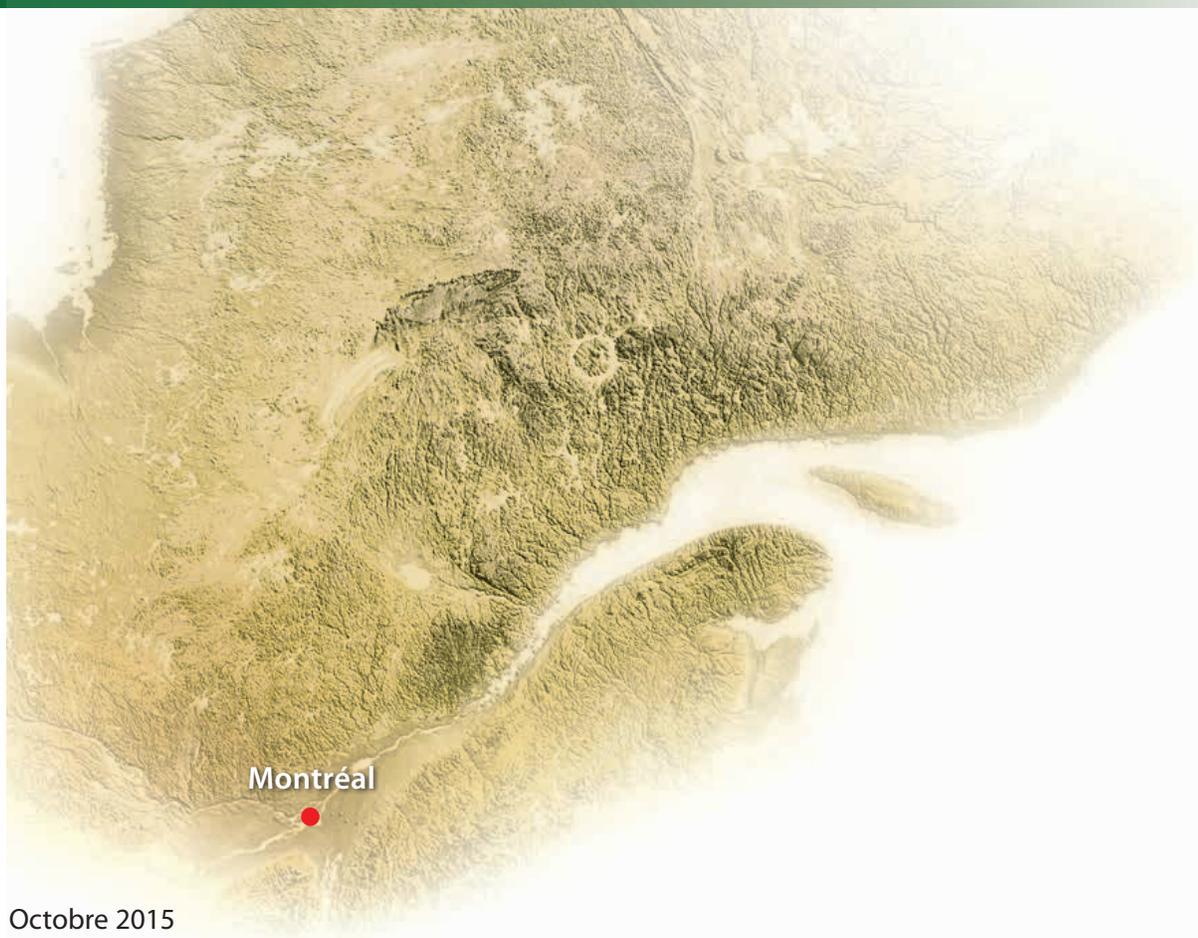


Poste Saint-Jean à 315-25 kV et ligne d'alimentation à 315 kV

Complément de l'étude d'impact sur l'environnement

Réponses aux questions et commentaires du
Ministère du Développement durable, de l'Environnement
et de la Lutte contre les changements climatiques



Octobre 2015

Poste Saint-Jean à 315-25 kV et ligne d'alimentation à 315 kV

Complément de l'étude d'impact sur l'environnement

Réponses aux questions et commentaires
du ministère du Développement durable, de l'Environnement
et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec

Hydro-Québec TransÉnergie
Octobre 2015

Ce document complète l'étude d'impact sur l'environnement et répond aux questions formulées par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec dans le cadre de l'analyse de recevabilité de l'étude d'impact relative au projet de poste Saint-Jean à 315-25 kV et de ligne d'alimentation à 315 kV. Cette analyse s'inscrit dans le cadre de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement prévue à la section IV.1 de la Loi sur la qualité de l'environnement.

Le présent document a été réalisé par Hydro-Québec TransÉnergie et Hydro-Québec Équipement et services partagés avec la collaboration de la direction – Communications d'Hydro-Québec.

