options de réduction sonore à long terme (Adapté du URS 2012).....	36
Tableau 23 : Synthèse des activités de construction et des marges de recul pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) selon les conditions météorologiques S3.....	38
Tableau 24 : Synthèse des activités de construction et des marges de recul pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération normale) selon les conditions météorologiques S3.....	39
Tableau 25 : Synthèse des activités de construction et des marges de recul pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) selon les conditions météorologiques S4.....	40
Tableau 26 : Synthèse des activités de construction et des marges de recul pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération normale) selon les conditions météorologiques S4.....	41
Tableau 27 : Synthèse des activités de création de puits et des marges de recul pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) selon les conditions météorologiques S3.....	42
Tableau 28 : Synthèse des activités de création de puits et des marges de recul $L_{Aeq, 1h}$ (opération normale) selon les conditions météorologiques S3.....	43
Tableau 29 : Synthèse des activités de création de puits et des marges de recul pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) selon les conditions météorologiques S4.....	44
Tableau 30 : Synthèse des activités de création de puits et des marges de recul pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération normale) selon les conditions météorologiques S4.....	45
Tableau 31 : Synthèse des activités de fracturation et des marges de recul avec une barrière de trois côtés des sources de bruit pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) selon les conditions météorologiques S4.....	46

Tableau 32 : Synthèse des activités de production et des marges de recul pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) selon les conditions météorologiques S3.....	47
Tableau 33 : Synthèse des activités de production et des marges de recul pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) selon les conditions météorologiques S4.....	48
Tableau 34 : Niveaux sonores avec le bruit du trafic provenant de la route d'accès	50
Tableau 35 : Changements aux niveaux existants de bruit reliés au trafic.....	52
Tableau 36 : Résumé des marges de recul simulées pour les étapes de construction (condition atmosphérique S4, $L_{Aeq, 1h}$ (opération normale))	57
Tableau 37 : Résumé des marges de recul simulées pour les étapes de création de puits et de production (condition atmosphérique S4, $L_{Aeq, 1h}$ (opération normale))	58

Liste des figures

Figure 1 : Schéma simplifié d'extraction de gaz de schiste (Ministère de l'Éducation nationale, France).....	16
Figure 2 : Construction de la route d'accès (Sources : gauche : Newfoundland Department of Natural Resources, droite : SGEIS 2009).....	17
Figure 3 : Disposition du site pour le processus de forage (CIRAIG 2012)	22
Figure 4 : Préparation à la fracturation (SGEIS 2009)	25
Figure 5 : Configuration de sites de puits multiples dans un champ de gaz (production à pleine échelle).....	27
Figure 6 : Station centrale de traitement (Source : Chesapeake Energy)	29
Figure 7 : Exemple d'une carte de la dispersion du son provenant de deux sites de multi-puits simultanés durant la sous-phase de construction (montage)	54
Figure 8 : Exemple de la carte du son pour deux sources surfaciques : (a) bruit des puits en construction (coin inférieur droit) durant la sous-phase de montage, et (b) un deuxième puits, complété (centre inférieur).....	54
Figure 9 : Exemple de la carte de la dispersion du son de deux sources de surface : deux sites identiques avec 6 puits chaque, séparés de 900m.....	55
Figure 10 : Effet du type de surface sur la réflexion de l'onde sonore.....	84
Figure 11 : Atténuation provenant de la propagation au travers d'une forêt.....	85
Figure 12 : Schéma d'une onde acoustique contournant un obstacle	86
Figure 13 : Schématisation de la propagation avec variation topographique (réf. Technical Report Harmonoise).....	86

Figure 14 : Effet de la vitesse du vent sur les ondes sonores..... 87

Figure 15 : Schématisation des trajets sonores par vent portant..... 88

Figure 16 : Schéma des rayons sonores par vent contraire..... 88

Figure 17 : Propagation sonore en présence de vent : pour les récepteurs en amont de la source par rapport au vent, les niveaux de bruit diminuent; en aval, ils augmentent..... 89

Figure 18 : Profils de température à différents moments de la journée..... 90

Figure 19 : Schémas de la propagation des ondes sonores pour un gradient thermique positif (le jour) et négatif (le soir) 91

1 Contexte

Dans la foulée des audiences publiques sur l'exploration et la production du gaz de schiste au Québec, une évaluation environnementale stratégique a été mise en œuvre, dont l'un des onglets concerne l'évaluation de l'impact sonore relié aux activités d'exploration et de la production. Étant donné qu'aucune activité d'exploration ou de la production n'aura lieu durant la période de l'évaluation, aucune mesure de bruit ne pourra être réalisée, ainsi l'évaluation de l'impact sonore devra être réalisée à partir d'une simulation théorique.

L'exploration et la production des gaz de schiste requiert l'utilisation d'un nombre élevé d'équipements, machines et véhicules (foreuses, génératrices, pompes, compresseurs, camions, etc.). La présente étude sert donc à établir, via des simulations théoriques, les niveaux sonores ressentis auprès des résidents afin de déterminer si l'exploration et la production du site constitue une nuisance sonore pour les résidences à proximité.

Ce rapport a été commandé par le MDDEFP et produit par SoftdB Inc. SoftdB Inc. a basé cette évaluation sur des informations publiquement disponibles et puise son analyse des résultats des différentes modélisations fondées sur cette information. Les opinions exprimées dans le présent document représentent les opinions de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement les vues du MDDEFP ou du comité ÉES (Comité de l'évaluation environnementale stratégique sur le gaz de schiste).

2 Objectifs

L'étude vise à identifier toutes les sources de bruit (fixes et mobiles), et procéder à des simulations des différentes étapes de l'exploration et la production du gaz de schiste, afin de déterminer les impacts sonores sur l'environnement avoisinant. Plus précisément, les objectifs sont :

- Identifier et quantifier, acoustiquement parlant, l'utilisation de tout équipement sur le site;
- Établir des prévisions de la contribution sonore des différentes sources ($L_{Aeq,1h}$);
- Déterminer les termes correctifs applicables et calculer les niveaux acoustiques applicables ($L_{A,T}$);
- Établir les distances minimales à partir de la source pour lesquels les niveaux ressentis respectent les règlements sur le bruit;
- Interpoler les résultats pour chaque étape pour les scénarios de développement à plus grande échelle;
- Comparer les valeurs théoriques obtenues avec les limites sonores applicables, estimer les impacts et s'il y a lieu proposer des mesures d'atténuation.

3 Méthodologie

3.1 Revue de littérature

La qualification des sources a été faite à partir de la base de données des niveaux de puissance du son en construction et en extraction provenant de plusieurs compagnies en ressources naturelles (voir annexe pour les références), ainsi qu'à partir de recherches internet pertinentes. En général, au moins deux références ont été établies pour chacune des sources sonores.

3.2 Établissement des scénarios d'opération

Les activités et les scénarios modélisés ont été établis sur la base des études du CEES et du CIRAIG. Les processus au sein de ces activités sont basés sur ces questions et d'autres documents de la revue de la littérature.

Les principales séquences de travaux qui seront à l'étude sont :

- Construction d'un accès routier
- Construction d'un site de multi-puits
- Le forage de puits
- Processus de fracturation hydraulique
- Construction des stations de compression et de déshydratation
- Construction de gazoducs
- Production de gaz (bruit de stations de compression et des puits en opération)

Également, le bruit de l'augmentation du trafic sur l'accès et les routes locales sera évalué.

Les principaux scénarios complets qui seront à l'étude sont :

- Exploration (CEES Scénario 2 seulement un puits d'exploration)
- Production à petite échelle (CEES Scénario 3 avec 6 puits de production par site de multi-puits)
- Production à grande échelle (CEES Scénario 5 avec 6 puits de production par site de multi-puits)

3.3 Modélisation

Une modélisation du bruit a été effectuée utilisant un logiciel informatique. Ce logiciel permet de prendre en compte les différences en spectres de fréquences ainsi que les conditions météorologiques lors des analyses.

Les prédictions de niveaux sonores sont basées sur le niveau équivalent de son (L_{eq}) sur une période de temps définie (T), qui subit une pondération de ses diverses bandes de fréquence afin de mieux représenter l'audition de l'oreille humaine (connu sous le terme de pondération-A). Pour une période d'une heure, cela nous donne le paramètre $L_{Aeq, 1h}$. De même, le niveau prédit sur une période de 12 heures serait $L_{Aeq, 12h}$.

Les niveaux opérationnels peuvent être prédits de deux façons. Tout d'abord, on prend le niveau de puissance acoustique de fonctionnement typique (L_w) pour tout type d'équipement, et on suppose qu'il fonctionne en continu tout au long de la période de temps. D'autres machines pourraient également être en opération en même temps, alors on suppose qu'ils opèrent également en continu pour la période de temps. Cette utilisation opérationnelle intensive à 100% nous donne le paramètre $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive).

Cependant, il se peut qu'une excavatrice, par exemple, soit utilisée à son plein niveau de bruit opérationnel pour 40% de la journée de travail. Ce 40% est connu comme un *facteur d'utilisation* de la durée de fonctionnement normal. D'autres équipements auront des *facteurs d'utilisation* normaux différents. Donc, un paramètre de mesure additionnel a été inclus dans la modélisation, qui tient compte du *facteur d'utilisation* de la durée de fonctionnement normal : $L_{Aeq, 1h}$ (opération normale).

Les sources pour chaque activité, ainsi que leurs *facteurs d'utilisation*, se retrouvent en annexe 6. Notez que parce que les temps de fonctionnement des différentes sources de bruit ne sont pas connus le long d'une période de 12 heures donnée, cela signifie que pour le processus de modélisation, $L_{Aeq, 1h} = L_{Aeq, 12h} = L_{Aeq, 24h}$. Ceci est le cas, à moins que les heures spécifiques d'opération soient énoncées (par exemple, dans le cas de la modélisation du bruit de route dans le Chapitre 13).

3.3.1 Logiciel et paramètres de calcul

La modélisation a été effectuée à l'aide d'estimations conservatrices par rapport aux conditions environnementales. De ce fait, nous avons estimé que le sol était plat, non-absorbant, et sans édifices, végétation, ou autres barrières. Le modèle choisi peut être décrit par les paramètres suivants :

Tableau 1 : Les paramètres de cette modélisation

Catégorie	Description
Modèle	Datakustik CADNA-A, Version 4.2.142
Algorithme de prédiction	Harmonoise
Température/Humidité	20°C, 70% RH
Conditions météorologiques	S3, S4

Nombre de réflexions	2
Rayon de calcul	10km
Paramètres mesurés	$L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) $L_{Aeq, 1h}$ (opération normale)
Absorption du sol	0
Hauteur des points de réception	1,5m
Maillage du calcul numérique	1,5m hauteur, 10m résolution

La modélisation de la dispersion du son à partir de chacune des différentes phases et sous-phases d'activité a été effectuée de deux façons en utilisant le même logiciel chaque fois. Les deux situations sont :

- $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive): Le niveau sonore moyen sur une période d'une heure durant l'opération intensive (100%) des sources de bruit. Étant donné que les niveaux sonores peuvent varier de façon importante au cours d'une journée, cette mesure a été choisie pour modéliser le pire des scénarios de toutes les sources de bruit de la sous-phase opérant de façon continue et simultanée. Dans la plupart des phases de construction, de forage, de fracturation, ou de réadaptation, la machinerie n'opérera pas de manière continue ou simultanée.
- $L_{Aeq, 1h}$ (opération normale): Le niveau sonore moyen sur une période d'une heure avec la correction tenant compte des facteurs d'utilisation normaux. Ce niveau est calculé en fonction de l'utilisation typique de chaque source de bruit.

Dans chacune des deux situations, les distances ont été calculées en fonction des conditions météorologiques S3 et S4. La stabilité atmosphérique de classe S3 représente des conditions typiques favorables à la propagation du son durant le jour, tandis que la stabilité atmosphérique de classe S4 représente des conditions typiques favorables à la propagation du son la nuit.

Afin de mieux comprendre les effets possibles entre la propagation possible en période de jour (S3) et en période de nuit (S4), voici une brève explication¹ des phénomènes de gradient thermique qui influencent la trajectoire de propagation des ondes sonores:

Quand une onde sonore traverse un milieu composé d'air chaud vers un milieu composé d'air froid, la trajectoire des ondes sonores va se courber de la même manière qu'un faisceau lumineux qui passe entre l'air et l'eau.

Étant donné que la température dans l'atmosphère change graduellement en fonction de la hauteur par rapport au sol, ce qu'on nomme le gradient thermique, ainsi la trajectoire des ondes sonores se courbe lorsqu'elle se propage dans l'atmosphère.

¹ Une explication plus approfondie des phénomènes météorologiques qui affectent la propagation sonore est présentée à l'Annexe 7.

Pendant une journée ensoleillée, surtout lorsque le vent est faible ou nul, l'air se rafraîchi en s'éloignant du sol, ce qui courbe les ondes sonores vers le haut. Toutefois, la nuit (et occasionnellement le jour) l'air près du sol est plus froid, ce qui rabat les ondes acoustiques vers le sol sur de grandes distances. Lorsque ces gradients thermiques sont importants, on observe de grandes différences entre les niveaux sonores le jour et la nuit.

De plus, le bruit provenant de la circulation sur une route d'accès et sur une route principale de campagne a aussi été modélisé à l'aide des logiciels FHWA TNM, (*Traffic Noise Model* de la *Federal Highway Administration* des États-Unis) basé sur les types de trafic aux sites d'activité reliés au gaz de schiste rapportés dans la littérature.

Comme on pourra voir au Chapitre 5.3, les niveaux de bruit reliés à la circulation sont déterminés sur une période de 24 heures. Puisque le modèle TNM calcule le bruit sur des périodes d'une heure, les niveaux sur 24 heures ont été extrapolés en fonction du trafic moyen par heure par jour pour les routes existantes, ou le trafic prévu par heure par jour pour les nouvelles routes.

- $L_{Aeq, 24h}$: Le niveau sonore moyen sur une période de 24 heures.

3.3.2 Modélisation du site

Étant donné la complexité de chaque phase et la variation quant à la dispersion et la quantité des équipements sur les lieux, la puissance du son de chaque source a été combinée et distribuée également sur l'aire totale du site en question (route d'accès, puits, etc.) Le logiciel a ensuite calculé les niveaux de bruit à de diverses distances de la frontière du site.

Puisqu'aucun site spécifique n'a été déterminé, le modèle supposerait un terrain plat peu absorbant avec aucune végétation, sous des conditions météorologiques favorables à la propagation sonore (S3 et S4).

Les multiples sources ont été combinées, et leur puissance sonore totale a été répartie sur une surface représentant les dimensions typiques appropriées.

Pour ce qui est de l'activité reliée à la construction des routes d'accès, elle a été modélisée en se basant sur les distances moyennes de routes, selon les différentes périodes de construction.

Toute activité reliée à la construction s'étend seulement sur la période de jour, alors que les activités reliées au forage et à la production s'étendent sur 24 heures.

4 Revue de littérature

Il y a un manque général d'articles dans les revues universitaires du monde entier sur le bruit provenant des activités d'exploration et d'extraction du gaz de schiste. Les sources préliminaires qui ont été trouvées sont les suivantes :

- Le bruit des enquêtes d'évaluation d'impact en Australie et en Amérique du Nord sur l'extraction des gaz de schiste ou du charbon de méthane de houille, commissionnées par les sociétés d'énergie soit à des fins de prouver la conformité à la réglementation ou de préciser les mesures d'atténuation requises;
- Énoncés des incidences environnementales sur l'extraction des gaz de schiste ou du charbon de méthane de houille et les activités de production aux États-Unis (Colorado et New York), basés en partie sur les niveaux de puissance acoustique de la base de la *Federal Highway Administration* ;
- Les niveaux de puissance acoustique des normes de bruit de la construction au Royaume-Uni;
- Fiches techniques pour les équipements spécifiques.

La modélisation de la machinerie pour chaque sous-phase d'activité est basée principalement sur les études du CEES et CIRAIG. Les données manquantes de ces ouvrages ont été complétées à partir des documents de référence présentés en annexe ou en bibliographie.

Typiquement, les données des sources sont répertoriées en termes de puissance acoustique. Dans la littérature, les sources étant présentées en termes de pression sonore à une distance donnée ont été reconverties en puissance acoustique pour faciliter la comparaison des sources. Il est possible de trouver des spectres de référence par bande d'octave sur la plupart des sources, mais très peu de sources contiennent des données de la bande de tiers d'octave. Ainsi, les estimations des corrections tonales ou de basse fréquence pourraient être basées sur une combinaison de données provenant de machines de la même famille.

Dans les cas où il y avait des différences importantes quant aux niveaux sonores rapportés dans la littérature, la moyenne a été utilisée et une note de précaution a été appliquée. Cette étude met en évidence les sources citées si applicables, et la liste complète des références se trouve en annexe.

5 Critères applicables

5.1 Note d'instruction 98-01 du MDDEFP

5.1.1 Niveaux maximum par catégories

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

Tableau 2 : MDDEFP Note d'instruction 98-01: Niveaux maximums permis selon les catégories

Zone (classification des bâtiments)	Nuit* (dBA)	Jour* (dBA)
I	40	45
II	45	50
III	50	55
IV	70	70

* N.B. dans la note d'instruction de la MDDEFP, la nuit comprend la plage de 19h00 à 07h00, et le jour celle de 07h00 à 19h00.

Les zones sont définies comme suit:

Zones sensibles

- Zone I = Territoire destiné à des habitations unifamiliales isolées ou jumelées, à des écoles, hôpitaux ou autres établissements de services d'enseignement, de santé ou de convalescence, ou terrain d'une habitation existante en zone agricole.
- Zone II = Territoire destiné à des habitations en unités de logements multiples, des parcs de maisons mobiles, des institutions ou des terrains de camping.
- Zone III = Territoire destiné à des usages commerciaux ou à des parcs récréatifs. Toutefois, le niveau de bruit prévu pour la nuit ne s'applique que dans limites de propriété des établissements utilisés à des fins résidentielles. Dans les autres cas, le niveau maximal de bruit prévu le jour s'applique également la nuit.

Zones non sensibles

- Zone IV = Territoire zoné pour fins industrielles ou agricoles. Toutefois, sur le terrain d'une habitation existante en zone industrielle et établie conformément aux règlements

municipaux en vigueur au moment de sa construction, les critères sont de 50 dBA la nuit et 55 dBA le jour.

La catégorie de zonage est établie en vertu des usages permis par le règlement de zonage municipal. Lorsqu'un territoire ou une partie de territoire n'est pas zoné tel que prévu, à l'intérieur d'une municipalité, ce sont les usages réels qui déterminent la catégorie de zonage. Le jour s'étend de 7 h à 19 h, tandis que la nuit s'étend de 19 h à 7 h. Ces critères ne s'appliquent pas à une source de bruit en mouvement sur un chemin public.

Toujours selon la note d'instruction 98-01, 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 l'usine est en arrêt complet ou hors de l'influence de la source de bruit.

Selon la note d'instruction du MDDEFP, le niveau de pression acoustique moyen est calculé sur une période (T) d'une heure, utilisant le critère d'évaluation $L_{Ar,T}$. Ce niveau est une combinaison du $L_{Aeq,T}$ mesuré et de toute correction due à la présence d'impact, de tonalité, de basses fréquences ou de bruit porteur d'information. Voir l'article 98-01 dans l'Annexe 3 pour plus de détails sur ces facteurs.

5.2 Niveaux sonores provenant d'un chantier de construction (MDDEFP politiques sectorielles, Mise à jour de mars 2007)

Le document : *Le bruit communautaire au Québec : Politiques sectorielles* décrit les limites et lignes directrices préconisées par le MDDEFP relativement aux niveaux sonores provenant d'un chantier de construction. Dans ce document, les niveaux maximums ci-dessous ont été établis pour le bruit d'un chantier de construction mesuré à tous les points de réception (résidentiels ou équivalents):

- Jour : $L_{Ar,12h} \leq 55\text{dBA}$ ou le niveau du bruit de fond si supérieur (bruit initial du secteur)
 - Si le travail ne peut être complété en respectant ce niveau maximal, les superviseurs doivent démontrer que toutes les mesures pratiques et raisonnables de contrôle du bruit ont été appliquées, et qu'il n'était pas possible d'utiliser des méthodes plus silencieuses.
- Soir et nuit : $L_{Ar,1h} \leq 45\text{dBA}$ ou le niveau du bruit de fond si supérieur (bruit initial du secteur)
- Durant la nuit, aucune exception n'est permise, à moins que les travaux soient urgents ou absolument nécessaires.
- Durant le soir, des événements exceptionnels dans des situations justifiées peuvent être $L_{Ar,3h} \leq 55\text{dBA}$, à condition qu'une estimation des risques tels que décrits ci-dessous soit créée.

Toute infraction de ces limites doit inclure une estimation écrite de l'évaluation de la durée et des niveaux des dépassements, pourquoi des méthodes alternatives (plus silencieuses) n'ont pas été employées, et une démonstration des démarches préventives effectuées pour limiter les perturbations (techniques de mitigation).

5.3 Recommandations du MDDEFP concernant les nuisances relatives au bruit routier

Les compagnies qui proposent des activités de développement reliées au gaz de schiste doivent démontrer que les recommandations du Tableau 3 du MDDEFP sont respectées. Ces recommandations portent sur l'influence du bruit de circulation sur les niveaux de bruit ambiants :

Tableau 3 : Recommandations du MDDEFP concernant les nuisances relatives au bruit routier

Niveau de bruit initial ($L_{Aeq\ 24h}$)	Le MDDEFP préconise
Inférieur à 55 dB	Maintien du niveau de bruit initial quand cela est possible, sinon permettre l'atteinte du maximum de 55 dB
Égal ou supérieur à 55 dB	Une augmentation de 1 dB est acceptable
Supérieur à 60 dB	Aucune augmentation

6 Identification des principales activités

Cette section est destinée à l'explication des différentes phases de construction, de forage, de fracturation, et de production.

La fracturation hydraulique est un procédé pour stimuler l'extraction du gaz d'un puits foré dans une formation rocheuse de schiste contenant du gaz. Le gaz des formations rocheuses de schiste est généralement extrait en utilisant une combinaison de puits verticaux et de puits horizontaux. De l'eau, du sable, et des additifs sont pompés dans le puits de forage sous haute pression, créant des fractures dans la roche et gardant ces fractures ouvertes. Plusieurs puits peuvent être forés à partir du même site, que l'on nomme alors sites multi-puits de forage. Les puits acheminent ensuite le gaz à une installation centrale de traitement, où il est comprimé davantage, déshydraté et finalement, envoyé dans le réseau de gaz principal. Le processus est représenté à l'aide de la Figure 1 ci-dessous.

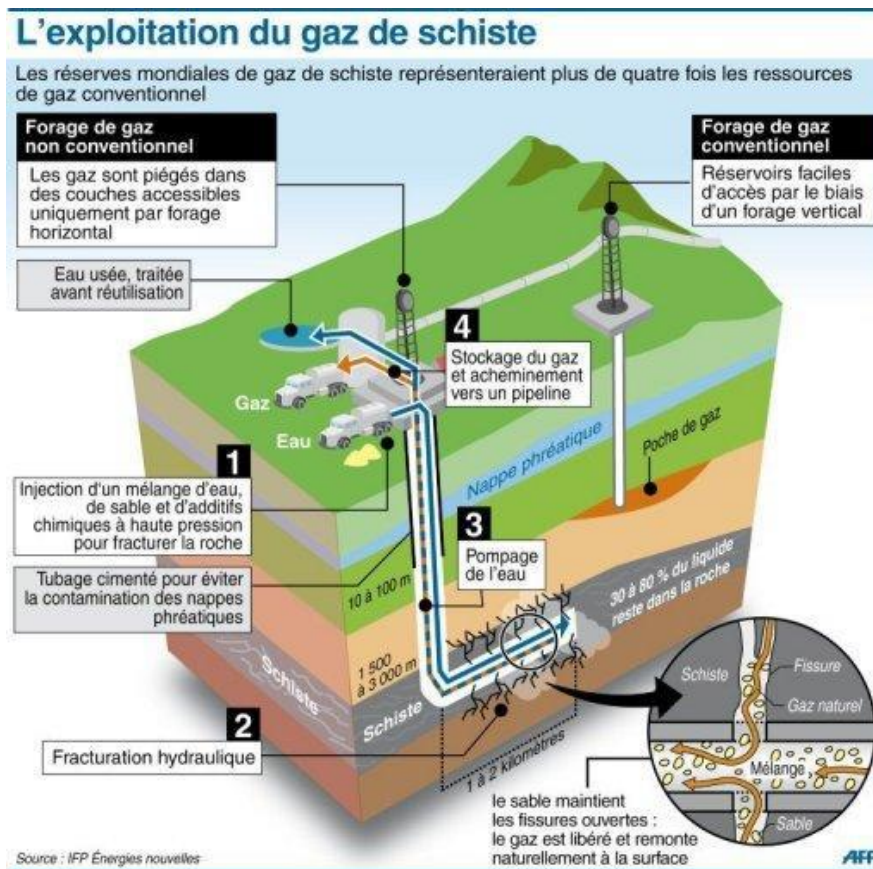


Figure 1 : Schéma simplifié d'extraction de gaz de schiste (Ministère de l'Éducation nationale, France)

Les sous-sections suivantes décrivent les phases et sous-phases d'activités, les principales composantes de bruit relatives à chacune de ces phases et sous-phases ainsi que la durée de chacune d'entre elles.

6.1 Phases de construction

Selon les scénarios modélisés dans cette étude, les activités de construction sont nécessaires pour :

- La création d'une route d'accès
- La création d'un site de forage
- La création de gazoducs ou de conduites d'eau
- La création d'installations centrales de traitement

6.1.1 La construction de la route d'accès

Les sites de multi-puits sont rarement construits le long de routes déjà existantes. Un chemin d'accès en gravier sera créé à partir d'une route existante près de l'emplacement du site multi-puits potentiel, ou de plusieurs sites potentiels (Figure 2). Alternativement, une petite route d'accès peut être utilisée ou renforcée au besoin si elle n'est pas assez solide. Cette route d'accès sera généralement entre 6m et 12m de largeur durant les phases de construction du ou des sites multi-puits et sera réduite à entre 3m et 6m de largeur lors de la phase de production du gaz.



Figure 2 : Construction de la route d'accès (Sources : gauche : Newfoundland Department of Natural Resources, droite : SGEIS 2009)

La construction de la route d'accès comporte trois phases distinctes : la déforestation de la route suggérée; l'excavation, le nivellement et la superposition des différentes couches de la route ainsi que les diverses mesures de contrôle de l'érosion de la route; et la réalisation (couche de pierres concassées mises en place sur un tissu géotextile) de la surface de la route. Ces trois phases sont résumées ci-dessous dans le Tableau 3. Ce tableau ainsi que les autres dans cette section sont

adaptés du NY SGEIS (2009). Il est possible que ces phases opèrent simultanément sur différentes sections de la route. Il est supposé dans cette étude que la route soit terminée avant la création des sites multi-puits.

La longueur totale de route choisie pour ce modèle est de 2km. Cela prendrait entre 12 à 28 jours pour la construction en fonction de l'accessibilité et de la difficulté du terrain. Chaque phase d'activité a donc été modélisée à l'aide d'une surface d'activité de 100m x 12m.

Toutes les phases d'activités de construction mentionnées dans la présente section auront généralement lieu pendant la journée (entre 07h00 et 19h00). Il est très improbable que toutes les sources de bruit soient constamment opérationnelles tout au long de la journée ou qu'elles soient toutes en opération simultanément.

Tableau 4 : Les phases et un sommaire des activités pour la construction des routes d'accès

Étapes	Sous-étapes	Sources sonores	Activités	Durée (jours)	Circulation des camions lourds
La construction des routes d'accès pour les puits ou de la station de compression	La déforestation	Scie à chaînes, l'équipement mécanique nécessaire au déboisement	Déforestation, nivellement, construction de puits, mise en place de matériaux routiers comme le géotextile et le gravier.	12 à 28 jours	10 à 45 par multi-puits
	La préparation de la route	Machinerie nécessaire à l'excavation du sol, le drainage et le nivellement			
	L'achèvement de la route	Machinerie nécessaire au compactage et au nivellement de la nouvelle surface de la route			

6.1.2 La construction des sites de puits

Tout comme la construction de la route d'accès, la construction du site multi-puits impliquera la déforestation de la zone et une préparation (excavation et nivellement) du site à l'aide de gravier et géotextiles, ainsi que les mesures de drainage nécessaires pour assurer la stabilité du sol pour le passage des camions lourds.

Le bruit créé par la livraison et l'installation des différents équipements requis pour le forage et les autres activités au site s'ajoutera à ces sources de bruit.

Ici encore, les travaux de construction prévus dans l'étude présente ne prendront généralement lieu que pendant la journée entre 07h00 et 19h00, et ne seront généralement pas en fonction simultanément ou en continu. Le Tableau 5 décrit les caractéristiques des sous-phases dans cette phase.

Tableau 5 : Les phases et un sommaire des activités pour la construction de site multi-puits

Étapes	Sous-étapes	Sources sonores	Activités	Durée (jours)	Circulation des camions lourds
La construction des sites de puits	La déforestation	Scie à chaînes, l'équipement mécanique nécessaire au déboisement	Déforestation, nivellement, construction de puits, mise en place de matériaux routiers comme le géotextile et le gravier. Transport, le montage et l'installation ou le repositionnement sur le site multi-puits et des équipements auxiliaires.	Jusqu'à 28 par site	10 à 45 par multi-puits
	La préparation du site	Machinerie nécessaire à l'excavation du sol, le drainage et le nivellement			
	La livraison de matériaux	Machinerie nécessaire au compactage et au nivellement de la nouvelle surface de la route		5 à 30 jours par puits	

La préparation d'un site multi-puits prend généralement entre 14 et 21 jours, avec une période de 5 à 30 jours pour la livraison du matériel par puits.

Au cours de l'exploration, un site multi-puits est d'environ 90m x 110m de surface, tout dépendant de la topographie et du nombre de puits prévu. Le site contiendra le ou les puits ainsi que tout le matériel nécessaire à la création de ce ou ces puits. Il y aura aussi sur ce site les fosses et les réservoirs requis pour le confinement des fluides ainsi que le stationnement des employés. Dans cette étude, on suppose qu'une installation centralisée gère la séparation de gaz (séparateurs et réservoirs de saumure), la compression, la déshydratation et le traitement de l'eau à partir de sites multiples (voir Chapitre 6.1.4), et ne sera pas tenue d'être sur le site du puits. Dans le cas d'un développement à petite échelle, ceci pourrait être le cas, alors le site serait agrandi pour accueillir ces installations.

Nous assumons que durant le forage, le site restera toujours de la même grandeur même si plusieurs puits y sont forés.

6.1.3 La construction des gazoducs

Les lignes de collecte de gaz du puits jusqu'à l'installation centrale peuvent être construites soit au-dessus du sol ou être enfouies dans le sol. Avec ces lignes, on peut aussi acheminer le courant pour les pompes et les séparateurs pour le puits ainsi que les tuyaux pour amener l'eau potable et pour renvoyer les eaux usées.

Les canalisations sont construites soit par tranchées (typiquement) ou par forage (si le gazoduc doit passer sous les zones écologiquement sensibles). Cette étude modélise l'effet du creusement de tranchées. Les tranchées sont créées, les tuyaux sont mis en place et reliés entre eux; puis enterrés sous environ 1m de sol.

Cette étude modélise les niveaux sonores de l'installation de gazoducs souterrains sur une surface de 100m x 6m.

Tableau 6 : Les phases et un sommaire des activités pour la construction des gazoducs

Étapes	Sous-étapes	Sources sonores	Activités	Durée (jours)	Circulation des camions lourds
Activités de pré-production supplémentaires	L'installation de conduites de gaz	Machinerie de terrassement, grue, soudure de tuyaux	Creusement des tranchées, raccordement de tuyaux, remplissage et terrassement	Dépendant de la longueur de la canalisation	Dépendant de la longueur de la canalisation

6.1.4 La construction des stations de traitement centrales

Le gaz venant des puits est généralement sujet à une certaine compression au puits lui-même. Il est alors acheminé via des canalisations vers une installation de traitement du gaz centrale plus grande, qui peut aussi contenir une station de traitement des eaux. À l'usine centrale, le gaz est séparé, déshydraté et comprimé davantage. Toutes les stations de compression du gaz auront au moins une torche en cas d'urgence, ce qui représente, acoustiquement parlant, une source de bruit ponctuelle et intermittente.

Le nombre de compresseurs dans une installation varie en fonction du nombre de puits, la grosseur des canalisations et la distance à parcourir. La différence entre les deux types d'installations est décrite en Annexe.

La construction de stations de compression peut prendre de 1 à 2 mois, alors que la construction d'une grande usine de compression et de traitement des eaux peut prendre jusqu'à 1 an. Les processus de défrichage et de nivelage sont les mêmes que pour les puits, mais ils prendront plus de temps.

Les bâtiments semi-permanents nécessitent des fondations et sont construits pour abriter et protéger la machinerie des intempéries. Ils serviront aussi à prévenir la dispersion du bruit à l'extérieur du site.

Tableau 7 : Les phases et un sommaire des activités pour la construction de stations de compression centrales

Étapes	Sous-étapes	Sources sonores	Activités	Durée (jours)	Circulation des camions lourds
Activités de pré-production supplémentaires	La construction de site des stations de compression centrales	Pelleteuses, bulldozers et autres types de matériel de terrassement, bétonneuse	Déboisement, nivellement, la construction de fosses, mise en place de matériaux de fondation comme le géotextile et le béton.	28 à 56 jours	Jusqu'à 60
	Construction de l'usine centrale	Camions à plateau, chariots élévateurs, grues, bétonneuse et des outils électriques		Jusqu'à 270 jours	Jusqu'à 200

Les informations provenant du Projet de gaz Surat indique qu'une usine centrale de traitement du gaz a environ 230m x 160m de surface. De l'espace additionnel peut être nécessaire si l'usine dispose de capacités de production d'électricité (150m x 120m) ou de traitement des eaux (80m x 120m).

6.2 Phase de création de puits

Cette étude assume une pratique typique de l'industrie, c'est-à-dire de forer un puits à la fois par site multi-puits. Par conséquent, les niveaux sonores de chaque activité particulière à un site multi-puits lors de l'exploration reste le même quel que soit le scénario de développement. Dans certains cas, de plus petites foreuses verticales peuvent être utilisées au même moment que des foreuses horizontales sur un autre puits. Des considérations reliées à l'utilisation de l'espace peuvent parfois venir empêcher la construction de puits subséquents. La présence de construction ou de forage sur deux sites multi-puits différents est abordée au Chapitre 13.

Selon les scénarios modélisés dans cette étude, l'activité de forage comprend:

- Forage vertical
- Forage horizontal
- Préparation à la fracturation
- Fracturation hydraulique (fracturation du puits)
- Étapes de pré-production (retrait des déchets, construction de puits et la récupération de site)

6.2.1 Le forage vertical

Une fois le site préparé et l'équipement de forage installé, la section verticale du puits est forée. Un trou conducteur est foré en premier lieu, et ces parois sont ensuite recouvertes de béton. Le forage vertical se poursuit alors sur une période d'environ 2 semaines, à raison de 24h par jour.

La durée du forage vertical inclut le temps requis pour l'insertion des tuyaux et la cimentation du puits. Le processus de cimentation et le boîtier en acier recouvrant le puits de forage sont nécessaires durant la phase verticale jusqu'à ce que le puits de forage ait passé bien au-dessous de la nappe phréatique existante ou des aquifères. Pendant le forage, de l'« eau produite » est créé à partir de l'eau présente dans les formations rocheuses. Cette eau est entreposée à la surface et est transportée hors site afin qu'elle soit traitée.

Un survol de la sous-phase est présenté au Tableau 8, alors qu'une opération de forage typique est présentée dans la Figure 3.

Tableau 8 : Les phases et un sommaire des activités pour le forage vertical

Étapes	Sous-étapes	Sources sonores	Activités	Durée (jours)	Circulation des camions lourds
La création du puits	Le forage vertical	Forage, citernes de pétrole, support à tuyaux, équipement de contrôle de puits, véhicules du personnel, bâtiments, camions de livraison.	Forage, cimentation des parois du puits de forage, voyages des camions de livraison. Livraison d'équipement pour le forage horizontal peut commencer vers les étapes finales du forage vertical.	Jusqu'à 14 jours par puits, un ou deux puits par fois	Forage du puits = 30 par site multi-puits Fluides et matériaux de forage = 25 à 50 par puits, ou 150 à 300 par site multi-puits Équipement de forage (revêtement des tuyaux, foreuse, etc.) = 25 à 50 par puits, ou 150 à 300 par site multi-puits



Figure 3 : Disposition du site pour le processus de forage (CIRAIG 2012)

Il se pourrait que le forage vertical soit effectué par de plus petites « derrick » / foreuses (simple ou doubles) à moteur diesel (de 15m à 25m en hauteur), et qu'une plus grande « derrick » de forage (triple) soit mise en place pour le forage horizontal. En ce qui concerne les sous-phases du forage vertical et du forage horizontal, les sources de bruit principales sont :

- Appareils de forage rotatif (échappement du moteur, vilebrequin, prise d'air du moteur)
- Compresseurs d'air
- Génératrices
- Équipement pour gérer les déchets solides (broyeurs, etc.)
- Pompes à déchets (déchets rocheux), pompes à eau, carburant, boue

6.2.2 Le forage horizontal

Le forage horizontal comprend les mêmes procédés que le forage vertical, avec l'ajout d'outils « *downhole* » spécialisés qui facilitent le forage horizontal. Ce type de forage se déroule également 24h par jour. Dans certains cas, une grande « derrick » (triple) de 30m de hauteur peut aussi être déployée à cette phase en raison de l'augmentation de la profondeur. Un résumé des activités principales se trouve dans le Tableau 9.

Tableau 9 : Les phases et un sommaire des activités pour le forage horizontal

Étapes	Sous-étapes	Sources sonores	Activités	Durée (jours)	Circulation des camions lourds
La création du puits	Le forage horizontal	Forage, système des boues (pompes, citernes, contrôle des solides, dégazeur), citerne d'essence, équipement de contrôle des puits, véhicules du personnel, bâtiments, camions de livraison.	Forage cimentation des parois du puits de forage, voyages des camions de livraison d'équipement et de ciment. Les livraisons associées à la fracturation hydraulique peuvent commencer lors des étapes finales du forage horizontal.	5 à 30 jours pour l'établissement si nouvelle « derrick » Jusqu'à 14 jours par puits, un ou deux puits par fois	Forage du puits = 30 par site multi-puits Fluides et matériaux de forage = 25 à 50 par puits, ou 150 à 300 par site multi-puits Équipement de forage (revêtement des tuyaux, foreuse, etc.) = 25 à 50 par puits, ou 150 à 300 par site multi-puits

6.2.3 La fracturation

Les équipements de forage sont retirés des sites avant la fracturation en raison de l'espace requis. Les activités principales liées à la préparation à la fracturation et à la fracturation elle-même sont résumées dans le Tableau 10.

La fracturation est effectuée à des intervalles réguliers dans un puits horizontal pour permettre de recueillir le gaz qui s'échappe des roches. Lorsque la fracturation commence, des tuyaux et des pompes sont utilisés pour le transfert des liquides et des additifs à partir des unités de stockage ou des camions à une unité de mélange montée sur un camion, et des additifs secs sont ajoutés à la main.

L'eau pour la fracturation est tirée soit d'une fosse créée sur place à cet effet, ou de réservoirs portables. L'eau est généralement transportée d'une source relativement locale jusqu'au site. Dans les cas où le développement de gaz de schiste se fait de façon intensive, des puits de retenue sont parfois utilisés pour créer un entrepôt local à partir duquel l'eau peut ensuite être tirée par des tuyaux de surface ou des camions-citernes. La création du puits, ainsi que le remplissage d'eau et l'extraction de cette eau n'a pas été modélisée dans cette étude.

Tableau 10 : Les phases et un sommaire des activités pour la fracturation

Étapes	Sous-étapes	Sources sonores	Activités	Durée (jours)	Circulation des camions lourds
La création du puits	Préparation à la fracturation	Préparation pour la fracturation	Retrait ou repositionnement de l'équipement de forage. Circulation des camions pour la livraison des citernes temporaires, de l'eau, du sable, des additifs et d'autres équipements de fracturation. Les livraisons peuvent commencer lors des étapes finales du forage horizontal.	30 à 60 jours par puits, ou par site multi-puits si tous les puits sont traités pendant une mobilisation	Fluides et matériaux de fracturation = 10 - 20 par puits, ou 60 à 120 par site de multi-puits Équipement de fracturation (tuyau, tête de puits) = 5 par puits, ou 30 par site de multi-puits
	Fracturation	Citernes d'eau temporaires, génératrices, pompes, camions de sable, camions de livraison et réservoirs d'additifs, unités de mélange, véhicules du personnel, bâtiments, équipement de monitoring.	Pompage et utilisation d'équipement de préparation des puits. Monitoring en continu. Livraison d'eau et d'additifs en continu.	3 à 5 jours par puits, incluant entre 40 à 100 heures de pompage	Équipement de fracturation hydraulique = 150 - 200 par site multi-puits Eau de fracturation hydraulique = 400 - 600 par puits, 2400 - 3600 par site multi-puits Sable de fracturation hydraulique = 20 - 25 par puits, 120 - 150 par site multi-puits

Les sources principales de bruit durant la fracturation sont le fonctionnement des camions de pompage, dont le nombre peut varier. Cette étude a utilisé le scénario d'estimation de la CIRAIG de 13 camions. Pour la phase d'exploration, 4 fractures par puits sont estimées. Pour la phase opérationnelle, 15 fractures par puits sont estimées. La durée du processus de fracturation est en moyenne de 3 à 5 jours par puits.



Figure 4 : Préparation à la fracturation (SGEIS 2009)

6.2.4 Les activités de pré-production

Après le processus de fracturation, le relâchement de la pression amène l'eau et le sable non-utilisé à la surface à l'aide d'un processus de « reflux ». Par après, ces déchets sont pompés dans des réservoirs portables qui sont ensuite retirés du site et traités comme des eaux usées industrielles. Dans certains cas, jusqu'à 13% des eaux de « reflux » sont réutilisées dans la fracturation au site ou à proximité du site.

Les puits sont soumis à des tests immédiatement après la fracturation pour déterminer, parmi d'autres paramètres, leur productivité. Durant la phase d'exploration, si aucun gazoduc n'existe pour éliminer le gaz, le gaz est brûlé à la torche en continu. La durée de cette opération varie selon les études, d'une durée d'environ 3 jours pour l'étude du SEGIS 2009, ou pour une période plus longue située entre 7 à 137 jours (avec 41 jours moyen) selon l'étude du CIRAIG 2012. Dans les deux cas, même si les durées varient, les niveaux sonores demeurent les mêmes.

L'élimination des déchets à ce stade est reliée principalement aux déchets de forage et de fracturation. Concernant les déchets rocheux ou les revêtements de fosse, ceux-ci pourraient être enterrés sur le site s'ils ont été générés à partir d'air comprimé ou de boue d'eau douce. Par contre, si de l'huile ou de la boue à base de polymères ont été utilisées, ces déchets doivent être transportés à un site d'élimination de déchets. Les fosses d'eaux usées, ou de multiples réservoirs

assez grands pour gérer les déchets de tous les puits, doivent être vidées si elles ne sont pas recyclées sur place (certaines entreprises préfèrent concevoir leurs activités afin que ce processus ne soit fait qu'une fois à la fin de chaque forage multi-puits).