Avant-propos

Ce document répond aux questions formulées par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec (MDDELCC) aux fins de l'analyse de recevabilité de l'étude d'impact sur l'environnement relative au projet *Poste Saint-Jean à 315-25 kV et ligne d'alimentation à 315 kV*. Cette analyse s'inscrit dans le cadre de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement prévue à la section IV.1 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*.

L'étude d'impact, qui est en voie d'être complétée par le dépôt des réponses aux questions, a pour objectif de permettre aux autorités compétentes de décider d'autoriser ou non le projet, en prenant en considération les impacts que le projet pourrait avoir sur l'environnement.

Hydro-Québec s'est efforcée de répondre le plus complètement possible aux questions du MDDELCC. Il peut cependant arriver que certaines informations ne soient pas encore connues d'Hydro-Québec et qu'elles ne puissent pas être utilisées dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement, puisque ces informations ne seront disponibles qu'après l'ingénierie détaillée. Ces informations seront transmises en temps et lieu au MDDELCC pour lui permettre de délivrer les autorisations sectorielles requises.

Afin de faciliter le travail des analystes, nous avons conservé la structure du document *Questions et commentaires pour le projet de poste Saint-Jean à 315-25 kV et ligne d'alimentation à 315 kV sur le territoire de la municipalité de Dollard-Des Ormeaux par Hydro-Québec* (dossier 3211-11-115). Nous avons également conservé le libellé des questions et des commentaires qui nous ont été transmis, chacun étant suivi de la réponse, de la correction ou de la précision demandée.



Table des matières

Avant-propos	iii
Situation du projet	iv
3 Description du projet	1
■ QC-1	1
■ QC-2	1
■ QC-3	2
■ QC-4	2
■ QC-5	2
■ QC-6	3
■ QC-7	3
■ QC-8	4
■ QC-9	4
■ QC-10	5
■ QC-11	5
■ QC-12	5
8 Description du milieu	6
Section 8.3 – Milieu naturel	6
■ QC-13	6
■ QC-14	9
■ QC-15	9
Section 8.4 – Milieu humain	9
■ QC-16	9
9 Impacts et mesures d'atténuation	10
Section 9.4 – Impacts liés à la conversion du poste Saint-Jean à 315-25 kV	10
■ QC-17	10
■ QC-18	11
■ QC-19	12
■ QC-20	13
Section 9.5 – Impacts liés à la construction de la ligne à 315 kV projetée	14
■ QC-21	14
■ QC-22	15
■ QC-23	15
■ QC-24	16
11 Plan préliminaire des mesures d'urgence	19
■ QC-25	19
12 Surveillance et suivi environnementaux	19
■ QC-26	19
■ QC-27	20

■ QC-28	20
■ QC-29	21
Divers.....	21
■ QC-30	21

Figures

QC-13-1 Emplacement du marécage par rapport à la ligne à 315 kV.....	7
QC-24-1 Champs électriques produits par la ligne à 120 kV existante et la ligne à 315 kV projetée	17
QC-24-2 Champs magnétiques produits par la ligne à 120 kV existante et la ligne à 315 kV projetée	18

Cartes

QC-13-1 Emplacement du marécage par rapport à l'aire des travaux.....	8
---	---

Annexes

QC-23

- Norme TET-ENV-N-CONT001
- Procédure TET-ENV-P-CONT002
- Procédure TET-ENV-P-CONT003

QC-25

- Schéma de communication
- Direction principale – Projets de transport et construction

3 Description du projet

■ QC-1

L'option de la ligne à 315 kV souterraine n'a pas été retenue par Hydro-Québec. L'étude d'impact mentionne que, dans le cadre du projet, des lignes souterraines sont prévues (travaux connexes). Veuillez préciser pourquoi cette technologie est retenue pour ces lignes, mais pas pour la nouvelle ligne à 315 kV.

Réponse

Les choix relatifs aux modifications de la ligne à 120 kV répondent aux impératifs techniques suivants :

- Libérer l'espace de terrain nécessaire à la construction du nouveau poste Saint-Jean étant donné l'exigence de maintenir en opération tout au long des travaux le poste existant 120-12kV, ce qui est réalisable uniquement via une alimentation aérosouterraine.
- Offrir les dégagements électriques (espacements d'isolation) requis entre les diverses lignes d'alimentation pour implanter à l'entrée du poste la nouvelle ligne d'alimentation à 315 kV, ainsi que pour le bâtiment de manœuvre et de commande du nouveau poste.
- Tenir en compte les multiples interconnexions actuellement présentes (lignes de distribution, lignes à 120 kV et lignes à 315 kV) à l'entrée du poste et le fait que le bâtiment et les postes de liaison aérosouterraine doivent être construits dans l'emprise de la ligne à 120 kV existante.

■ QC-2

Serait-ce possible d'enfouir la nouvelle ligne à 315 kV entre le boulevard De Salaberry et le poste des Sources ? Quelles seraient les difficultés et les contraintes ? Quels seraient les coûts ?