Une fois que tous les puits ont été forés et que la production a commencé, certaines parties du site devraient être soumises à la réhabilitation afin de réduire la grandeur du site de multi-puits.

En préparation pour la production, l'équipement installé sur place comprend les « têtes de puits » (siégeant les dispositifs de contrôle de la pression et du débit), les séparateurs de deux phases (eau-gaz) et pompes associées, et les réservoirs de saumure (partagés parmi tous les puits, vidés une fois par semaine en moyenne, d'autres options sont aussi disponibles). Potentiellement, dans les années suivantes, un compresseur de tête de puits pourra être installé lorsque la production a diminué.

Tableau 11 : Les phases et un sommaire des activités de pré-production

Étapes	Sous-étapes	Sources sonores	Activités	Durée (jours)	Circulation des camions lourds
Activités de pré-production	Retour de fluides et traitement	Séparateur eau/gaz, torchère, citernes d'eau temporaires, unités mobiles de traitement de l'eau, camions pour le retrait de fluides si nécessaire, véhicules du personnel.	Retrait ou repositionnement de l'équipement de forage; contrôle de l'écoulement des fluides jusqu'aux unités de traitement, citernes, fosses alignées, réservoirs, camions citernes ou pipelines.	2-8 semaines par puits, peut se produire couramment pour plusieurs puits	Retour d'eau = 200 - 300 par puits, 1200 - 1800 par site multi-puits
	Traitement des déchets	Équipements pour travailler le sol, camions pompeurs, camions de transport des déchets.	Pompage et excavation pour vider/réclamer/réserver fosse(s). Camionnage pour transférer déchets à l'établissement de traitement.	Jusqu'à 6 semaines par site de multi-puits	100
	Essais et lavage de site	Tête de puits, torchère, citernes de saumure.	Tests de qualité et torchère de brulage. Camionnage pour vider citernes de saumure.	0.5-30 jours par puits	
	Réhabilitation du site	Équipement d'aménagement du sol	Défrichage et remplissage	14 jours	10 - 45 par site multi-puits

6.3 Sites multi-puits multiples

Le processus de réhabilitation du site réduit l'espace nécessaire à un puits individuel à approximativement 25m x 25m. Par conséquent, la taille de chaque multi-puits varie selon le scénario choisi. Dans les trois scénarios examinés dans cette étude, les grandeurs finales des sites multi-puits après chaque réhabilitation sera :

- Scénario 2 (0 puits de production) = site entièrement récupéré, pas de production
- Scénario 3 (6 puits de production) = 50m x 75m
- Scénario 5 (6 puits de production) = 50m x 75m

Suite à la phase de création du puits, 6 puits par terrain de forage seront construits au cours de la phase opérationnelle. Dans les deux cas de l'exploration (Scénario 2) et de la phase pilote de production opérationnelle (Scénario 3 et Scénario 5), le processus de forage de chaque puits est le même. Il est entendu qu'en pratique, même en pleine production, chaque puits est foré un à la fois.

Pendant la phase d'exploration, la longueur horizontale du puits est estimée à 900m. La distance horizontale entre les puits est de 300m. Pendant les phases de fonctionnement (pilote et de production) la longueur horizontale du puits est prise égale à 2000m, ce qui signifie que la longueur horizontale minimale entre les puits est 300m.

Les sites de multi-puits seront espacés à entre 1,25 et 3,5 par km². La distance minimale entre les multi-puits est donc de 4,3km de longueur et 0,9km de largeur (voir Figure 5). La superficie totale du sous-sol drainé à partir des multi-puits pilotes est donc de 3,87km².

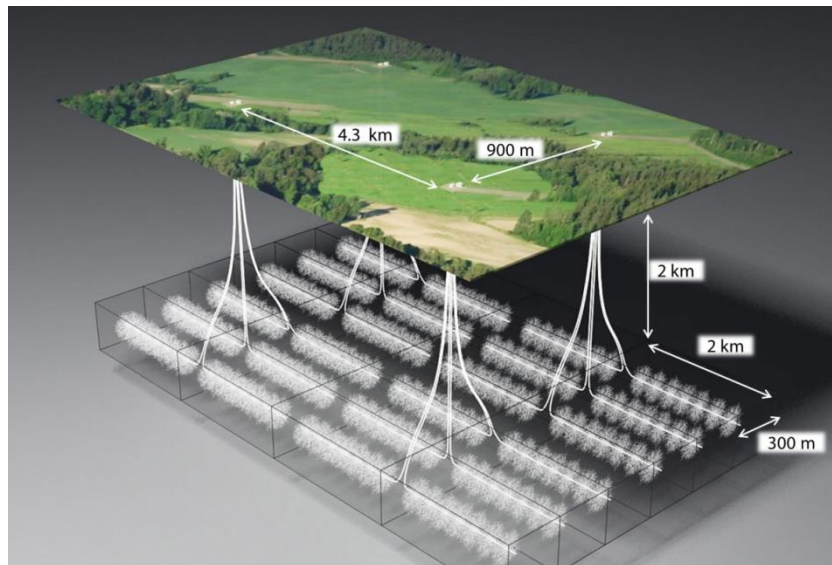


Figure 5 : Configuration de sites de puits multiples dans un champ de gaz (production à pleine échelle)

Le Tableau 12 résume les principales sources de bruit provenant d'un site de puits dont la production est terminée. Il est important de noter que les phases de forage et de production peuvent se chevaucher sur certains sites multi-puits. La durée de vie de chaque puits est considérée comme étant environ 25 ans.

Tableau 12 : Les phases et un sommaire des activités pour l'extraction du gaz de schiste

étapes	Sous-étapes	Sources sonores	Activités	Durée (jours)	Circulation des camions lourds
Production	Production au puits	Pompe d'eau produite (60 kW), génératrice(s) au site pour l'approvisionnement des pompes et du séparateur. Compresseurs additionnels en temps et lieu.	Pompage de gaz, retrait de l'eau produite	Durée de vie des puits	1 par semaine pour vider réservoirs d'eau produite et maintenance

6.4 Station de traitement en phase de production

La station de compression centrale fait en sorte que le gaz soit mis sous une pression nécessaire pour permettre sa transmission sur des distances plus longues via des lignes de transmission. Des unités de déshydratation éliminent la vapeur d'eau du gaz avant qu'il ne s'écoule dans les lignes de vente. Généralement, il y a une station de compression centrale pour un rayon de 6,4km à 9,6km. Les principales sources de bruit provenant d'une station de compression sont le moteur et le bruit d'échappement de compresseurs multiples, telles que résumées dans le Tableau 13.

Tableau 13 : Les phases et un sommaire des activités de production

Étapes	Sous-étapes	Sources sonores	Activités	Durée (jours)	Circulation des camions lourds
Production	Déshydratation	Séparer gaz de la saumure de production	Séparation de gaz	Durée de vie des champs de gaz	N/A
	Compression	Compresseurs	Compression de gaz	Durée de vie des champs de gaz	N/A
	Fracturation supplémentaire	Tel que décrit ci-haut pour la fracturation			

Comme le montre la Figure 6, tandis que l'équipement de déshydratation reste généralement à l'extérieur, les unités de compression sont habituellement logées dans un bâtiment en acier isolé. Le niveau d'isolation requis est discuté dans le Chapitre 8. Cette étude présente la modélisation de la dispersion du son provenant de deux stations de compression centrales à découvert et fermé.



Figure 6 : Station centrale de traitement (Source : Chesapeake Energy)

Cinq ans après le début de la production initiale, la production de gaz diminue généralement de 20% par rapport au volume initial de production par puits. En conséquence, la re-fracturation peut être mandatée après diminution importante de la production (un an à 10 ans) pour augmenter les retours économiques du puits. Étant donné la variabilité des opérations et des échéanciers, une évaluation des activités de re-fracturation n'a pas été entreprise, et les lecteurs sont référés aux niveaux de fracturation initiaux.

Par contre, le rapport Tyndall de 2011 estimait que la re-fracturation de 3 puits à un site multi-puits de 6 puits impliquerait de 200 à 490 jours d'activité à la surface, et un total de 2010 à 2975 voyages de camion au site.

6.5 Niveaux de trafic

Il est largement rapporté que les niveaux de trafic de construction dus aux puits suivant la construction seront relativement faibles (1 camion par semaine par site multi-puits, 1-2 par jour à la station de compression centrale). La principale source d'une augmentation importante de trafic semblerait être due au processus de construction.

Les niveaux de trafic estimés ont été pris de l'étude New York SGEIS 2009 (voir Tableau 14) et la moyenne a été calculée en fonction du nombre moyen de jours d'activité prévus.

Ces sources ont ensuite été modélisées le long d'une route d'accès droite de 2km. Les résultats sont présentés dans le Chapitre 13.1.

Pour évaluer le niveau d'augmentation du trafic pour une route existante, les niveaux sonores ambiants existants devront être pris. Cependant, en utilisant les données sur le flux de trafic pour une route existante au Québec (total combiné de 1920 véhicules par jour), on peut estimer le niveau de bruit actuel sur cette route en utilisant le modèle TNM. Ce sera ensuite comparé aux niveaux qui tiennent compte du flux de trafic relié à la construction. Les résultats de cette étude sont présentés dans le Chapitre 13.2.

Tableau 14 : Trafic sur le chantier (Scénario 3)

Phase	Événement	Durée moyenne (jour)	Nombre Camion lourd	Nombre Camion léger
Construction de route	Construction de la route d'accès	21	45	90
Construction des sites multi-puits	Construction des sites multi-puits	21	45	90
Établissement du site	Mise en place des foreuses	14	95	140
	Fluides de forage		45	
	Autres équipements de forage		45	
Forage	Forage (équipe de forage, etc.)	28	50	140
Fracturation	Produits chimiques de fracturation	45	20	326
	Équipement de fracturation		5	
	Fracturation hydraulique (camions et citernes)		175	
	Fracturation hydraulique eau		500	
	Fracturation hydraulique sable		23	
Gestion des déchets	Élimination de l'eau produite	30	100	
Production, installation et réhabilitation	Préparation finale des sites multi-puits	14	45	50

7 Caractérisation des sources sonores

Cette section décrit les sources utilisées dans le modèle pour les différentes phases d'activité. Pour une description complète des sources modélisées dans chaque sous-étape, leurs facteurs d'utilisation estimés et spectres par bandes d'octave, voir Annexe 6.

Tableau 15 : Sources de bruit relié à la construction

Source de bruit	Niveau de puissance sonore individuel (dBA)	Source
Ébrancheuse	115	FHWA 2006 / BS 5228
Transporteur a bois	106	FHWA 2006 / BS 5228
Excavatrice	113	FHWA 2006 / BS 5228
Déchiqueteuse	121	HSE 2008 / BS5228
Compacteur	114	FHWA 2006 / BS 5228
Camions à gravier	108	FHWA 2006 / BS 5228
Tracteur sur pneus (Dozer)	114	FHWA 2006 / BS 5228
Chargeuse	111	FHWA 2006 / BS 5228
Niveleuse	117	FHWA 2006 / BS 5228
Camions d'eau	117	FHWA 2006 / BS 5228
Camions de livraison	106	FHWA 2006 / BS 5228
Grue	113	FHWA 2006 / BS 5228
Chariot élévateur	111	FHWA 2006 / BS 5228
Décapeuse	116	FHWA 2006 / BS 5228
Sciage de la roche	122	FHWA 2006 / BS 5228
Meuleuse portative	122	FHWA 2006 / BS 5228
Génératrice	113	FHWA 2006 / BS 5228
Soudage compresseur	110	FHWA 2006 / BS 5228
Compresseur d'air	110	FHWA 2006 / BS 5228

Tableau 16 : Sources de bruit relié au forage et à la fracturation

Source de bruit	Niveau de puissance sonore individuel (dBA)	Source
Moteur de forage (diesel)	105	SGEIS 2012 / Olsen 2008
Compresseurs (moteurs diesel)	105	SGEIS 2012 / URS 2012
Amplificateur pour des compresseurs	82	SGEIS 2012 / BS 5228
Compresseur d'échappement	86	SGEIS 2012 / BS 5228
Chargeuse	111	FHWA 2006 / BS 5228
Camion pompage (cimentage)	111	FHWA 2006 / BS 5228
Camion transport	113	FHWA 2006 / BS 5228
Camion test de pression	108*	FHWA 2006 / BS 5228
Camion de diagraphies	108*	FHWA 2006 / BS 5228
Camion de carottage	108*	FHWA 2006 / BS 5228
Camion de « <i>fishing operation</i> »	108*	FHWA 2006 / BS 5228
Camion de diesel	108*	FHWA 2006 / BS 5228
Camion eau potable	108*	FHWA 2006 / BS 5228
Camion eaux usées	108*	FHWA 2006 / BS 5228
Camions de déblais	108*	FHWA 2006 / BS 5228
Préparation et le nettoyage tubulaire	108	BS 5228
Libération de l'air sous pression	110	Olsen 2008 / Behrens 2006
Génératrice	81	SGEIS 2012 / BS 5228
Système d'entraînement de foreuse	97	SGEIS 2012 / BS 5228
Treuil de forage	92	SGEIS 2012 / BS 5228
Triple tamis	107	FHWA 2006 / BS 5228
Camions pompe	114	Encan 2011 / SGEIS 2011
Séparateur à gaz	100	BS 5228
Treuil	107	BS 5228
Grue	102	BS 5228
Derrick de service	104	BS 5228
Essais au puits (exploration)	93	URS 2012
Essais à la station centrale (fabrication)	108	URS 2012

*Des données n'étaient pas disponibles pour ces camions. Donc, ils ont été modélisés comme des camions simples dont le moteur est en marche.

Tableau 17 : Sources de bruit relié à l'opération des puits

Source de bruit	Niveau de puissance sonore individuel (dBA)	Source
- pompe à eau 60kW (avec encoffrement) - moteur électrique, génératrice diesel (avec encoffrement et silencieux)	85	URS 2012
- pompe à eau 60kW (avec encoffrement) branchée au réseau électrique	81	URS 2012

Tableau 18 : Sources de bruit relié aux opérations de la station centrale

Source de bruit	Niveau de puissance sonore individuel (dBA)	Source
Compresseur à vis (13TJ)	113	URS 2012
Moteur électrique - 2000hp	105	URS 2012
Unité de ventilation (Ventilateurs à l'entrée et la sortie)	106	URS 2012
Compresseurs alternatifs (30TJ)	120	URS 2012
Moteur électrique - 5500hp	108	URS 2012
Unité de ventilation (3 ventilateurs, à l'entrée et à la sortie)	109	URS 2012

Tableau 19 : Sources de bruit relié à la génération d'électricité pour la station centrale

Source de bruit	Niveau de puissance sonore individuel (dBA)	Source
Génératrice (3MW)	87	URS 2012
Moteur à gaz – Silencieux pour échappements déjà dimensionné avec manufacturier	84	URS 2012
Moteur à gaz – entrée d'air	101	URS 2012

Tableau 20 : Sources de bruit relié au traitement d'eau à la station centrale

Source de bruit	Niveau de puissance sonore individuel (dBA)	Source
Pompe centrifuge	87	URS 2012
Moteur électrique (55kW)	87	URS 2012
Moteur électrique (450kW)	95	URS 2012
Pompe centrifuge (150kW)	98	URS 2012

8 Traitements acoustiques considérés

Plusieurs traitements acoustiques ont été étudiés qui, s'ils sont appliqués correctement aux sources de bruit, devraient réduire les distances requises pour rencontrer les critères réglementaires.

8.1 Options pour les sources de bruit à court ou moyen terme

La liste ci-dessous présente quelques procédures générales simples qui aideraient à réduire la perturbation sonore causée par la construction :

- Dans la mesure du possible, favoriser le travail de jour au travail nocturne, en évitant de débiter les travaux les plus bruyants avant 9h00;
- Maintenir une bonne communication avec les résidents proches et les informer lors des activités particulièrement bruyantes;
- Éviter les accélérations fortes inutiles des moteurs des machines, et éteindre les moteurs lorsque les équipements ne sont pas en action;
- Organiser les routes internes du site de façon à ce qu'elles passent le plus loin possible des résidences, bien les entretenir et éviter les pentes abruptes;
- Mettre un revêtement de caoutchouc à l'intérieur des chutes et des déchargeurs afin de réduire le bruit d'impact;
- Obliger les camionneurs à utiliser des amortisseurs pour le claquage des panneaux de benne lors du déchargement;
- Minimiser la hauteur de chute des matériaux;
- Assurer que la machinerie est bien entretenue et n'exhibe pas de bruit inhabituel;
- Démarrer le site, la machinerie et véhicules en séquence;
- Mettre les alarmes de marche arrière au volume minimum nécessaire et arranger le site de façon à ce que la majorité des véhicules devant reculer s'éloignent des unités sensibles au bruit. Utiliser des alarmes de bruit blanc pour réduire le dérangement du voisinage.

À des fins d'efficacité, les enceintes temporaires devraient :

- Renfermer les machines complètement;
- Être doublées de l'intérieur avec un matériel absorbant (laine minérale retenue par une grille);
- Utiliser des chicane ou des silencieux pour les ouvertures de ventilation;
 - Installer des baffles en avant des ouvertures
 - Viser au moins 25dB de perte par transmission, avec des cloisons plus épaisses pour les bruits de basses fréquences.

À des fins d'efficacité, les écrans acoustiques devraient :

- Avoir une hauteur supérieure à celle de la source;
- Ne pas réfléchir le bruit vers un autre récepteur potentiel (absorbant);

- Être le plus près de la source possible;
- Avoir aucune fissure ou ouverture;
- Avoir une réduction sonore suffisante pour assurer que le passage principal du son est bien au-dessus de la barrière, et non à travers.

Des mesures de réduction de bruit plus spécifiques pour les différentes activités de construction sont présentées ci-dessous au Tableau 21:

Tableau 21 : Mesures de mitigation pour les sources de bruit de construction (adapté du BS 5228)

Source de bruit	Technique(s) de réduction de bruit	Réduction potentielle (dB)
Moteurs	<ul style="list-style-type: none"> ○ Demander les équipements les plus silencieux des manufacturiers ○ Améliorer les silencieux pour les échappements après consultation auprès des manufacturiers (ils possèdent parfois déjà des modèles de silencieux plus performants disponibles) ○ S'assurer que tous les panneaux du moteur sont fermés 	≥10 dBA
Foreuses	<ul style="list-style-type: none"> ○ Utiliser les machines à l'intérieur d'une cloison acoustique ○ Utiliser des équipements à bruit réduit 	≥15 dBA
Compresseurs et génératrices	<ul style="list-style-type: none"> ○ S'assurer que tous les panneaux du moteur sont fermés, utiliser des équipements à bruit réduit ○ Ériger des écrans acoustiques entre les machines et les récepteurs ○ Construire des enceintes acoustiques absorbantes, ventilées pour les machines 	≥10 dBA ≥20 dBA
Pompes	<ul style="list-style-type: none"> ○ Enfermer les machines à l'intérieur d'une enceinte acoustique 	≥15 dBA
Impacts de martèlement (nettoyage des tuyaux)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Procéder au martèlement à l'intérieur d'une enceinte acoustique ○ Augmenter l'amortissement acoustique des tuyaux avec des couches viscoélastiques ○ Utiliser des coussins résilients entre le marteau et les tuyaux 	≥15 dBA

8.2 Options pour les sources de bruit à long terme

Pour la réduction de bruit des sources stationnaires à long terme, comme les sites multi-puits et les usines de traitement centrales, les options suivantes ont été modélisées pour l'étude :

Tableau 22 : Options de réduction sonore à long terme (Adapté du URS 2012)

Source	Description	Perte par transmission (dB) par bandes de fréquence (Hz)						
		63	125	250	500	1000	2000	4000
Compresseurs	<i>Enceintes acoustiques :</i>							
	○ Mur externe en acier 18 Calibre							
	○ Piliers en C largeur de 100mm en acier 16 Calibre							
	○ 75mm de matériel absorbant							
	○ Mur interne perforé 22 Calibre	10	22	27	41	51	58	66
Ventilateurs	Ventilateurs à vitesse variable avec des silencieux de haut niveau	12	17	24	37	43	31	28
Génératrices de puissance: moteurs à gaz	Silencieux de haut niveau	3	9	21	21	23	18	9
Pour usage autour du site de puits	Écran acoustique : bois	3	10	16	21	22	22	26
	Écran acoustique : béton	6	12	15	22	23	24	20
	Écran acoustique : métal absorbant	10	21	28	39	48	56	58

9 Simulation : phase de construction

La Figure 7 montre un exemple de la façon dont le processus de modélisation a été effectué. La puissance sonore combinée de chaque activité est répartie sur l'aire estimée d'activité. Le modèle génère ensuite les contours de dispersion du son. La distance jusqu'à chaque contour de niveau sonore a été calculée pour chaque catégorie pertinente du MDDEFP.

Dans le reste de ce chapitre, les marges de recul minimales pour chaque activité sont présentées sous forme de tableau pour les sources non-atténuées (sauf si mention contraire).

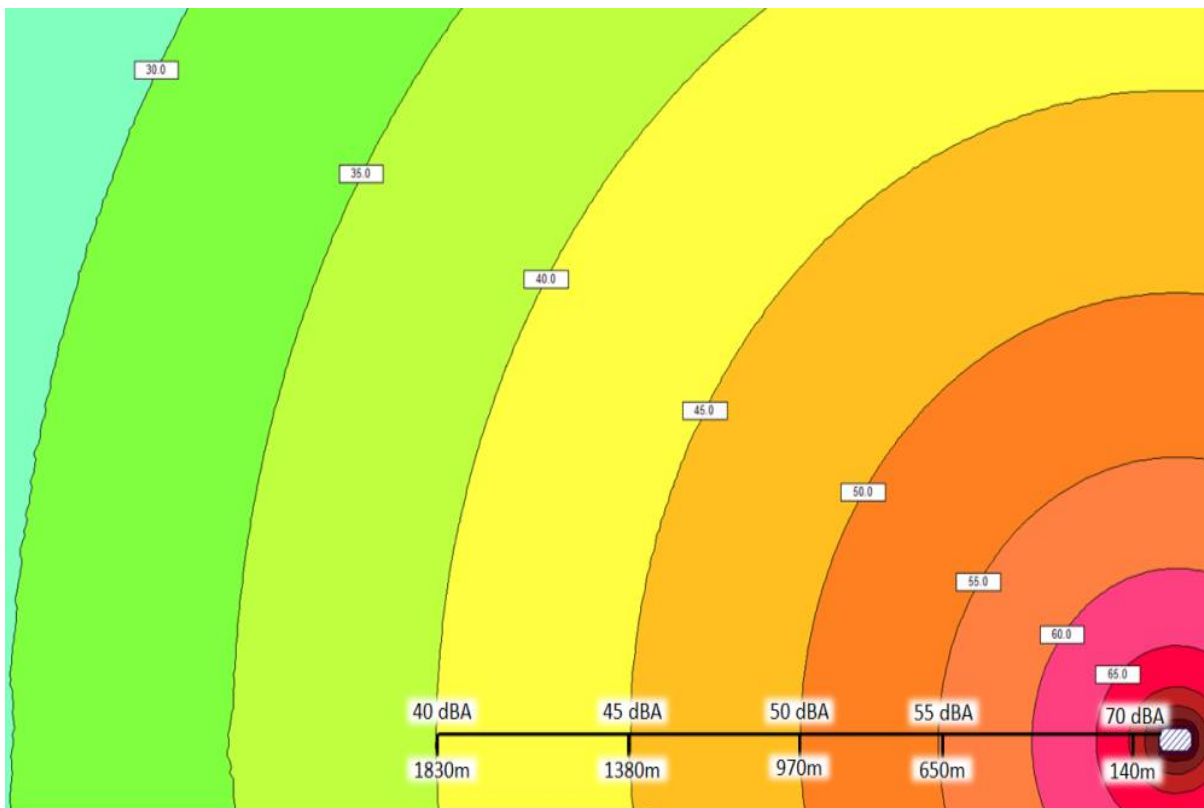


Figure 7 : Exemple d'une carte de dispersion du son à partir du site multi-puits (coin inférieur droit) durant la sous-phase de construction (montage).

Pour les sous-phases de construction, les diverses activités, sans aucun traitement acoustique, ont été décrites avec des marges de recul minimum requis pour satisfaire à la *Note d'instructions 98-01 du MDDEFP*.

Les 4 tableaux suivants synthétisent ces distances selon le processus de modélisation cartographique ci-dessus pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) et $L_{Aeq, 1h}$ (opération normale) selon les conditions météorologiques S3 et S4 (voir la section 3.3 et 3.3.1 pour la description de ces termes).

Tableau 23 : Synthèse des activités de construction et des marges de recul pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) selon les conditions météorologiques S3

Phase	Sous-phase	Distance minimale (m) pour atteindre le niveau sonore cible (ou en-dessous)				
		Zone IV	Zone III Jour	Zone II Jour ou Zone III nuit	Zone I Jour ou Zone II nuit	Zone I nuit
Niveau du son (dBA)		70 dBA	55 dBA	50 dBA	45 dBA	40 dBA
Construction de la route d'accès pour le puits ou la station centrale	La déforestation (clairance et excavation)	110	430	660	940	1270
	La préparation du sol pour le montage	220	910	1290	1750	2220
	Achèvement	180	780	1120	1560	2030
Construction du site de puits	La déforestation (clairance et excavation) du site de puits	80	390	620	900	1230
	La préparation du sol pour le montage du puits	190	870	1260	1710	2180
	Livraison et mise en place d'équipements de forage	40	370	630	980	1460
Construction des gazoducs pour le gaz ou l'eau	Construction du gazoduc: Préparation du site, nettoyage et nivelage	110	550	850	1200	1630
	Construction du gazoduc: tranchées, mise en place des conduits	90	390	630	950	1360
	Construction du gazoduc: soudage des conduits	35	230	390	640	980
	Construction du gazoduc: test de pression	15	170	290	480	780
	Construction du gazoduc: remplissage	110	550	850	1210	1640
	Construction du gazoduc: réhabilitation du site	110	550	850	1210	1640
Construction du site de la station centrale	La déforestation	50	360	590	860	1200
	La préparation du site	140	810	1190	1630	2110
	La livraison de matériaux	0	150	290	530	860
	La réhabilitation du site	40	470	770	1130	1560

Tableau 24 : Synthèse des activités de construction et des marges de recul pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération normale) selon les conditions météorologiques S3

Phase	Sous-phase	Distance minimale (m) pour atteindre le niveau sonore cible (ou en-dessous)				
		Zone IV	Zone III Jour	Zone II Jour ou Zone III nuit	Zone I Jour ou Zone II nuit	Zone I nuit
Niveau du son (dBA)		70 dBA	55 dBA	50 dBA	45 dBA	40 dBA
Construction de la route d'accès pour le puits ou la station centrale	La déforestation (clairance et excavation)	70	300	470	720	990
	La préparation du sol pour le montage	140	650	970	1380	1830
	Achèvement	90	500	780	1120	1560
Construction du site de puits	La déforestation (clairance et excavation) du site de puits	45	270	440	690	970
	La préparation du sol pour le montage du puits	110	610	930	1350	1800
	Livraison et mise en place d'équipements de forage	8	190	340	580	920
Construction des gazoducs pour le gaz ou l'eau	Construction du gazoduc: Préparation du site, nettoyage et nivelage	60	380	600	910	1290
	Construction du gazoduc: tranchées, mise en place des conduits	40	220	360	570	880
	Construction du gazoduc: soudage des conduits	15	130	230	390	640
	Construction du gazoduc: test de pression	8	100	190	320	530
	Construction du gazoduc: remplissage	60	380	600	910	1290
	Construction du gazoduc: réhabilitation du site	60	380	600	910	1290
Construction du site de la station centrale	La déforestation	20	230	400	640	920
	La préparation du site	70	560	870	1270	1720
	La livraison de matériaux	10	330	590	940	1420
	La réhabilitation du site	10	300	530	830	1220

Tableau 25 : Synthèse des activités de construction et des marges de recul pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) selon les conditions météorologiques S4

Phase	Sous-phase	Distance minimale (m) pour atteindre le niveau sonore cible (ou en-dessous)				
		Zone IV	Zone III Jour	Zone II Jour ou Zone III nuit	Zone I Jour ou Zone II nuit	Zone I nuit
Niveau du son (dBA)		70 dBA	55 dBA	50 dBA	45 dBA	40 dBA
Construction de la route d'accès pour le puits ou la station centrale	La déforestation (clairance et excavation)	120	720	1040	1450	1980
	La préparation du sol pour le montage	350	1320	1900	2630	3610
	Achèvement	250	1130	1680	2260	3160
Construction du site de puits	La déforestation (clairance et excavation) du site de puits	80	690	1010	1440	1990
	La préparation du sol pour le montage du puits	310	1280	1860	2600	3590
	Livraison et mise en place d'équipements de forage	50	690	940	1660	2360
Construction des gazoducs pour le gaz ou l'eau	Construction du gazoduc: Préparation du site, nettoyage et nivelage	120	870	1230	1770	2450
	Construction du gazoduc: tranchées, mise en place des conduits	90	630	910	1360	2000
	Construction du gazoduc: soudage des conduits	40	460	670	900	1430
	Construction du gazoduc: test de pression	15	290	540	750	1010
	Construction du gazoduc: remplissage	120	870	1230	1780	2460
	Construction du gazoduc: réhabilitation du site	120	870	1230	1780	2460
Construction du site de la station centrale	La déforestation	60	650	970	1380	1910
	La préparation du site	260	1200	1780	2480	3430
	La livraison de matériaux	0	310	600	840	1380
	La réhabilitation du site	50	800	1160	1700	2390

Tableau 26 : Synthèse des activités de construction et des marges de recul pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération normale) selon les conditions météorologiques S4

Phase	Sous-phase	Distance minimale (m) pour atteindre le niveau sonore cible (ou en-dessous)				
		Zone IV	Zone III Jour	Zone II Jour ou Zone III nuit	Zone I Jour ou Zone II nuit	Zone I nuit
Niveau du son (dBA)		70 dBA	55 dBA	50 dBA	45 dBA	40 dBA
Construction de la route d'accès pour le puits ou la station centrale	La déforestation (clairance et excavation)	70	460	790	1110	1570
	La préparation du sol pour le montage	170	970	1430	2020	2810
	Achèvement	100	800	1130	1680	2260
Construction du site de puits	La déforestation (clairance et excavation) du site de puits	50	430	770	1110	1630
	La préparation du sol pour le montage du puits	130	940	1400	2000	2800
	Livraison et mise en place d'équipements de forage	8	370	660	910	1640
Construction des gazoducs pour le gaz ou l'eau	Construction du gazoduc: Préparation du site, nettoyage et nivelage	60	620	930	1330	1990
	Construction du gazoduc: tranchées, mise en place des conduits	40	370	580	850	1240
	Construction du gazoduc: soudage des conduits	15	180	460	670	900
	Construction du gazoduc: test de pression	8	120	350	580	790
	Construction du gazoduc: remplissage	60	620	930	1340	1910
	Construction du gazoduc: réhabilitation du site	60	620	930	1340	1910
Construction du site de la station centrale	La déforestation	20	390	720	1040	1500
	La préparation du site	90	870	1310	1890	2660
	La livraison de matériaux	20	650	900	1600	2270
	La réhabilitation du site	10	540	860	1260	1840

10 Simulation : phase de création de puits

Pour les sous-phases de création de puits, les diverses activités, sans aucun traitement acoustique, ont été décrites avec des marges de recul minimum requis pour satisfaire à la 98-01 Note instructions MDDEFP par catégorie.

Les 4 tableaux suivants synthétisent ces distances selon le processus de modélisation cartographique ci-dessus pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) et $L_{Aeq, 1h}$ (opération normale) selon les conditions météorologiques S3 et S4 (voir la section 3.3 et 3.3.1 pour la description de ces termes).

Tableau 27 : Synthèse des activités de création de puits et des marges de recul pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) selon les conditions météorologiques S3

Phase	Sous-phase	Distance minimale (m) atteindre le niveau sonore cible (ou en-dessous)				
		Zone IV	Zone III Jour	Zone II Jour ou Zone III nuit	Zone I Jour ou Zone II nuit	Zone I nuit
Niveau du son (dBA)		70 dBA	55 dBA	50 dBA	45 dBA	40 dBA
Création de puits	L'étape du forage vertical	90	540	860	1250	1720
	L'étape du forage horizontal	70	500	800	1180	1640
	La livraison de matériaux pour fracturation	40	370	630	980	1460
	La fracturation	230	1140	1680	2280	2940
	Retour de fluide et traitement	70	450	740	1080	1540
	Élimination des déchets	130	700	1050	1510	1990
	Essais (exploration)	0	5	10	35	70
	La réhabilitation du site	70	480	780	1130	1570

Tableau 28 : Synthèse des activités de création de puits et des marges de recul $L_{Aeq, 1h}$ (opération normal) selon les conditions météorologiques S3

Phase	Sous-phase	Distance minimale (m) pour atteindre le niveau sonore cible (ou en-dessous)				
		Zone IV	Zone III Jour	Zone II Jour ou Zone III nuit	Zone I Jour ou Zone II nuit	Zone I nuit
Niveau du son (dBA)		70 dBA	55 dBA	50 dBA	45 dBA	40 dBA
Création de puits	L'étape du forage vertical	30	320	540	860	1250
	L'étape du forage horizontal	30	320	550	870	1270
	La livraison de matériaux pour fracturation	8	190	340	580	920
	La fracturation	70	520	860	1350	1910
	Retour de fluide et traitement	30	310	520	830	1210
	Élimination des déchets	80	520	830	1230	1700
	Essais (exploration)	0	5	10	35	70
	La réhabilitation du site	30	330	560	870	1260

Tableau 29 : Synthèse des activités de création de puits et des marges de recul pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) selon les conditions météorologiques S4

Phase	Sous-phase	Distance minimale (m) pour atteindre le niveau sonore cible (ou en-dessous)				
		Zone IV	Zone III Jour	Zone II Jour ou Zone III nuit	Zone I Jour ou Zone II nuit	Zone I nuit
Niveau du son (dBA)		70 dBA	55 dBA	50 dBA	45 dBA	40 dBA
Création de puits	L'étape du forage vertical	110	820	1200	1860	2630
	L'étape du forage horizontal	90	760	1100	1710	2450
	La livraison de matériaux pour fracturation	50	690	940	1660	2360
	La fracturation	560	1810	2450	3430	5110
	Retour de fluide et traitement	80	730	1050	1680	2360
	Élimination des déchets	230	940	1610	2260	3150
	Essais (exploration)	0	5	40	220	350
	La réhabilitation du site	80	790	1150	1710	2400

Tableau 30 : Synthèse des activités de création de puits et des marges de recul pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération normale) selon les conditions météorologiques S4

Phase	Sous-phase	Distance minimale (m) pour atteindre le niveau sonore cible (ou en-dessous)				
		Zone IV	Zone III Jour	Zone II Jour ou Zone III nuit	Zone I Jour ou Zone II nuit	Zone I nuit
Niveau du son (dBA)		70 dBA	55 dBA	50 dBA	45 dBA	40 dBA
Création de puits	L'étape du forage vertical	40	550	820	1210	1890
	L'étape du forage horizontal	40	550	830	1200	1890
	La livraison de matériaux pour fracturation	8	370	660	910	1640
	La fracturation	90	820	1480	2080	2770
	Retour de fluide et traitement	40	550	810	1220	1890
	Élimination des déchets	100	760	1130	1860	2630
	Essais (exploration)	0	8	40	230	350
	La réhabilitation du site	30	580	880	1310	1930

Pour la fracturation hydraulique en particulier, nous savons que l'usage peut être continu et simultané. Par conséquent, le Tableau 31 utilise la condition S4 $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) l'effet d'une barrière acoustique de 3 à 5m de hauteur construite de trois côtés des sources de bruit (qui sont modélisés à une hauteur de 2m).

Par ailleurs, à titre de comparaison, en utilisant la méthode de calcul de l'étude SGEIS 2009, les distances de recul nécessaire pour atteindre 40dBA durant la fracturation hydraulique en utilisant 13 camions serait de 10,7km. Cette distance est plus grande parce que la méthode de calcul ne tient pas compte des variations in l'absorption acoustique de l'air en fonction de la fréquence.

Tableau 31 : Synthèse des activités de fracturation et des marges de recul avec une barrière de trois côtés des sources de bruit pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) selon les conditions météorologiques S4

Phase	Sous-phase	Distance minimale (m) pour atteindre le niveau sonore cible (ou en-dessous)				
		Zone IV	Zone III Jour	Zone II Jour ou Zone III nuit	Zone I Jour ou Zone II nuit	Zone I nuit
Niveau du son (dBA)		70 dBA	55 dBA	50 dBA	45 dBA	40 dBA
Effet de la barrière sonore sur la propagation du son de la fracturation	La fracturation (sans barrière)	560	1810	2450	3430	5110
	La fracturation (barrière 3m)	160	1330	2230	2980	4540
	La fracturation (barrière 4m)	80	990	2210	2920	4460
	La fracturation (barrière 5m)	10	880	2140	2830	4340

11 Simulation : activités de production

Les tableaux suivants (Tableau 32 et Tableau 33) synthétisent les résultats du processus de modélisation pour les sous-phases de la production du gaz de schiste selon les conditions météorologiques S3 et S4 respectivement. Parce que la source fonctionne 24h par jour, le paramètre $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) est utilisé. Les diverses activités, avec et sans traitement acoustique, ont été décrites avec des marges de recul minimum requis pour satisfaire à la 98-01 Note d'instructions MDDEFP par catégorie.

Tableau 32 : Synthèse des activités de production et des marges de recul pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) selon les conditions météorologiques S3

Phase	Sous-phase	Distance minimale (m) pour atteindre le niveau sonore cible (ou en-dessous)				
		Zone IV	Zone III Jour	Zone II Jour ou Zone III nuit	Zone I Jour ou Zone II nuit	Zone I nuit
Niveau du son (dBA)		70 dBA	55 dBA	50 dBA	45 dBA	40 dBA
Production au puits (six puits)	Opération du puits: Générateurs de moteur à gaz, la pompe à eau du moteur	0	20	50	100	190
	Opération du puits: l'électricité du réseau, la pompe à eau du moteur	0	0	10	30	60
Production au puits (six puits) avec un écran 1m au-dessus des sources de bruit à la frontière du site	Opération du puits: Générateurs de moteur à gaz, la pompe à eau du moteur	0	0	0	10	65
	Opération du puits: l'électricité du réseau, la pompe à eau du moteur	0	0	0	0	0
Production à la station centrale	pressurisation à la station (sans traitement acoustique)	150	760	1090	1530	2000
	Pressurisation à la station (avec traitement acoustique)	0	0	30	90	210

Tableau 33 : Synthèse des activités de production et des marges de recul pour $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) selon les conditions météorologiques S4

Phase	Sous-phase	Distance minimale (m) pour atteindre le niveau sonore cible (ou en-dessous)				
		Zone IV	Zone III Jour	Zone II Jour ou Zone III nuit	Zone I Jour ou Zone II nuit	Zone I nuit
Niveau du son (dBA)		70 dBA	55 dBA	50 dBA	45 dBA	40 dBA
Production au puits (six puits)	Opération du puits: Générateurs de moteur à gaz, la pompe à eau du moteur	0	15	50	140	470
	Opération du puits: l'électricité du réseau, la pompe à eau du moteur	0	0	10	30	60
Production au puits (six puits) avec un écran 1m au-dessus des sources de bruit à la frontière du site	Opération du puits: Générateurs de moteur à gaz, la pompe à eau du moteur	0	0	0	10	90
	Opération du puits: l'électricité du réseau, la pompe à eau du moteur	0	0	0	0	0
Production à la station centrale	pressurisation à la station (sans traitement acoustique*)	310	1150	1650	2260	3120
	pressurisation à la station (avec traitement acoustique*)	0	0	40	220	560

* Les traitements acoustiques mentionnés dans ce tableau sont décrit au Chapitre 8.

12 Application des corrections pour calculer $L_{Ar, T}$

Certains aspects du bruit, comme la présence de tons, d'impacts ou de basses fréquences sont difficiles à prédire.

Comme il est mentionné dans la Chapitre 5.1, le calcul du $L_{Ar, T}$ est basé sur la valeur $L_{Aeq, 1h}$ mesurée ou prédite, à laquelle est appliquée une correction s'il est démontré que le bruit émis par la source contient des sons purs, des basses fréquences ou un bruit d'impact. La correction, s'il y a présence d'un de ces phénomènes est l'addition de 5dB au niveau $L_{Aeq, 1h}$.

De par la nature théorique de cette étude, la présence de sons purs, basses fréquences ou de bruit d'impact ne peut pas être déterminée avec certitude pour les raisons suivantes :

- L'évaluation de la présence de sons purs requiert des spectres en bandes de tiers d'octave ou en bandes fines, qui ne sont pas disponibles pour toutes les sources étudiées. Par ailleurs, la présence de sources multiples peut souvent masquer la présence de sons purs qui serait audibles si leur source était la seule en fonction;
- Le calcul de la correction pour basses fréquences requiert les données pour la bande d'octave à 31,5Hz, qui n'est pas souvent accessible dans la littérature. Pour toutes les sources évaluées dans ce rapport, aucune correction de basses fréquences à la source n'est applicable avec les données disponibles. Cependant il est possible que le bruit basse fréquence soit plus perceptible en s'éloignant de la source puisque les basses fréquences sont moins absorbées par l'air que les hautes fréquences;
- Pour le calcul de la correction du bruit d'impact il est nécessaire de connaître le nombre d'impacts sur un certain intervalle de temps. La seule source d'impact certaine dans cette étude est le martèlement lors du nettoyage des tuyaux. Par contre, le bruit produit par cette opération est plus de 10 dB en dessous du niveau global des opérations à cette étape, ainsi aucune correction ne s'applique.

Les expériences antérieures avec des travaux de forage et de construction avec plusieurs sources en fonction en même temps ont démontré qu'il est en fait assez rare de retrouver des sons purs, basses fréquences ou bruit d'impact (sauf pour les opérations de tuyauterie) pour lesquels s'applique une correction. Toutefois, la présence potentielle, particulièrement pour les basses fréquences à grande distance ne peut pas être ignorée.

En termes de marges de recul, une correction voudrait dire par exemple qu'il faut utiliser la marge de recul associée à 35dBA au lieu de la marge de recul associée à 40 dBA. Pour cette raison une marge de recul associée à 35dBA est incluse dans les tableaux finaux dans la conclusion.

13 Simulation : Bruit de trafic

Comme indiqué dans le Chapitre 6.5, la modélisation du bruit reliée au trafic a été menée selon une estimation du trafic sur une nouvelle route d'accès ainsi que sur une route de campagne à deux voies existante non-identifiée.

Il est supposé, basé sur la littérature, que le trafic de la construction est la source principale de trafic, et que les niveaux de trafic après la construction sont minimes et auront aucun impact important sur les niveaux de bruit préexistants.

13.1 Route d'accès

Le Tableau 34 affiche les résultats estimés ($L_{Aeq, 1h}$ et $L_{Aeq, 24h}$) obtenus par le modèle TNM pour la route d'accès, basé sur le nombre moyen de véhicules par heure et par jour.

Tableau 34 : Niveaux sonores avec le bruit du trafic provenant de la route d'accès

Phase	Niveaux à 20m de la route d'accès pendant 1 heure de trafic (dBA)	Niveaux à 20m de la route d'accès sur 24 heures de trafic (dBA)
Construction de la route d'accès	48,6	41,8
Construction des sites de multi-puits	48,6	41,8
Mise en place des foreuses	53,5	44,4
Fluides de forage	51,6	43,3
Autre équipements de forage	51,6	43,3
Forage	49,1	42,0
Produits chimiques de fracturation	47,7	41,5
Équipement de fracturation	47,7	41,5
Fracturation hydraulique (camions et réservoirs)	51,4	43,2
Fracturation hydraulique (transport de l'eau)	54,4	45,1
Fracturation hydraulique (sable)	48,9	41,9
Retrait de l'eau produite	50,7	42,8
Installation de l'équipement de production et réhabilitation du site	50,2	42,5

On peut constater qu'à 20m de la route d'accès, en se basant sur le trafic quotidien moyen, à aucun moment, les niveaux de trafic ne dépassent les règlements du MTQ de $L_{Aeq, 24h} \leq 55$ dBA.

Compte tenu de la répartition temporelle irrégulière de la circulation, le pire scénario serait durant les procédures de fracturation, où l'étude SGEIS rapporte jusqu'à 250 allers-retours par jour. En supposant que les véhicules étaient tous des camions lourds transportant de l'eau pour la fracturation, le pire niveau de bruit pour tous ces camions circulant dans une direction en une heure serait (à 20m) de 67,4dBA. En supposant que ces véhicules circulaient encore durant une deuxième heure, le niveau $L_{Aeq, 24h}$ serait de 56.7dBA, soit une augmentation moyenne of 16,7dB ($L_{Aeq, 24h}$) sur une période de 7 à 14 jours.

13.2 Niveaux sur la route existante

Le modèle routier existant suppose une route de campagne à deux voies relativement droite. On suppose aussi que les voitures roulent à 90km/h, et que le paysage environnant est plat et sans obstacles à la propagation du son comme les bâtiments. Basé sur les données d'utilisation quotidienne moyenne fournies par la MTQ de 2010 pour une route existante mais non-identifiée au Québec, cette route a un débit journalier de 1920 voitures ou camions légers, et aucun camion lourd. Cela équivaut à 960 par jour dans chaque direction, soit 40 par heure dans chaque direction. Il peut toutefois arriver que le trafic soit supérieur ou inférieur à cette moyenne sur certains jours au début ou à la fin de l'activité.

À partir de ces données, le modèle TNM a été utilisé pour prédire les niveaux sonores ambiants existants ($L_{Aeq, 1h}$) de 54,4dBA à 20m de la route. Comme cette dernière est calculée en fonction du trafic par heure (à partir des niveaux de trafic d'une journée typique), les critères du MTQ de $L_{Aeq, 24h}$ seraient également de 54,4dBA à 20m. Le Tableau 29 montre l'augmentation de la $L_{Aeq, 24h}$ durant chaque phase d'activité :

Tableau 35 : Changements aux niveaux existants de bruit reliés au trafic

Phase	Changement sur les niveaux existants $L_{Aeq, 24h}$ (dB)
Construction de la route d'accès	0,2
Construction des sites de multi-puits	0,2
Mise en place des foreuses	0,6
Fluides de forage	0,4
Autre équipements de forage	0,4
Forage	0,2
Produits chimiques de fracturation	0,2
Équipement de fracturation	0,2
Fracturation hydraulique (camions et réservoirs)	0,4
Fracturation hydraulique (transport de l'eau)	0,7
Fracturation hydraulique (sable)	0,2
Retrait de l'eau produite	0,3
Installation de l'équipement de production et réhabilitation du site	0,3

L'augmentation des niveaux quotidiens décrits ci-haut ne seraient pas perceptibles. Par contre, l'utilisation des moyennes ne reflète pas absolument tout le changement potentiel aux niveaux ambiants.

Compte tenu de la répartition temporelle irrégulière de la circulation, le pire scénario serait durant les procédures de fracturation, où l'étude SGEIS 2009 rapporte jusqu'à 250 allers-retours par jour. En supposant que les véhicules étaient tous des camions lourds transportant de l'eau pour la fracturation, le pire niveau de bruit pour tous ces camions circulant dans une direction en une heure serait (à 20m) de 67,4dBA. En supposant que ces véhicules circulaient encore durant une deuxième heure, le niveau $L_{Aeq, 24h}$ serait de 58,5dBA, soit une augmentation moyenne of 4,1dB ($L_{Aeq, 24h}$) sur une période de 7 à 14 jours.

Il est certain que si les véhicules circulent à l'extérieur des heures de pointe de transit (surtout durant le soir ou la nuit), l'augmentation relative perceptible semblerait beaucoup plus importante. De plus, le caractère du bruit d'une route principalement utilisée pour la circulation automobile changera perceptiblement de façon temporaire, étant donné l'augmentation du trafic de camions par rapport aux automobiles.

14 Effet des scénarios de développement

14.1 Scénario 2 (exploration)

Le Scénario 2 est représenté dans les modèles des chapitres antérieurs.

14.2 Scénario 3 (projet pilote) et Scénario 5 production (à grande échelle)

En général, ce qui varie entre les Scénarios :

- Nombre total de sites de multi-puits
- Nombre total d'installations centrales
- Volume du trafic sur la route en général si une zone complète est en cours de développement (construction de puits)

La densité et l'espacement des sites de multi-puits ne varient pas, et par conséquent il n'y a pas de changement à la modélisation, à l'exception, potentiellement, de la production à grande échelle où deux sites de multi-puits pourraient être construits simultanément.

Étant donné que la distance horizontale entre deux sites de multi-puits est de 4,3km, il n'y aura pas de contribution dans ce plan de deux sites de multi-puits distinctes en construction.

Les principaux changements s'appliquent aux propriétés entre deux sites de multi-puits qui sont séparés de 0,9km de largeur. Pour ces terrains à proximité des sites de multi-puits, il n'y aurait aucun changement perceptible par rapport à l'activité d'un seul site de multi-puits, car les niveaux sonores sont dominés par la plus proche. Par contre, si un terrain se trouve sur la ligne entre les deux sites de multi-puits, le niveau combiné de deux activités simultanées peut augmenter de +3dB au-dessus du niveau de bruit d'un site de multi-puits unique (voir l'aire triangulaire bleue à la Figure 7).

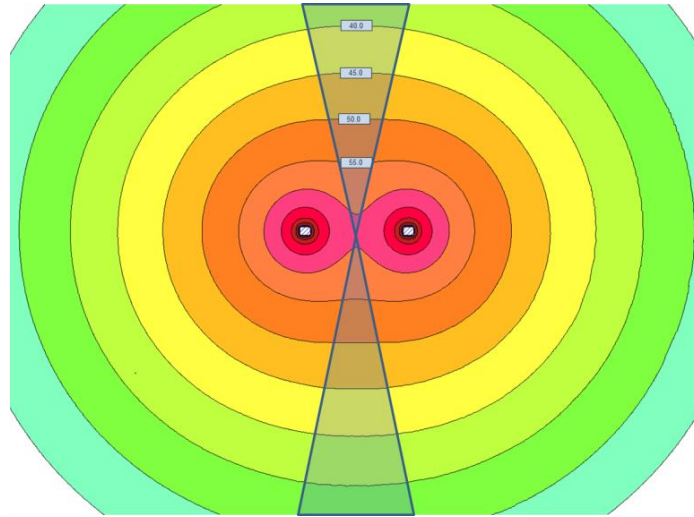


Figure 7 : Exemple d'une carte de la dispersion du son provenant de deux sites de multi-puits simultanés durant la sous-phase de construction (montage)

Il se pourrait qu'un site de multi-puits soit complété alors qu'un autre serait en construction. On peut voir que dans ce cas (Figure 8), le bruit de la construction domine par rapport au bruit provenant du site de multi-puits complété. Dans ce cas, les marges de recul provenant de la modélisation pour un puits en construction seraient applicables.

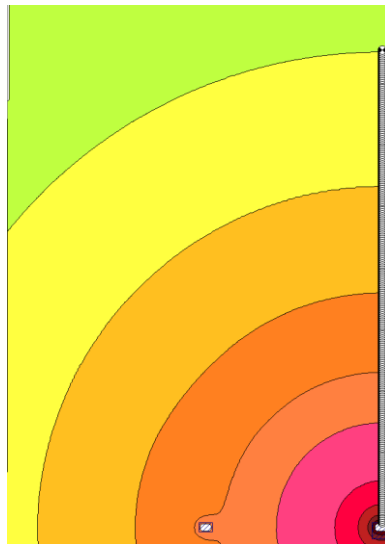


Figure 8 : Exemple de la carte du son pour deux sources surfaciques : (a) bruit des puits en construction (coin inférieur droit) durant la sous-phase de montage, et (b) un deuxième puits, complété (centre inférieur)

Dans le Chapitre 11.1, nous avons vu que la marge de recul minimale d'une production à pleine échelle d'un site multi-puits à 6 puits est de 190m si des génératrices sont utilisés sur place pour alimenter les séparateurs/pompes et si aucun écran acoustique est en place. De la Figure 9, on peut constater que dans le cas d'une propriété située entre deux sites de multi-puits opérationnels séparés de 900m, il y a une petite augmentation des niveaux (0,3dB) à la propriété, conduisant à une augmentation de 10m dans la marge de recul (pour un total de 200m). Dans tout autre type d'opération de puits, il n'y aura pas de changement aux marges de recul par rapport à celles pour un seul puits.

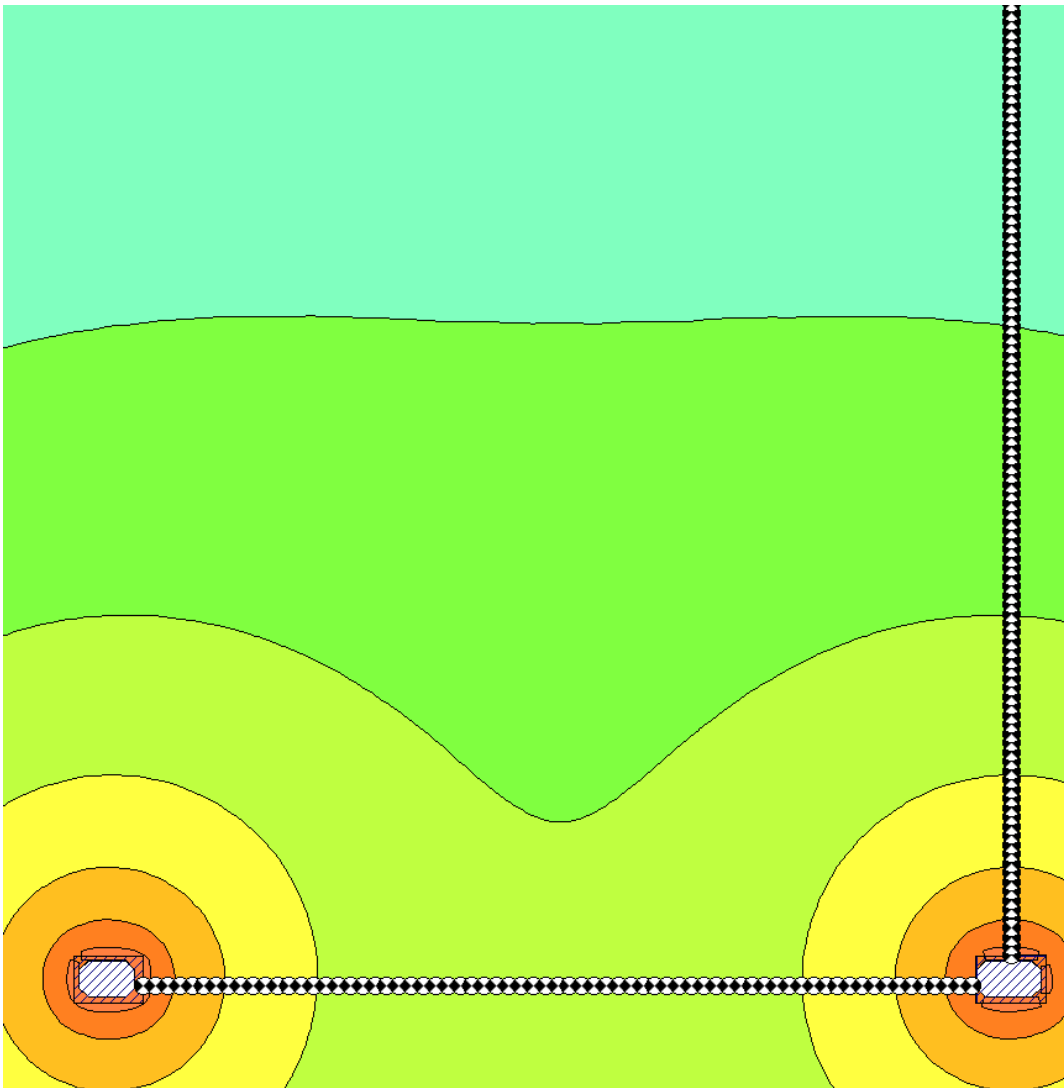


Figure 9 : Exemple de la carte de la dispersion du son de deux sources de surface : deux sites identiques avec 6 puits chaque, séparés de 900m

15 Conclusions

15.1 Marges de recul

Les distances minimales de recul calculées dans cette étude sont basées sur des modèles utilisant des sources provenant d'études antérieures sur des projets similaires.

Les différentes compagnies d'extraction des gaz de schiste au Québec pourraient employer des méthodes, des types et des quantités d'équipements différents des hypothèses posées dans cette étude. Aussi, la topographie, et les barrières naturelles ou bâties par l'homme peuvent engendrer des modifications de la propagation acoustique.

Les résultats sont comparables avec les niveaux prédits par des études antérieures (SGEIS 2009 and URS 2012), et avec des résultats mesurés empiriquement issues d'autres études. Il semblerait que l'étude de SGEIS (2009) utilisant les calculs analytiques de la propagation sonore de sources ponctuelles soit ce qui se rapproche le plus des prédictions faites en S3, dépendamment de l'application des facteurs d'utilisation des machines. L'étude d'URS, quant à elle, appuie clairement la méthode de calcul S4 sur une 1h ($L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive)). Ceci est probablement dû au fait que les facteurs d'utilisation ne sont pas appliqués dans l'étude d'URS. Les tendances générales sont semblables d'une étude à l'autre. Les méthodes de calcul utilisées donnent parfois quelques écarts (SGEIS 2009 procède par calculs analytiques, alors que URS 2012 a utilisé CADNA-A sous la méthode de calcul CONCAWE et sous des conditions atmosphériques de catégorie 6). Le type et la quantité de sources sonores dans les différentes sous-étapes varient parfois d'une étude à l'autre, peuvent aussi expliquer ces écarts.

Dans tous les cas d'études empiriques comparables à notre étude, la modélisation avec les conditions atmosphériques S3 $L_{Aeq, 1h}$ (opération normale) sous-estime les distances de recul tandis que la modélisation S4 $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) sur estime les distances de recul. Ainsi, selon ces observations, les modélisations S3 $L_{Aeq, 1h}$ (opération intensive) ou S4 $L_{Aeq, 1h}$ (opération normale) sont probablement celles qui produisent les marges de recul les plus exactes.

Puisque les opérations de forage se poursuivent la nuit, il est donc recommandé d'utiliser la modélisation S4 (conditions favorables à la propagation sonore). De plus, puisque la plupart des opérations ne sont ni simultanées ni continues, le calcul du $L_{Aeq, 1h}$ (opération normale) tenant compte du temps d'utilisation de chaque machine (avec facteur d'utilisation) est le plus pertinent.

Le Tableau 36 montre les marges de recul pour différents zonage (résidentiel, industriel, commercial), pour le période de jour pour les différentes phases de construction sans prendre en compte le bruit de trafic et le Tableau 37 montre les marges de recul pour les étapes d'exploration et de production. Il faut noter que certaines phases peuvent se dérouler simultanément, comme l'élimination des déchets, le retour de fluide et les essais, ce qui augmentera les niveaux de bruit.

Il faut entre 500 et 1180 jours d'activités bruyantes pour achever un site multi-puits, dépendamment du nombre de puits et de la profondeur des puits.

Tableau 36 : Résumé des marges de recul simulées pour les étapes de construction (condition atmosphérique S4, $L_{Aeq, 1h}$ (opération normal))

phase	sous-phase	Distance minimale (m) pour atteindre le niveau sonore cible (ou en-dessous)						Période d'opération (jour / nuit)	Durée Scenarior 3	Durée Scenarior 5
		Zone IV	Zone III Jour	Zone II Jour ou Zone III nuit	Zone I Jour ou Zone II nuit	Zone I nuit				
Niveau du son (dBA)		70 dBA	55 dBA	50 dBA	45 dBA	40 dBA	35 dBA			
Construction de la route d'accès pour le puits ou la station centrale	La déforestation (clairance et excavation)	70	460	790	1110	1570	2100	jour	12 à 28 jours	12 à 28 jours
	La préparation du sol pour le montage	170	970	1430	2020	2810	3870	jour		
	Achèvement	100	800	1130	1680	2260	3160	jour		
Construction du site de puits	La déforestation (clairance et excavation) du site de puits	50	430	770	1110	1630	2230	jour	Jusqu'à 28 jours	Jusqu'à 28 jours
	La préparation du sol pour le montage du puits	130	940	1400	2000	2800	3890	jour		
	Livraison et mise en place d'équipements de forage	8	370	660	910	1640	2360	jour	10 à 60 jours	60 à 180 jours
Construction des gazoducs pour le gaz ou l'eau	Construction du gazoduc: Préparation du site, nettoyage et nivelage	60	620	930	1330	1990	2620	jour	Dépendant de la longueur de la canalisation	Dépendant de la longueur de la canalisation
	Construction du gazoduc tranchées, mise en place des conduits	40	370	580	850	1240	1890	jour		
	Construction du gazoduc soudage des conduits	15	180	460	670	900	1430	jour		
	Construction du gazoduc test de pression	8	120	350	580	790	1120	jour		
	Construction du gazoduc remplissage	60	620	930	1340	1910	2640	jour		
	Construction du gazoduc réhabilitation du site	60	620	930	1340	1910	2640	jour		
Construction du site de la station centrale	La déforestation	20	390	720	1040	1500	2020	jour	28 à 56 jours	28 à 56 jours
	La préparation du site	90	870	1310	1890	2660	3690	jour		
	La complétion du sol	30	730	1060	1600	2200	3070	jour		
	La livraison de matériaux	20	650	900	1600	2270	3310	jour	Jusqu'à 270 jours	Jusqu'à 270 jours
	La réhabilitation du site	10	540	860	1260	1840	2560	jour		

Tableau 37 : Résumé des marges de recul simulées pour les étapes de création de puits et de production (condition atmosphérique S4, $L_{Aeq, 1h}$ (opération normale))

phase	sous-phase	Distance minimale (m) pour atteindre le niveau sonore cible (ou en-dessous)						Period of operation (day / night)	Duree Scenario 3	Duree Scenario 5
		Zone IV	Zone III Jour	Zone II Jour ou Zone III nuit	Zone I Jour ou Zone II nuit	Zone I nuit				
Niveau du son (dBA)		70 dBA	55 dBA	50 dBA	45 dBA	40 dBA	35 dBA			
Les activités de forage au puits (pour un puits)	L'étape du forage vertical	40	550	820	1210	1890	2710	jour/nuit	Jusqu'à 28 jours	Jusqu'à 84 jours
	L'étape du forage horizontal	40	550	830	1200	1890	2710	jour/nuit	Jusqu'à 28 jours	Jusqu'à 84 jours
	La livraison de matériaux pour fracturation	8	370	660	910	1640	2360	jour	28 à 56 jours*	168 à 336 jours*
	La fracturation	90	820	1480	2080	2770	3970	jour/nuit	6 à 10 jours*	18 à 30 jours*
	Retour de fluide et traitement	40	550	810	1220	1890	2670	jour	28 à 112 jours*	84 à 336 jours*
	Élimination des déchets	100	760	1130	1860	2630	3680	jour	Jusqu'à 42 jours	Jusqu'à 42 jours
	Essais (exploration)	0	8	40	230	350	540	jour/nuit	Jusqu'à 6 jours	Jusqu'à 18 jours
	La réhabilitation du site	30	580	880	1310	1930	2700	jour	Jusqu'à 14 jours	Jusqu'à 14 jours
Production au puits (deux puits, projet pilote)	Opération du puits: Générateur de moteur à gaz, la pompe à eau du moteur	0	10	30	70	150	500	jour/nuit	durée de vie du puits	durée de vie du puits
	Opération du puits: l'électricité du réseau, la pompe à eau du moteur	0	0	10	20	40	70	jour/nuit	durée de vie du puits	durée de vie du puits
Production au puits (six puits, projet commercial)	Opération du puits: Générateurs de moteur à gaz, la pompe à eau du moteur	0	15	50	140	470	710	jour/nuit	durée de vie du puits	durée de vie du puits
	Opération du puits: l'électricité du réseau, la pompe à eau du moteur	0	0	10	30	60	120	jour/nuit	durée de vie du puits	durée de vie du puits
Production au puits (six puits, projet commercial) avec un écran 1m au-dessus des sources de bruit à la frontière du site	Opération du puits: Générateurs de moteur à gaz, la pompe à eau du moteur	0	0	0	10	90	310	jour/nuit	durée de vie du puits	durée de vie du puits
	Opération du puits: l'électricité du réseau, la pompe à eau du moteur	0	0	0	0	0	0	jour/nuit	durée de vie du puits	durée de vie du puits
Production à la station centrale	pressurisation à la station (sans traitement acoustique)	310	1150	1650	2260	3120	4380	jour/nuit	durée de vie du puits	durée de vie du puits
	pressurisation à la station (avec traitement acoustique)	0	0	40	220	560	760	jour/nuit	durée de vie du puits	durée de vie du puits

15.2 Bruit relié au trafic

La revue de littérature indique que la majorité du trafic relié à l'extraction de gaz de schiste est pendant les phases de construction et de création de puits, et qu'une fois l'activité de production débutée il n'y a pas d'augmentation significative des débits routiers.

Pour la route de campagne typique choisie pour la modélisation, l'augmentation du trafic relié au forage d'un seul puits a augmenté les niveaux sonores moyens de moins de 1 dB. En ce qui concerne les recommandations de MDDEFP, sauf dans des cas où le bruit de fond serait déjà près de 55 dBA ($L_{Aeq,24h}$), la limite ne devrait pas causer de problème. Il est à noter que cette augmentation est basée sur les niveaux moyens sur 24 heures, et ne tient pas compte d'augmentations horaires significatives qui pourraient être dues à des périodes de pointe.

Il est à rappeler que $L_{Aeq,24h}$ est la moyenne du niveau de son étalé sur une période de 24 heures, et que le niveau horaire ($L_{Aeq,1h}$) pourrait représenter une augmentation au-delà des niveaux de bruits de fond ($L_{Aeq,24h}$) de 13dB pour une route existante, ou de 17,4dB si la route est nouvelle. Par contre, les niveaux $L_{Aeq,1h}$ ne sont pas considérés par le critère.

Dans le cas où une nouvelle route d'accès devrait être aménagée sur un site sans trafic préalable, en supposant que les niveaux de bruit ambiant sont d'environ 40 dBA, la présence du trafic relié au site des puits peut causer des augmentations de niveaux diurnes de 5,1dB dans la période avant la fracturation, ce qui serait toujours bien en dessous des limites prescrites par le MDDEFP.

15.3 Application de traitements acoustiques

S'il n'est pas possible d'atteindre les marges de recul nécessaires il est recommandé que des mesures d'atténuation sonore, telles que décrites à la section 8 au Tableau 21 soient appliquées.

Si, grâce aux traitements acoustiques employés, les niveaux sonores sont diminués de 5,10, 15 ou 20 dBA à la source, alors les marges de recul peuvent être réévaluées grâce aux Tableau 36 et Tableau 37. Par exemple, si le développement s'effectue près d'une Zone I du MDDEFP (niveau maximal de jour de 45 dBA), et si des cloisons insonorisées et des silencieux peuvent diminuer les niveaux de puissance sonore globaux de 10 dB à la source, alors au lieu d'utiliser la marge de recul associée à 45 dBA durant le jour, la marge de recul prescrite pour une Zone III (moins de 55 dBA) pourra être utilisée.

Il est important de définir de façon claire et précise les heures d'opération afin d'assurer que les critères sonores sont respectés.

16 Références

BHP Billiton – Illawarra Coal Pty Ltd. / Olsen Environmental Consulting Pty Ltd (2008); *West Cliff Mine Surface Goaf Gas Drainage Project, Environmental Assessment*.

Behrens and Associates, Inc (2006), *Gas Well Drilling Noise Impact And Mitigation Study*.

BS 5228-1:2009 (2009), *Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites- Part 1: Noise*, BSI

Comité de l'évaluation environnementale stratégique sur le gaz de schiste (2012), *L'industrie du gaz de schiste dans les basses-terres du Saint-Laurent: scénarios de développement*.

CIRAIG (2012), *Document Synthèse – Projet type concernant les activités liées au gaz de schiste au Québec*.

Encana (2007), *EnCana Shallow Gas Infill Development in CFB Suffield National Wildlife Area, Appendix 3G: Diagnostic Noise Monitoring*.

Health and Safety Executive (2008), *Noise emissions and exposure from mobile woodchippers*, RR618

Ministère Éducation Nationale (2011), *Les techniques de forage spécifiques aux gaz de schiste*, <http://www.science.gouv.fr/fr/dossiers/bdd/page/4/res/4356/les-gaz-de-schiste-des-gaz-tres-controverses/>

MDDEFP (2006), *Note d'instructions 98-01 sur le bruit (note révisée en date du 9 juin 2006)*, Gouvernement du Québec

MDDEFP (2000), *Objectifs de niveaux sonores des chantiers de construction pour des projets soumis à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement*, Gouvernement du Québec

New York State Department of Environmental Conservation, Division of Mineral Resources (2009), *Revised Draft Supplemental Generic Environmental Impact Statement (SGEIS) on the Oil, Gas and Solution Mining Regulatory Program, Well Permit Issuance for Horizontal Drilling and High-Volume Hydraulic Fracturing in the Marcellus Shale and Other Low-Permeability Gas Reservoirs*.

Newfoundland Dept. of Natural Resources (2013), <http://www.nr.gov.nl.ca/nr/forestry/roads/index.html>

Ministère des Transports (1998), *Politique sur le bruit routier*, Gouvernement du Québec, ISBN 2-550-32740-3

Sonus Pty Ltd. (2011), *Surat Gas Project – Noise and Vibration Impact Assessment*, S3257C17.

Tyndall Centre for Climate Change Research, University of Manchester (2011), *Shale gas: a provisional assessment of climate change and environmental impacts*.

URS Australia Pty Ltd. (2012), *Noise and Vibration Impact Assessment – Bowen Gas Project*, 42626960

U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration (2006), *FHWA Roadway Construction Noise Model User's Guide, FHWA-HEP-05-054, DOT-VNTSC-FHWA-05-01*

ANNEXE 1 Lexique des termes acoustiques

Bruit à caractère tonal : bruit caractérisé par une composante à fréquence unique ou des composantes à bandes étroites qui émergent de façon audible du bruit ambiant;

Bruit ambiant : bruit total existant dans une situation donnée à un instant donné, habituellement composé de bruits émis par plusieurs sources, proches ou éloignées;

Bruit initial : bruit ambiant avant toute modification d'une situation existante;

Bruit d'impact : bruit de courte durée dont on perçoit une augmentation brusque du niveau sonore sur un court laps de temps (un bruit d'impact peut être produit notamment par des chocs mécaniques ou pneumatiques, des collisions, des percussions, des secousses, des détonations, des explosions);

Bruit particulier : composante du bruit ambiant qui peut être identifié spécifiquement et qui est généralement associé à une source spécifique;

Bruit résiduel : bruit qui perdure à un endroit donné, dans une situation donnée, quand les bruits particuliers de la source visée sont supprimés du bruit ambiant;

Évaluation : toute méthode servant à mesurer ou prévoir la valeur d'un niveau acoustique et des termes correctifs ainsi que les effets nuisibles correspondants;

Intervalle de long terme : intervalle de temps spécifié au cours duquel les bruits d'une série d'intervalles de référence sont moyennés ou évalués;

Intervalle de référence : intervalle de temps auquel l'évaluation du bruit est rapportée;

Niveau acoustique d'évaluation : tout niveau acoustique mesuré ou prévu auquel un terme correctif est ajouté;

Point d'évaluation : endroit précis d'où est effectuée une évaluation;

Source : toute activité ou tout état de chose ayant pour effet l'émission de bruit dans l'environnement (un ou plusieurs bruits particuliers peuvent être émis par une source);

Terme correctif : toute grandeur qui est ajoutée à un niveau acoustique mesuré ou prévu afin de tenir compte de certaines caractéristiques acoustiques;

ANNEXE 2 Symboles

FFT : algorithme de calcul de la transformée de Fourier rapide (Fast Fourier Transform);

$L_{Aeq,T}$: niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A pour un intervalle de référence T ;

$L_{Aeq,1h}$ (opération intensive): Le niveau sonore moyen sur une période d'une heure durant l'opération intensive (100%) des sources de bruit.

$L_{Aeq,1h}$ (opération normale): Le niveau sonore moyen sur une période d'une heure avec la correction tenant compte des facteurs d'utilisation normaux.

$L_{Ceq,T}$: niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré C pour un intervalle de référence T ;

$L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T}$: indicateur utilisé pour évaluer le contenu spectral en basse fréquence;

$L_{Ar,T}$: niveau acoustique d'évaluation pondéré A pour un intervalle de référence d'une durée T ;

$L_{AFN,T}$: niveau de pression acoustique avec pondération fréquentielle A et pondération temporelle F, dépassé pendant $N\%$ de la durée T ;

L_{AF7m5} : moyenne des valeurs individuelles des « Taktmaximal » mesurées pour chaque intervalle de 5 secondes pendant la durée T où il y a des bruits d'impact, conformément à la norme allemande TA Lärm et VDI 2058 (Note: les valeurs individuelles des « Taktmaximal » sont en fait les L_{AFmax} atteints à chaque intervalle successif de 5 secondes pendant la durée totale de mesure, soit T);

L_{AFmax} : niveau de pression acoustique maximal avec pondération fréquentielle A et pondération temporelle F;

$L_{Leq,T(1/3oct)}$: niveau de pression acoustique continu linéaire équivalent mesuré par bande de tiers d'octave pour un intervalle de référence T ;

ANNEXE 3 Critères de la MDDEFP (Note d'instructions 98-01 sur le bruit)

Partie 1 - Niveau sonore maximum des sources fixes

Le niveau acoustique d'évaluation ($L_{Ar,1h}$) d'une source fixe sera inférieur, en tout temps, pour tout intervalle de référence d'une heure continue et en tout point de réception du bruit, au plus élevé des niveaux sonores suivants :

1. le niveau de bruit résiduel (tel que défini dans la méthode de référence au glossaire de la partie 2), ou
2. le niveau maximal permis selon le zonage et la période de la journée, tel que mentionné au tableau suivant :

Zonage	Nuit (dB _A)	Jour (dB _A)
I	40	45
II	45	50
III	50	55
IV	70	70

CATÉGORIES DE ZONAGE

Zones sensibles

- I : Territoire destiné à des habitations unifamiliales isolées ou jumelées, à des écoles, hôpitaux ou autres établissements de services d'enseignement, de santé ou de convalescence. Terrain d'une habitation existante en zone agricole.
- II : Territoire destiné à des habitations en unités de logements multiples, des parcs de maisons mobiles, des institutions ou des campings.
- III : Territoire destiné à des usages commerciaux ou à des parcs récréatifs. Toutefois, le niveau de bruit prévu pour la nuit ne s'applique que dans les limites de propriété des établissements utilisés à des fins résidentielles. Dans les autres cas, le niveau maximal de bruit prévu le jour s'applique également la nuit.

Zones non sensibles

- IV : Territoire zoné pour fins industrielles ou agricoles. Toutefois, sur le terrain d'une habitation existante en zone industrielle et établie conformément aux règlements municipaux en vigueur au moment de sa construction, les critères sont de 50 dB_A la nuit et 55 dB_A le jour.

La catégorie de zonage est établie en vertu des usages permis par le règlement de zonage municipal. Lorsqu'un territoire ou une partie de territoire n'est pas zoné tel que prévu, à l'intérieur d'une municipalité, ce sont les usages réels qui déterminent la catégorie de zonage.

Le jour s'étend de 7 h à 19 h, tandis que la nuit s'étend de 19 h à 7 h.

Ces critères ne s'appliquent pas à une source de bruit en mouvement sur un chemin public.

Tableau 1 Exemple de stratégie de mesure du bruit¹¹

Objectif de l'évaluation	Nature de la mesure à effectuer		
	Bruit ambiant	Source stable (continue) ¹²	Source aléatoire (fluctuante)
Évaluation sommaire ¹³	- 5 à 10 minutes si le bruit est relativement stable (ou très faible, c'est-à-dire inférieur à 45dB le jour et 40 dB la nuit) - 20 à 60 minutes si le bruit est relativement chaotique +Prise de notes terrains	- 4 à 5 échantillons $L_{Aeq,30\text{ sec}}$, si l'écart des résultats < 3 dB - 8 à 10 échantillons $L_{Aeq,30\text{ sec}}$, si l'écart entre les résultats ≥ 3 et < 5 dB) Indices statistiques et si justifié, analyse 1/3 oct.	20 à 60 minutes d'échantillonnage programmé le plus judicieusement possible +Prise de notes terrains +Paramètres d'évaluation du $L_{Ae,T}$ si des termes correctifs sont applicables
Évaluation de la conformité	Couvrir l'intervalle de référence en continue ¹⁴ +Prise de notes terrains	- 4 à 5 échantillons $L_{Aeq,30\text{ sec}}$, si l'écart des résultats < 3 dB - 8 à 10 échantillons $L_{Aeq,30\text{ sec}}$, si l'écart entre les résultats ≥ 3 et < 5 dB) Indices statistiques et si justifié, analyse 1/3 oct.	Au moins 60 minutes en continue +Prise de notes terrains (les conditions du bruit ambiant doivent être similaires à celles prévalant lors de son évaluation) +le cas échéant, les paramètres d'évaluation du $L_{Ae,T}$
Évaluation détaillée...	Profil complet sur 12 heures de jour, 3 heures de soirée et les 9 heures de nuit. (avec les $L_{Aeq,1h}$, évaluation des $L_{Ae,T}$ et les notes terrains (jour de la semaine ou, si requis, jour de fin de semaine)	Mêmes échantillons que ceux mentionnés ci haut, mais avec en plus une mesure continue de 20 à 60 minutes avec indices statistiques par bande de 1/3 octave et toutes les notes terrains	Profil complet pour chaque heure de production au cours d'une journée. +le cas échéant, les paramètres d'évaluation du $L_{Ae,T}$ +notes terrains
...et de long terme	Durée suffisante pour couvrir les diverses conditions de bruit ambiant et de météo	Durée suffisante pour couvrir les diverses conditions de météo	Durée suffisante pour couvrir les diverses conditions d'exploitation ou de météo

¹¹ Ces exemples sont fournis à titre indicatif seulement, chaque situation étant jugée selon ses spécificités.

¹² Un échantillon n'est valable que si la source fixe était clairement émergente pendant le relevé.

¹³ L'évaluation sommaire peut poursuivre différents buts notamment documenter une problématique, identifier une empreinte acoustique, de déterminer le niveau sonore prévalant à un moment précis ou pour planifier des mesures plus détaillées.

¹⁴ Cette mesure est faite sans exploitation de la source fixe. Elle sera souvent effectuée au moment de la journée où le bruit ambiant est au plus faible.

Explications complémentaires concernant la correction K_I pour les bruits d'impact

Deux méthodes sont acceptées pour déterminer la correction K_I .

Méthode 1

Le terme correctif peut être obtenu directement en soustrayant deux paramètres mesurés par l'appareil. L'équation de correction est la suivante :

$$K_I = L_{AFTm5} - L_{Aeq, T} \quad \text{où}$$

Le L_{AFTm5} est mesuré directement par les appareils qui intègrent cet indice, conformément aux normes allemandes TA Lärm et VDI 2058.

Cette correction n'est applicable que s'il y a des bruits d'impact (voir définition) et que la différence est plus grande que 2 dB.

Méthode 2

Si l'indice L_{AFTm5} n'est pas disponible avec un appareil de mesure, la correction K_I peut être évaluée avec l'équation suivante :

$$K_I = 10 \log \left\{ \left[\left(\frac{5 \times m}{T_{(sec)}} \right) \times 10^{L_i/10} \right] + \left[\left(\frac{T_{(sec)} - (5 \times m)}{T_{(sec)}} \right) \times 10^{L_{Aeq, T}/10} \right] \right\} - L_{Aeq, T}$$

où

L_i (niveau équivalent du bruit d'impact) est le calcul de la moyenne logarithmique des niveaux maximum ($L_{AF \text{ max}}$) sur la réponse rapide "fast" imputables aux bruits d'impact qui se produisent durant la période de référence et qui sont perçus au point d'évaluation. La valeur de L_i se calcule avec l'équation suivante :

$$L_i = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{m} \sum_{n=1}^m 10^{\frac{dB_n}{10}} \right\} \quad \text{où}$$

dB_n = niveau maximum ($L_{AF \text{ Max}}$) sur la réponse rapide "fast" correspondant au nième bruit d'impact durant la période de référence;

m = nombre d'impacts admissibles pendant la période de référence. Le nombre d'impact admissible est égal au nombre d'impact réel si en aucun moment la cadence des impacts est plus grande que 1 impact par 5 secondes. Cependant, lorsque pour une partie ou la totalité

de la période de référence, la cadence des impacts est plus grande que 1 impact par 5 secondes, le nombre d'impacts admissibles ne peut dépasser 1 impact par 5 secondes pour la partie ou la totalité de la période de référence.

Malgré ce qui précède, aucune correction n'est ajoutée lorsque K_f est égal ou inférieur à 2 dB.

Explications complémentaires concernant la correction K_f pour le bruit à caractère tonal

Un terme correctif K_f de 5 dB est applicable lorsqu'un bruit à caractère tonal est clairement audible et que la bande de tiers d'octave qui le comprend dépasse les bandes adjacentes d'une valeur égale ou supérieure à celles inscrites au tableau 4. Si plus d'une composante tonale répondent à ces critères, un seul terme correctif demeure applicable. Les bandes de tiers d'octave mesurées et analysées vont de 16 à 20 000 Hz.

Tableau 4 Critères pour l'application d'une correction au bruit à caractère tonal

Fréquence émergente en Hz	141 Hz et moins	141 à 440 Hz	440 Hz et plus
Bande passante de tiers d'octave	125 Hz et moins	160 à 400 Hz	500 Hz et plus
Dépassement des bandes adjacentes (dB linéaire)	15 dB et plus	8 dB et plus	5 dB et plus

Si une fréquence émergente (en Hz) du bruit à caractère tonal s'approche de la limite de deux bandes de tiers d'octave adjacentes, les critères du tableau 4 deviennent techniquement nuls. Aussi, avant de conclure qu'un terme correctif n'est pas applicable, il conviendra lors de l'analyse d'un bruit à caractère tonal, d'identifier la valeur de la fréquence émergente. Si cette fréquence s'approche de la limite de deux bandes de tiers d'octave, l'analyse en bandes plus fines (1/12 d'octave, 1/24 d'octave, FFT avec la fenêtre Hanning) peut alors s'avérer utile, voire nécessaire⁸, pour évaluer la pertinence d'appliquer un terme correctif. L'analyse en bandes fines peut aussi s'avérer utile pour une meilleure compréhension de certaines problématiques singulières.

Malgré ce qui précède, aucune correction n'est appliquée si le niveau sonore pondéré A de la bande de tiers d'octave qui contient une fréquence proéminente est inférieur de 15 dB ou plus au niveau sonore en dB_A de tout le spectre.

⁸ Cette analyse peut être évitée si l'existence d'une fréquence importune n'est aucunement mise en doute.

Informations complémentaires concernant les termes correctifs pour certaines situations spéciales, K_S

Un terme correctif peut être appliqué face à certaines situations spéciales notamment :

- 5 dB_A pour tout bruit de basse fréquence, c'est à dire un bruit dont les caractéristiques fréquentielles font que le $L_{C_{eq,T}} - L_{A_{eq,T}} \geq 20$ dB; toutefois cette correction est applicable exceptionnellement si la mesure est accompagnée d'une démonstration que le bruit de basse fréquence est la cause de nuisance accrue à l'intérieur de bâtiment à vocation résidentielle ou l'équivalent;
- 5 dB_A pour tout bruit perturbateur comportant des éléments verbaux, musicaux ou porteurs d'information (signaux sonores).

Note : Lorsque les éléments verbaux, musicaux ou porteurs d'information constituent l'essentiel du bruit perturbateur, l'application de la pénalité ne pose pas de problème. Si tel n'est pas le cas, il faut que ces éléments contribuent significativement au bruit de la source pour que la pénalité s'applique. S'il est possible de mesurer isolément la contribution d'éléments verbaux, musicaux ou porteurs d'information en provenance d'une source sonore, cette contribution sonore ne devrait pas être de plus de 2 dB inférieur à la contribution sonore totale de la source pour justifier l'application d'une pénalité.

ANNEXE 4 Critères du bruit de construction de la MDDEFP

Le bruit communautaire au Québec

Politiques sectorielles

**Limites et lignes directrices préconisées par le ministère
du Développement durable, de l'Environnement et des
Parcs relativement aux niveaux sonores provenant
d'un chantier de construction**

(Mise à jour de mars 2007)

1. Pour le jour

Pour la période du jour comprise entre 7 h et 19 h, le MDDEP a pour politique que toutes les mesures raisonnables et faisables doivent être prises par le maître d'œuvre pour que le niveau acoustique d'évaluation ($L_{Ae,12h}$)¹ provenant du chantier de construction soit égal ou inférieur au plus élevé des niveaux sonores suivants, soit 55 dB ou le niveau de bruit initial s'il est supérieur à 55 dB. Cette limite s'applique en tout point de réception dont l'occupation est résidentielle ou l'équivalent (hôpital, institution, école).

On convient cependant qu'il existe des situations où les contraintes sont telles que le maître d'œuvre ne peut exécuter les travaux tout en respectant ces limites. Le cas échéant, le maître d'œuvre est requis de:

- a) prévoir le plus en avance possible ces situations, les identifier et les circonscrire;
- b) préciser la nature des travaux et les sources de bruit mises en cause;
- c) justifier les méthodes de construction utilisées par rapport aux alternatives possibles;
- d) démontrer que toutes les mesures raisonnables et faisables sont prises pour réduire au minimum l'ampleur et la durée des dépassements;
- e) estimer l'ampleur et la durée des dépassements prévus;
- f) planifier des mesures de suivi afin d'évaluer l'impact réel de ces situations et de prendre les mesures correctrices nécessaires.

2. Pour la soirée et la nuit

Pour les périodes de soirée (19 h à 22 h) et de nuit (22 h à 7 h), tout niveau acoustique d'évaluation sur une heure ($L_{Ae,1h}$) provenant d'un chantier de construction doit être égal ou inférieur au plus élevé des niveaux sonores suivants, soit 45 dB ou le niveau de bruit initial s'il est supérieur à 45 dB. Cette limite s'applique en tout point de réception dont l'occupation est résidentielle ou l'équivalent (hôpital, institution, école).

La nuit (22 h à 7 h), afin de protéger le sommeil, aucune dérogation à ces limites ne peut être jugée acceptable (sauf en cas d'urgence ou de nécessité absolue). Pour les trois heures en soirée toutefois (19 h à 22 h), lorsque la situation² le justifie, le niveau acoustique d'évaluation $L_{Ae,3h}$ peut atteindre 55 dB peu importe le niveau initial à la condition de justifier ces dépassements conformément aux exigences « a » à « f » telles qu'elles sont décrites à la section 1.

¹ Le niveau acoustique d'évaluation $L_{Ae,T}$ (où T est la durée de l'intervalle de référence) est un indice de l'exposition au bruit qui contient niveau de pression acoustique continu équivalent $L_{Aeq,T}$, auquel on ajoute le cas échéant un ou plusieurs termes correctifs pour des appréciations subjectives du type de bruit. Pour plus de détail concernant l'application des termes correctifs, consulter la Note d'instructions 98-01 sur le bruit.

² C'est-à-dire lorsque les contraintes sont telles que le maître d'œuvre ne peut exécuter les travaux tout en respectant les limites mentionnées au paragraphe précédent pour la soirée et la nuit.

ANNEXE 5 Critères du bruit routier de la MDDEFP

Recommandations administratives du MDDEFP concernant les nuisances relatives au bruit routier (ANNEXE-NORMES-BRUIT 3)

Recommandations administratives du MDDEFP concernant les nuisances relatives au bruit routier

La pratique administrative fait en sorte que la position soutenue par le MDDEFP concernant le niveau de bruit ambiant à respecter dans les secteurs sensibles ainsi que les augmentations acceptables pour les sources de bruit mobiles attribuables à un projet routier soit conforme à ce qui suit :

Niveau de bruit initial (LAeq 24H)	Le MDDEFP préconise
Inférieur à 55 dB	- Maintien du niveau de bruit initial quand cela est possible, sinon permettre l'atteinte du maximum de 55 dB.
Égal ou supérieur à 55 dB	- Une augmentation de 1 dB est acceptable
Supérieur à 60 dB	- Aucune augmentation

La grille d'évaluation permet d'évaluer les impacts sonores en fonction des niveaux sonores actuel et projeté.

Selon cette grille, plus le niveau sonore actuel est élevé, moins la différence entre celui-ci et le niveau sonore projeté doit être grande pour générer un impact sonore significatif nécessitant la mise en œuvre de mesures d'atténuation.

Ainsi, pour un niveau sonore actuel entre 45 et 51 dBA, l'augmentation du niveau sonore devra varier de 11 à 5 dBA avant de générer un impact sonore significatif. Entre 52 et 61 dBA, l'augmentation devra être de 4 dBA; à 62 dBA, l'augmentation devra être de 3 dBA; entre 63 et 69 dBA, l'augmentation devra être de 2 dBA; et, à partir de 70 dBA, une augmentation de 1 dBA suffira pour mettre en œuvre des mesures d'atténuation de bruit.

En résumé, dans le cadre de projets de construction ou de reconstruction ayant pour effet d'augmenter la capacité ou de changer la vocation de la route, les critères utilisés pour déterminer l'intervention du Ministère sont les suivants :

- *jusqu'à 55 dBA $L_{eq, 24 h}$* , les impacts appréhendés seront tout au plus faibles et ne seront pas atténués puisqu'un niveau de 55 dBA $L_{eq, 24 h}$ et moins est reconnu comme étant acceptable;
- *au-dessus de 55 dBA $L_{eq, 24 h}$* , les impacts ne feront pas l'objet d'une intervention¹¹;
- *au-dessus de 55 dBA $L_{eq, 24 h}$* , les impacts moyens ou forts feront l'objet de mesures d'atténuation.

¹¹ Néanmoins, les zones sensibles déjà établies au moment de l'entrée en vigueur de la présente politique pourront être prises en considération lorsque les niveaux auront atteint 65 dBA $L_{eq, 24 h}$ et, conformément à l'approche corrective, pourront bénéficier d'un partage de coûts.

ANNEXE 6 Quantités de sources, les facteurs d'utilisation et des niveaux de puissance acoustique par bande d'octave

Voici une présentation des variables et leur définition qui sont présentes dans les tableaux ci-dessous :

- No. = Quantité estimée de l'équipement en question utilisé dans les activités
- U (%) = Facteur d'utilisation acoustique estimé pour cet équipement
- (a) = Niveau de puissance acoustique pour une l'équipement à lui seul (dBA)
- (b) = Niveau de puissance acoustique pour une quantité donnée de cet équipement (dBA)
- (c) = Niveau de puissance acoustique pour une quantité donnée de cet équipement avec leur correction (dBA) selon le facteur d'utilisation
- Source = dénote la littérature et référence dont les niveaux proviennent

La déforestation (clairance et excavation) Versez la voie d'accès														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Ébrancheuse	3	20	100	117	109	108	108	110	114	113	115	120	113	FHWA 2006 / BS 5228
Transporteur a bois	1	40	116	114	107	106	106	103	103	92	106	106	102	FHWA 2006 / BS 5228
Excavatrice	2	40	115	112	108	109	106	103	97	95	113	116	112	FHWA 2006 / BS 5228
Déchiqueteuse	1	40	103	120	112	111	111	113	117	116	121	121	117	HSE 2008 / BS5228
Niveau de puissance acoustique combiné (L_{WA}, dB(A))											123	124	120	
La préparation du sol pour le montage de la voie d'accès														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Excavatrice	2	40	115	112	108	109	106	103	97	95	113	116	112	FHWA 2006 / BS 5228
Compacteur	2	20	109	104	100	101	100	100	96	91	114	117	111	FHWA 2006 / BS 5228
Camions à gravier	8	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	117	113	FHWA 2006 / BS 5228
Tracteur sur pneus (Dozer)	2	40	103	107	105	105	102	99	93	85	114	117	113	FHWA 2006 / BS 5228
Chargeuse	2	40	117	113	108	105	101	97	93	86	111	114	110	FHWA 2006 / BS 5228
Niveleuse	2	40	119	118	114	110	115	109	105	96	117	120	116	FHWA 2006 / BS 5228
Camions d'eau	2	40	109	110	95	100	99	102	101	94	117	120	116	FHWA 2006 / BS 5228
Niveau de puissance acoustique combiné (L_{WA}, dB(A))											123	126	122	
Achèvement de la route d'accès														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Compacteur	2	20	109	104	100	101	100	100	96	91	114	117	111	FHWA 2006 / BS 5228
Chargeuse	2	40	117	113	108	105	101	97	93	86	111	114	110	FHWA 2006 / BS 5228
Niveleuse	2	40	119	118	114	110	115	109	105	96	117	120	116	FHWA 2006 / BS 5228
Camions à gravier	8	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	117	113	FHWA 2006 / BS 5228
Niveau de puissance acoustique combiné (L_{WA}, dB(A))											120	124	119	

La déforestation (clairance et excavation) Versez le puits ou la station centrale														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Ébrancheuse	3	20	100	117	109	108	108	110	114	113	115	120	113	FHWA 2006 / BS 5228
Transporteur a bois	1	40	116	114	107	106	106	103	103	92	106	106	102	FHWA 2006 / BS 5228
Excavatrice	2	40	115	112	108	109	106	103	97	95	113	116	112	FHWA 2006 / BS 5228
Déchiqueteuse	1	40	103	120	112	111	111	113	117	116	121	121	117	HSE 2008 / BS5228
Niveau de puissance acoustique combiné (L_{WA}, dB(A))											123	124	120	
La préparation du sol pour le montage du puits ou la station centrale														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Excavatrice	2	40	115	112	108	109	106	103	97	95	113	116	112	FHWA 2006 / BS 5228
Compacteur	2	20	109	104	100	101	100	100	96	91	114	117	111	FHWA 2006 / BS 5228
Camions a gravier	8	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	117	113	FHWA 2006 / BS 5228
Tracteur sur pneus (Dozer)	2	40	103	107	105	105	102	99	93	85	114	117	113	FHWA 2006 / BS 5228
Chargeuses	2	40	117	113	108	105	101	97	93	86	111	114	110	FHWA 2006 / BS 5228
Niveleuse	2	40	119	118	114	110	115	109	105	96	117	120	116	FHWA 2006 / BS 5228
Camions d'eau	2	40	109	110	95	100	99	102	101	94	117	120	116	FHWA 2006 / BS 5228
Niveau de puissance acoustique combiné (L_{WA}, dB(A))											123	126	122	
Livraison et mise en place d'équipements de forage ou la station centrale														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Camions de livraison	1	40	121	114	104	104	101	100	92	87	106	106	102	FHWA 2006 / BS 5228
Grue	1	16	108	104	99	91	92	91	84	78	113	113	105	FHWA 2006 / BS 5228
Chariot élévateur	1	40	113	103	94	96	98	95	87	80	111	111	107	FHWA 2006 / BS 5228
Niveau de puissance acoustique combiné (L_{WA}, dB(A))											116	116	110	

L'étape du forage vertical														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Moteur de forage (diesel)	1	60	114	112	105	106	102	99	92	86	105	105	103	SGEIS 2012 / Olsen 2008
Compresseurs (moteurs diesel)	4	60	111	114	108	103	97	95	90	84	105	111	109	SGEIS 2012 / URS 2012
Amplificateur pour des compresseurs	3	50	106	102	96	101	102	100	93	88	82	86	83	SGEIS 2012 / BS 5228
Compresseur d'échappement	1	60	106	102	96	101	102	100	93	88	86	86	83	SGEIS 2012 / BS 5228
Chargeuse	1	40	117	113	108	105	101	97	93	86	111	111	107	FHWA 2006 / BS 5228
Camion pompage (cimentage)	1	20	111	100	97	101	102	100	95	89	111	111	104	FHWA 2006 / BS 5228
Camion transport	1	40	111	100	97	101	102	100	95	89	113	113	109	FHWA 2006 / BS 5228
Camion test de pression	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
Camion de diagraphies	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
Camion de carottage	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
Camion de « fishing operation »	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
Camion de diesel	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
Camion eau potable	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
Camion eaux usées	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
Camions de déblais	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
Préparation et le nettoyage tubulaire	1	2	51	59	64	76	73	70	66	60	108	108	91	BS 5228
Libération de l'air sous pression	1	2	89	88	85	69	68	64	56	54	110	110	93	Olsen 2008 / Behrens 2006
Niveau de puissance acoustique combiné (L_{WA}, dB(A))											121	121	116	

L'étape du forage horizontal														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Moteur de forage (diesel)	1	60	114	112	105	106	102	99	92	86	105	105	103	SGEIS 2012 / URS 2012
Générateur	3	50	51	59	64	76	73	70	66	60	81	86	83	FHWA 2006 / BS 5228
Système d'entraînement de foreuse	1	100	51	59	64	76	73	70	66	60	97	97	97	SGEIS 2012 / BS 5228
Treuil de forage	1	100	110	105	108	104	94	94	84	78	92	92	92	SGEIS 2012 / BS 5228
Triple tamis	1	100	51	59	64	76	73	70	66	60	107	107	107	SGEIS 2012 / BS 5228
Chargeuse	1	40	117	113	108	105	101	97	93	86	111	111	107	FHWA 2006 / BS 5228
camion pompage (cimentage)	1	20	111	100	97	101	102	100	95	89	111	111	104	FHWA 2006 / BS 5228
camion transport	1	40	111	100	97	101	102	100	95	89	113	113	109	FHWA 2006 / BS 5228
camion test de pression	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
camion de diagraphies	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
camion de carottage	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
Camion de « fishing operation »	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
camion de diesel	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
camion eau potable	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
camion eaux usées	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
camions de déblais	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
Préparation et le nettoyage tubulaire	1	2	51	59	64	76	73	70	66	60	108	108	91	BS 5228
libération de l'air sous pression	1	2	89	88	85	69	68	64	56	54	110	110	93	Olsen 2008 / Behrens 2006
Niveau de puissance acoustique combiné (L_{WA}, dB(A))											121	121	116	

Equipment pour la fracturation														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Camions pompe	13	17	121	127	110	109	108	106	98	83	114	125	118	Encan 2011 / SGEIS 2011
Séparateur à gaz	1	17	51	59	64	76	73	70	66	60	100	100	93	BS 5228
Treuil	1	30	110	105	108	104	94	94	84	78	107	107	102	BS 5228
Grue	1	50	108	104	99	91	92	91	84	78	102	102	99	BS 5228
Derrick de service	1	50	110	105	108	104	94	94	84	78	104	104	101	BS 5228
Niveau de puissance acoustique combiné (L_{WA}, dB(A))											116	126	118	

Essaie														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
L'essai a le puits (exploration)	1	intermittent	78	79	80	82	83	85	90	85	93	93	intermittent	URS 2012
L'essai a la station centrale (fabrication)	1	intermittent	105	110	105	95	90	95	105	100	108	108	intermittent	URS 2012

Retour de fluide et traitement														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Camion d'eau	2	40	109	110	95	100	99	102	101	94	117	120	116	FHWA 2006 / BS 5228
Séparateur à gaz	1	17	51	59	64	76	73	70	66	60	100	100	93	BS 5228
Camion	2	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	111	107	FHWA 2006 / BS 5228
Niveau de puissance acoustique combiné (L_{WA}, dB(A))											118	121	117	
Élimination des déchets														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Camions d'eau	2	40	109	110	95	100	99	102	101	94	117	120	116	FHWA 2006 / BS 5228
Tracteur sur pneus (Dozer)	2	40	103	107	105	105	102	99	93	85	114	117	113	FHWA 2006 / BS 5228
Chargeuse	2	40	117	113	108	105	101	97	93	86	111	114	110	FHWA 2006 / BS 5228
Excavatrice	2	40	115	112	108	109	106	103	97	95	113	116	112	FHWA 2006 / BS 5228
Camions	2	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	111	107	FHWA 2006 / BS 5228
Niveau de puissance acoustique combiné (L_{WA}, dB(A))											120	123	120	
La réhabilitation du site avant production (puits ou station centrale)														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Niveleuse	1	40	119	118	114	110	115	109	105	96	117	117	113	FHWA 2006 / BS 5228
Chargeuse	1	40	117	113	108	105	101	97	93	86	111	111	107	FHWA 2006 / BS 5228
Excavatrice	1	40	115	112	108	109	106	103	97	95	113	113	109	FHWA 2006 / BS 5228
Camion	2	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	111	107	FHWA 2006 / BS 5228
Niveau de puissance acoustique combiné (L_{WA}, dB(A))											120	120	116	

Construction du gazoduc: Préparation du site, nettoyage et nivelage														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Camion	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
Chargeuse	1	40	117	113	108	105	101	97	93	86	111	111	107	FHWA 2006 / BS 5228
Décapeuse	1	40	110	100	99	97	97	98	82	82	102	102	98	URS 2012 / BS 5228
Niveleuse	1	40	119	118	114	110	115	109	105	96	117	117	113	FHWA 2006 / BS 5228
Tracteur sur pneus (Dozer)	1	40	103	107	105	105	102	99	93	85	114	114	110	FHWA 2006 / BS 5228
Niveau de puissance acoustique combiné (L_{WA}, dB(A))											120	120	116	
Construction du gazoduc: tranchées, mise en place des conduits														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Sciage de la roche	1	20	100	117	109	108	108	110	114	113	118	118	111	URS 2012 / BS 5228
Excavatrice	1	40	115	112	108	109	106	103	97	95	113	113	109	FHWA 2006 / BS 5228
Camion	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
Grue	1	50	108	104	99	91	92	91	84	78	102	102	99	BS 5228
Niveau de puissance acoustique combiné (L_{WA}, dB(A))											120	120	114	
Construction du gazoduc: soudage des conduits														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Meuleuse portable	1	20	85	79	80	88	98	105	101	101	108	108	101	URS 2012 / BS 5228
Générateur	1	50	103	100	95	96	98	94	90	88	101	101	98	URS 2012 / BS 5228
Soudage compresseur	1	40	111	114	108	103	97	95	90	84	105	105	101	URS 2012 / BS 5228
Compresseur d'air	1	40	111	114	108	103	97	95	90	84	105	105	101	URS 2012 / BS 5228
Niveau de puissance acoustique combiné (L_{WA}, dB(A))											112	112	107	

Construction du gazoduc: test de pression														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Générateur	1	50	103	100	95	96	98	94	90	88	101	101	98	URS 2012 / BS 5228
Compresseur d'air	1	40	111	114	108	103	97	95	90	84	105	105	101	URS 2012 / BS 5228
Niveau de puissance acoustique combiné (L_{WA}, dB(A))											107	107	103	
Construction du gazoduc: remplissage														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Camion	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
Excavatrice	1	40	115	112	108	109	106	103	97	95	113	113	109	FHWA 2006 / BS 5228
Chargeuse	1	40	117	113	108	105	101	97	93	86	111	111	107	FHWA 2006 / BS 5228
Niveleuse	1	40	119	118	114	110	115	109	105	96	117	117	113	FHWA 2006 / BS 5228
Niveau de puissance acoustique combiné (L_{WA}, dB(A))											120	120	116	
Construction du gazoduc: réhabilitation du site														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Niveleuse	1	40	119	118	114	110	115	109	105	96	117	117	113	FHWA 2006 / BS 5228
Chargeuse	1	40	117	113	108	105	101	97	93	86	111	111	107	FHWA 2006 / BS 5228
Excavatrice	1	40	115	112	108	109	106	103	97	95	113	113	109	FHWA 2006 / BS 5228
Camion	1	40	113	102	106	101	101	102	95	91	108	108	104	FHWA 2006 / BS 5228
Niveau de puissance acoustique combiné (L_{WA}, dB(A))											120	120	116	

Opération du puits														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
- pompe à eau 60kW (avec encoffrement) - moteur électrique, génératrice diesel (avec encoffrement et silencieux)	1	100	99	98	83	82	73	69	76	68	85	85	85	URS 2012
- pompe à eau 60kW (avec encoffrement) branchée au réseau électrique	1	100	75	80	70	70	74	74	77	61	81	81	81	URS 2012

Opération de Station centrale														
Source de bruit	No.	U (%)	Le niveau de puissance (dB re 1 pW) par la fréquence de la bande d'octave (Hz)								(a)	(b)	(c)	Source
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Première phase de compression de gaz														
Compresseur à vis (13TJ)	13	100	95	100	101	99	103	109	107	98	113	124	124	URS 2012
Moteur électrique - 2000hp	13	100	94	96	97	97	97	102	92	85	105	116	116	URS 2012
Unité de ventilation (Ventilateurs à l'entrée et la sortie)	13	100	113	112	109	104	101	94	90	84	106	117	117	URS 2012
Deuxième phase de compression de gaz														
Compresseurs alternatifs (30TJ)	5	100	106	111	110	108	111	116	113	106	120	127	127	URS 2012
Moteur électrique - 5500hp	5	100	97	99	100	100	103	103	95	88	108	114	114	URS 2012
Unité de ventilation (3 ventilateurs, à l'entrée et à la sortie)	5	100	116	115	112	107	104	97	93	87	109	116	116	URS 2012
Niveau de puissance acoustique combiné (L_{WA}, dB(A))											122	129	129	

ANNEXE 7 Revue des paramètres influençant la propagation sonore

Les paramètres influençant la propagation du son à l'extérieur peuvent être divisés en deux catégories : les effets constants dans le temps tels que la distance, le type de sol et la topographie, et les effets qui varient dans le temps tels que les effets atmosphériques.

Effet de distance, du sol et de la topographie

Le niveau sonore généré par une source à un point récepteur est entre autres fonctions :

- De la distance par rapport à la source aussi appelée dispersion géométrique;
- Des réflexions au sol et sur les bâtiments;
- Des effets de diffraction sur les obstacles : bâtiment, écran et topographie.

Ces effets sont aujourd'hui relativement bien connus et différentes formulations ont été proposées pour les quantifier.

Effet de dispersion géométrique

Lorsque les dimensions de la source de bruit sont petites en comparaison de la distance séparant un point récepteur et la source de bruit, la source de bruit est considérée comme étant une source ponctuelle ou point source. Le niveau sonore diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la source ponctuelle. Cette atténuation est de 6 dB par *doublement de distance*². Cette atténuation par la distance fait en sorte que les niveaux de bruit diminuent rapidement dans les premiers mètres proches de la source, mais qu'à 1 km, il faut atteindre un deuxième kilomètre pour réduire de 6 dB.

Lorsqu'il s'agit d'une source ponctuelle en déplacement, on obtient une source linéique qui émet des fronts d'onde cylindriques et concentriques. Dans ce cas, l'atténuation du niveau sonore linéique est de 3 dB par doublement de distance³ pour une source linéaire de longueur infinie.

² Cette atténuation, quelquefois appelée dispersion géométrique, vient du fait que l'amplitude de l'onde sonore se disperse dans les trois directions de l'espace comme la surface d'une sphère.

³ Dans le cas de la source linéique, la dispersion géométrique de l'amplitude de l'onde sonore se disperse dans l'espace comme la surface d'un cylindre.

Tableau A. 1 Variation des niveaux sonores pour l'effet de dispersion géométrique (source ponctuelle vs source linéique)

Distance	Niveau dB pour une source ponctuelle	Niveau dB pour une source linéique
125 m	90	90
250 m	84	87
500 m	78	86
1 km	72	83
2 km	66	80

À l'effet de la dispersion géométrique (ou distance) s'ajoute celle de l'*absorption* moléculaire dans l'atmosphère (à ne pas confondre avec les effets atmosphériques). Cette absorption est fonction de la distance, de la fréquence de la température et du taux d'humidité. À titre d'exemple, le Tableau A. 2 donne cette atténuation de 0,4 dB/km à 125 Hz, 10 °C, et 70 % d'humidité. Peu significative à courte distance, elle peut le devenir à grande distance. Ce phénomène d'atténuation est bien connu et évalué dans la plupart des modèles.

Tableau A. 2 Absorption moléculaire dans l'atmosphère (tableau tiré de ISO 9613-2, Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre)

Température °C	Humidité relative %	Coefficient d'atténuation atmosphérique α , dB/km							
		Fréquence centrale nominale, Hz							
		63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
10	70	0,1	0,4	1,0	1,9	3,7	9,7	32,8	117
20	70	0,1	0,3	1,1	2,8	5,0	9,0	22,9	76,6
30	70	0,1	0,3	1,0	3,1	7,4	12,7	23,1	59,3

Effet de réflexion au sol et sur les bâtiments

L'effet du type de sol peut apporter des variations significatives des niveaux sonores selon que le sol est acoustiquement réfléchissant (telle qu'une étendue d'eau ou de béton) ou plus absorbant (neige, gazon). Le type de sol peut apporter des variations de + 6 à -20 dB.

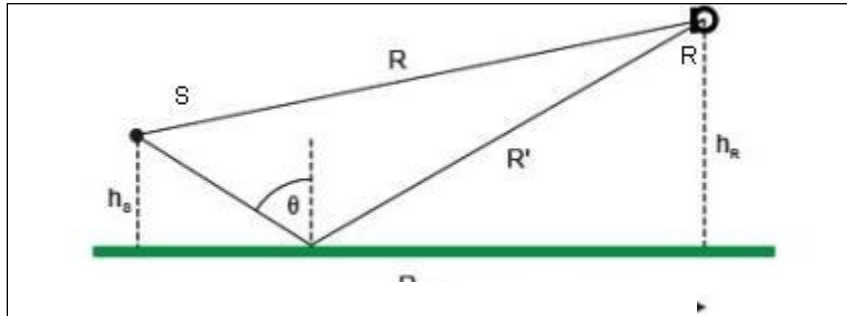


Figure 10 : Effet du type de surface sur la réflexion de l'onde sonore

Comme illustré à la Figure 10, la réflexion de l'onde sur le sol (ou autre surface réfléchissante) augmente ou diminue le niveau sonore en fonction des propriétés acoustiques de la surface.

Dans les modèles de propagation les plus précis, le type de surface au sol peut être divisé en différentes catégories telles qu'elles sont décrites au

Tableau A. 3. Dans ces catégories, on peut également inclure les effets d'atténuation par la végétation lors de la propagation au travers d'une forêt (Figure 11).

Tableau A. 3 : Catégories utilisées pour différencier les types de sol dans les modèles avancés de propagation sonore à l'extérieur

Neige
Sol très spongieux
Gazon fourni, herbe dense
Sol de forêt, pâturage
Terre compactée, surface caillouteuse
Chemin de terre et caillou compacté
Surface dure (asphalte, béton) et étendue d'eau

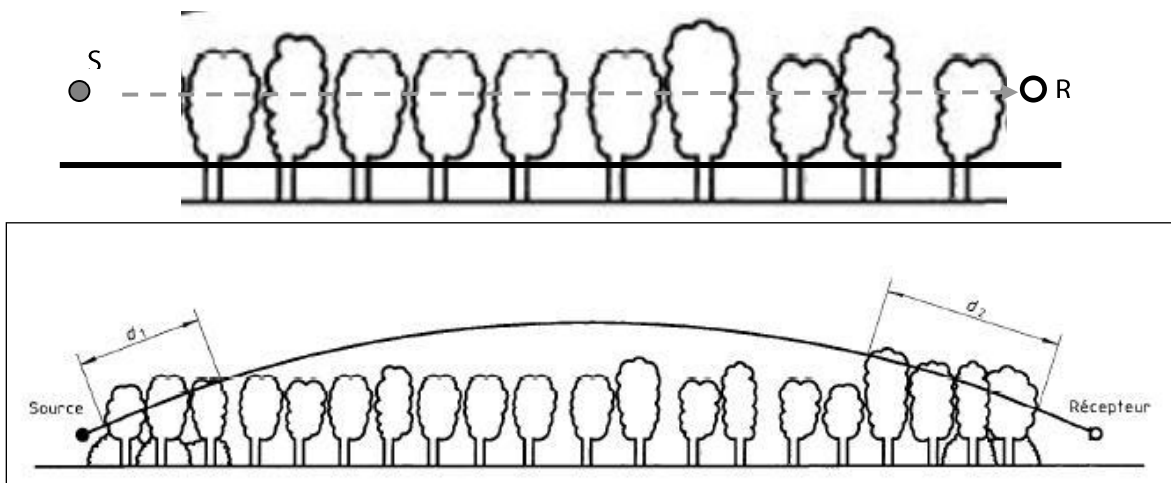


Figure 11 : Atténuation provenant de la propagation au travers d'une forêt

Effet de diffraction (sur bâtiment, écran et topographie)

Lorsqu'une onde acoustique rencontre un obstacle, une partie de cette onde contourne cet obstacle, ce phénomène est appelé diffraction.

Pour les configurations simples (bâtiment ou écran droit de grandeur finie), le calcul de diffraction est bien connu et pris en considération dans la majorité des logiciels. Dans des configurations typiques avec un bâtiment ou un écran acoustique entre la source et le récepteur, la diffraction apporte des atténuations variant de 0 à -20 dB. Cette atténuation par diffraction peut toutefois être plus importante selon la hauteur de l'obstacle et les distances source-obstacle et obstacle-récepteur. Pour un obstacle tel qu'une montagne, la diffraction peut être beaucoup plus importante.

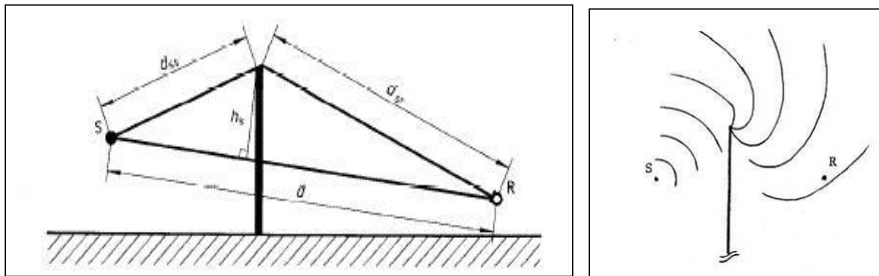


Figure 12 : Schéma d'une onde acoustique contournant un obstacle

Pour les configurations plus complexes telles que des écrans multiples avec différentes formes pour représenter la topographie d'un terrain accidenté (Figure 13), le calcul est évidemment beaucoup plus complexe. Seuls quelques logiciels permettent aujourd'hui de prendre en compte ces effets de façon relativement représentative.

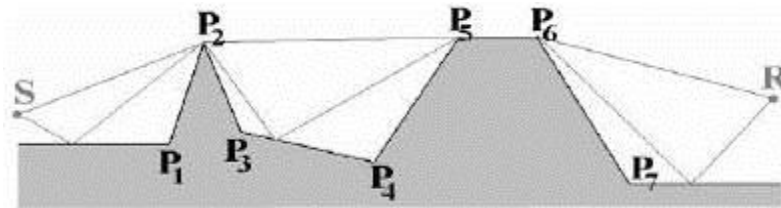


Figure 13 : Schématisation de la propagation avec variation topographique (réf. Technical Report Harmonoise)

Effets atmosphériques

Au-delà d'une centaine de mètres, les niveaux de **bruit générés par** une source varient selon les conditions atmosphériques et, plus spécifiquement, selon les conditions de vent (amplitude et orientation) et la stratification thermique (température de l'air en fonction de la hauteur).

Effet du vent

Dans le cas du vent, la vitesse de l'air s'ajoute à la vitesse de la propagation de l'onde sonore. La vitesse du vent près du sol étant plus faible qu'en hauteur (Figure 14), dans le cas d'un vent orienté dans l'axe de propagation source-récepteur (cas communément appelé vent « portant »), la vitesse résultante du front d'onde est plus importante en hauteur que près du sol. L'onde sonore est alors courbée vers le bas, le terme technique pour ce changement de direction est la réfraction sonore.

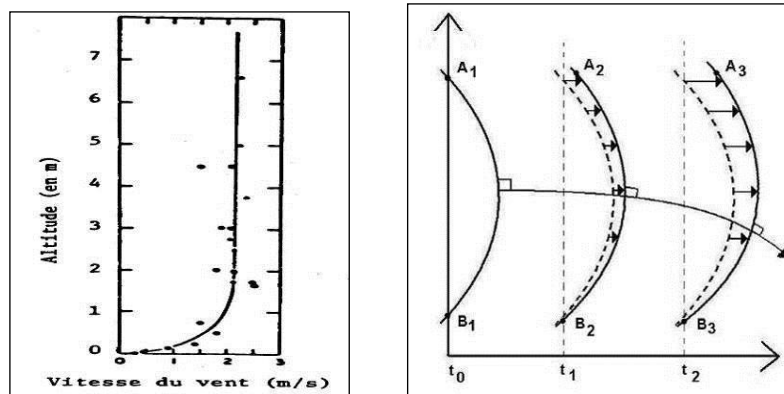


Figure 14 : Effet de la vitesse du vent sur les ondes sonores

Comme illustré à la Figure 14, la vitesse du vent s'ajoute à la vitesse du son et le vent étant plus fort en hauteur, les fronts d'onde sonore sont alors courbés vers le sol.

À moyenne et à grande distance, des rayons sonores qui normalement se propageraient vers la haute atmosphère sont rabattus vers le sol, ce qui augmente le nombre de rayons (c'est-à-dire le nombre d'ondes sonores) arrivant au sol (Figure 15). Il en résulte une augmentation des niveaux de bruit par rapport à ceux obtenus en atmosphère « neutre ».

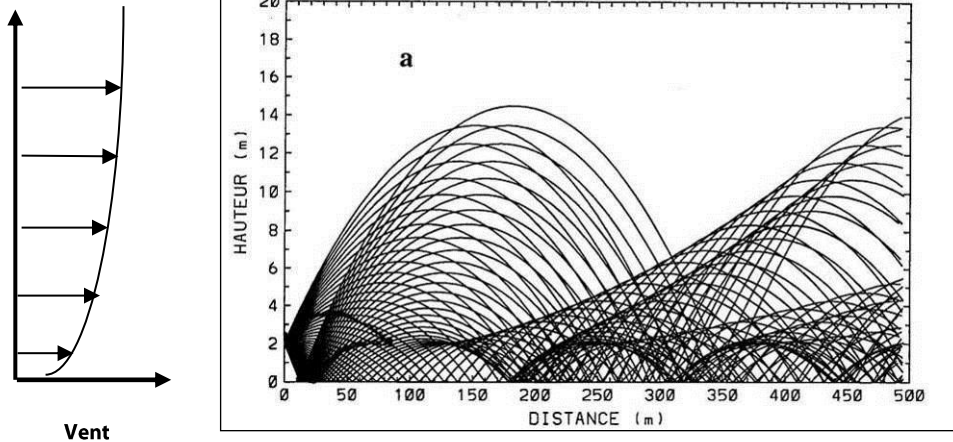


Figure 15 : Schématisation des trajets sonores par vent portant

À l'inverse, lorsque le vent souffle du récepteur vers la source (cas du vent « contraire »), le front d'onde près du sol se propage plus rapidement que le front d'onde en hauteur. Les ondes acoustiques sont alors déviées vers le ciel (Figure 16). À partir d'une certaine distance de la source, aucun rayon sonore ne peut directement atteindre les récepteurs au sol. Il se crée une *zone d'ombre acoustique* où les niveaux de bruit sont significativement réduits par rapport à ceux présents en atmosphère « neutre ».

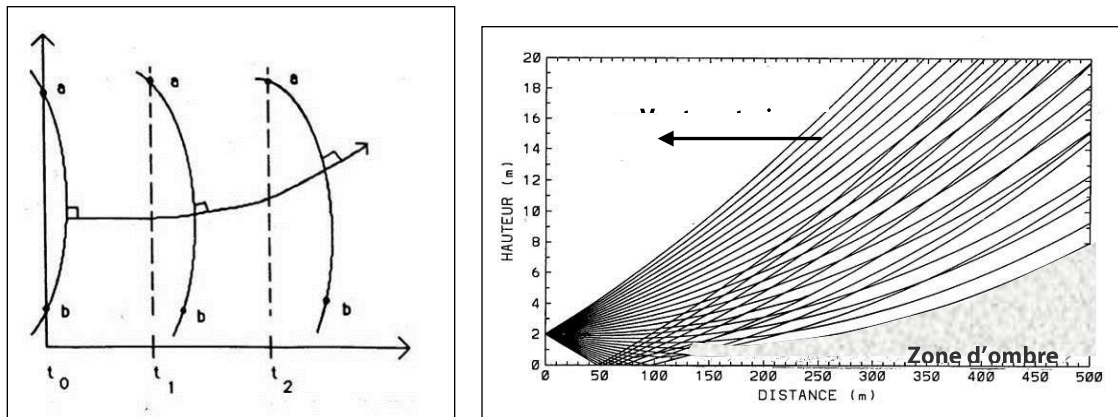


Figure 16 : Schéma des rayons sonores par vent contraire

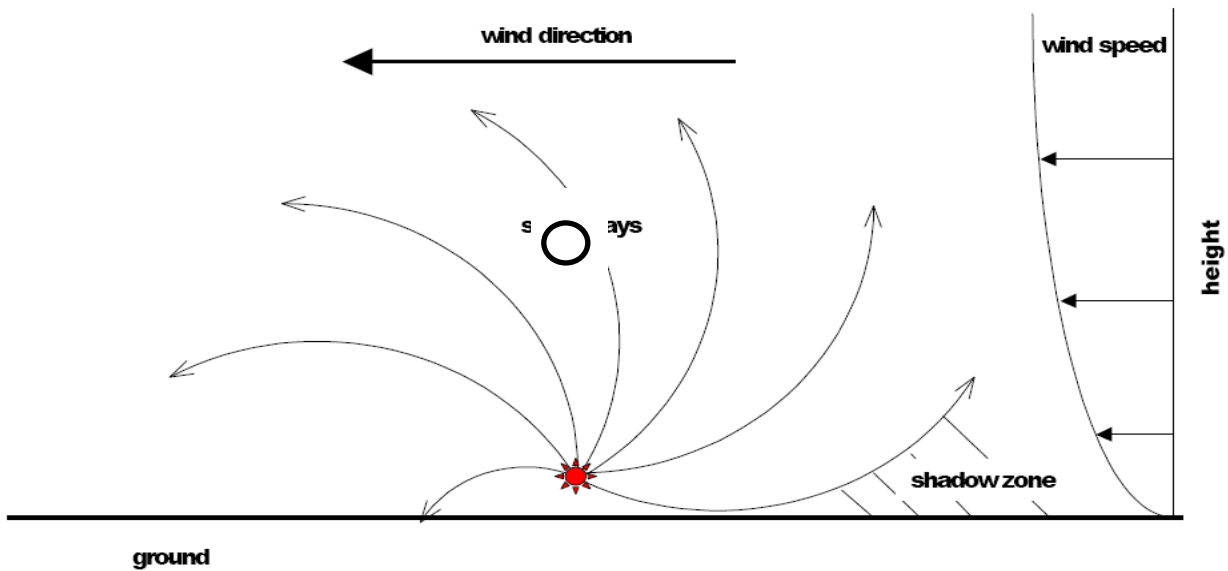


Figure 4.2. Sound propagation in presence of wind.

Figure 17 : Propagation sonore en présence de vent : pour les récepteurs en amont de la source par rapport au vent, les niveaux de bruit diminuent; en aval, ils augmentent.

Effet de gradient thermique

Suivant la force de rayonnement du soleil, la température de l'air varie en fonction de la hauteur par rapport au sol. À titre d'exemple, la Figure 18 présente des profils de température à différents moments de la journée.

Or la vitesse de propagation du son dans l'air est fonction de la température ($V_{\text{son}}(T) = 340 \cdot \sqrt{1 + T/273}$), si la température au sol est plus importante qu'en hauteur, le front d'onde sonore avance plus vite à la surface du sol. Le front d'onde devient courbé vers le ciel. Ici aussi, il y a réfraction (changement de direction de l'onde sonore).

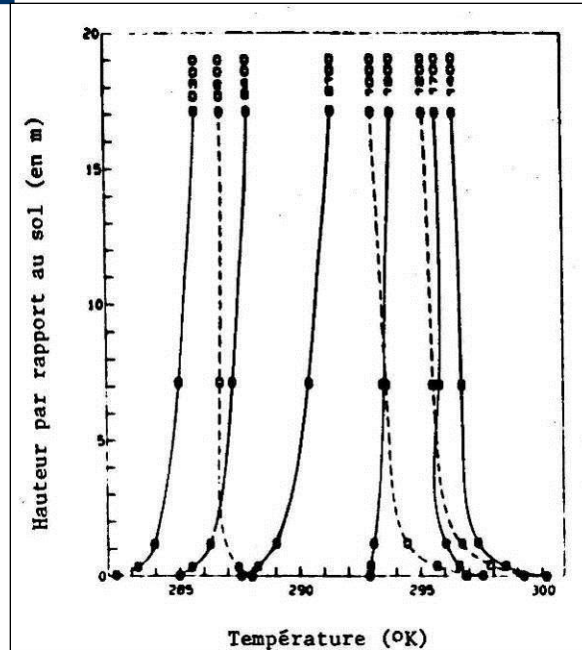


Figure 18 : Profils de température à différents moments de la journée

Ainsi, le jour, lorsque l'ensoleillement est important et que la température près du sol devient plus élevée, les rayons sonores sont courbés vers le haut et les niveaux de bruit à quelques centaines de mètres de la source sont plus faibles qu'en condition neutre (Figure 19 A).

Le soir et la nuit, la température de l'air en hauteur devient plus élevée que celle près du sol. Ainsi, à cause de la stratification thermique, les ondes sonores peuvent être courbées vers le sol (Figure 19 B) et il y a augmentation des niveaux de bruit. Ce phénomène est couramment appelé inversion thermique.

Il est à noter que, contrairement aux effets du vent, les effets de la température sont indépendants de la direction de propagation. Ainsi, le soir lorsqu'il y a augmentation des niveaux de bruit due à un gradient thermique (ou *inversion thermique*), celle-ci se fait sentir dans toutes les directions autour de la source.

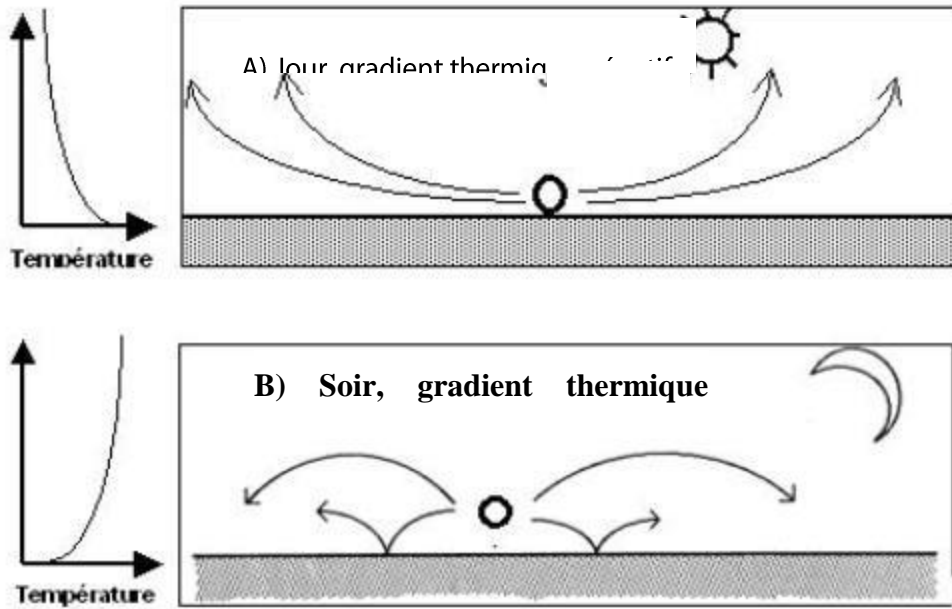


Figure 19 : Schémas de la propagation des ondes sonores pour un gradient thermique positif (le jour) et négatif (le soir)

Gradient de célérité résultant du vent et de la température

Dans la pratique, les effets du vent et de la température se combinent pour donner le profil de célérité dans une direction de propagation donnée. Le profil de célérité global résultant de la direction de propagation détermine l'importance de la réfraction et de l'augmentation des niveaux de bruit dans cette direction.

Par définition, le profil de célérité dans une direction donnée a un *gradient de célérité positif* lorsque les rayons sonores sont courbés vers le sol, créant ainsi une condition de propagation sonore *favorable*.

Si le *gradient de célérité est négatif*, les rayons sonores sont courbés vers le ciel, ce qui tend à réduire les niveaux de bruit, créant ainsi une *condition de propagation sonore défavorable*.

Les variations des niveaux de bruit dues au vent ne sont pas présentes tous les jours, car elles ne prennent évidemment place que lorsqu'il y a du vent. Quant aux variations de bruit dues aux effets thermiques, elles sont plus accentuées en été, puisqu'en hiver la neige a pour effet de réduire les effets de stratification thermique.