Réponse

À tous les égards, l'option d'enfouissement de la ligne à 315 kV ne respecte pas les critères économiques et environnementaux d'Hydro-Québec. Sur le plan technique, l'enfouissement de la nouvelle ligne à 315 kV entre le boulevard De Salaberry et le poste des Sources, soit sur une distance d'environ 1 km, serait beaucoup plus complexe. Cette démarche impliquerait un empiètement en bordure de l'emprise sous le boulevard De Salaberry (obligation de construire deux massifs distincts enfouis en parallèle) et la mise en place de structures imposantes pour l'implantation des composantes établissant les liaisons aérosouterraines à 315 kV dans l'emprise de la ligne au droit du boulevard Salaberry, sous réserve de la faisabilité. Enfin, l'évaluation paramétrique des coûts projetés d'enfouissement de la nouvelle ligne à

315 kV entre le boulevard De Salaberry et le poste des Sources s'établit à 27,4 M\$ (sur une base de 80 ans).

De fait, comme il est mentionné à la section 2.3 de l'étude d'impact, la capacité de transit d'une ligne souterraine est inférieure à celle d'une ligne aérienne et sa durée de vie est évaluée à environ la moitié de celle d'une ligne aérienne, soit une quarantaine d'années plutôt que 80 ans.

■ QC-3

La construction du nouveau poste nécessiterait l'agrandissement du site d'accueil vers le boulevard De Salaberry sur une superficie d'environ 4 500 m². Vous mentionnez que vous avez l'intention de faire l'acquisition d'une partie du terrain où se trouve l'emprise actuelle. À qui appartient ce terrain ? Est-ce que l'acquisition est déjà effectuée ou avez-vous entrepris les négociations ?

Réponse

Le terrain requis pour l'agrandissement du poste appartient à la Ville de Dollard-Des Ormeaux, dont l'administration a été informée des intentions d'Hydro-Québec relativement à l'acquisition du terrain. Des démarches seront entreprises au cours des prochains mois pour l'obtention des droits de propriété.

■ QC-4

En quoi la figure 3-3 illustre les propos du haut de la page 3-8 ?

Réponse

Le texte du haut de la page 3-8 indique que les travaux de déboisement dans l'emprise de la future ligne à 315 kV seront limités aux arbres qui excèdent 2,5 m à maturité. La figure 3-3 complète cette information et montre la distance à respecter entre la présence d'arbres matures, sans spécifier leur hauteur, et l'axe central de la future ligne à 315 kV (environ 21 m). La même information est indiquée pour la ligne à 120 kV (environ 15 m), bien que celle-ci ne concerne pas le présent projet.

■ QC-5

Pouvez-vous estimer le nombre de travailleurs qui serait requis lors des travaux ?

Réponse

Pour la construction du nouveau bâtiment de commande et l'exécution des travaux de génie civil, il faut prévoir un maximum d'environ 45 travailleurs pour la période de juin à novembre 2017. La construction de la ligne à 315 kV nécessitera un maximum de 40 travailleurs en période de pointe, soit en septembre 2017. Pour l'ensemble du

projet et de la durée des travaux, l'effectif moyen mensuel au chantier sera d'environ 40 travailleurs.

■ QC-6

De quelle manière devrait être effectué le déboisement nécessaire au projet (techniques utilisées, mesures de protection et d'atténuation, etc.) ? Comment allez-vous disposer des arbres et des arbustes coupés ?

Réponse

Puisqu'il s'agit de déboisement en zone urbaine, le déboisement sera effectué manuellement, soit sans engin forestier. Les arbres possédant une valeur commerciale pourront être récupérés par l'entrepreneur. Tous les débris ligneux résultant des opérations de coupe ainsi que les arbustes et les arbres de petit calibre seront déchiquetés. L'entrepreneur disposera des copeaux dans un site autorisé préalablement approuvé par le représentant d'Hydro-Québec et en fournira la preuve. Il est à noter que les frênes seront intégralement déchiquetés indépendamment de leur grosseur (aucune récupération de tige) afin d'éviter l'accélération de la propagation de l'agrile du frêne.

■ QC-7

Selon votre estimation, la superficie à défricher et à déboiser serait d'environ 0,14 ha pour le poste et à environ 0,16 ha pour la ligne. La superficie perdue pour le projet totaliserait donc environ 0,3 ha, mais comprendrait des friches herbacées. Étant donné le faible taux de boisement sur l'île de Montréal, l'importance des milieux boisés et des arbres pour la biodiversité de même que le bien-être des citoyens, un effort doit être fait pour conserver les boisés et les arbres. Dans les cas où cela ne serait pas possible, la plantation d'arbres d'une superficie équivalente à celle perdue devra être préconisée. Cette compensation devra être réalisée dans la municipalité visée par cette problématique. Les arbres pourront être plantés dans le cadre des aménagements paysagers prévus. Les arbres morts ou moribonds devront être remplacés.

Réponse

Les travaux de déboisement prévus consistent uniquement en une régularisation des empiétements arbustifs non conformes à l'exploitation de la ligne dans le corridor existant. Les plantations ornementales qu'Hydro-Québec souhaite réaliser en collaboration avec la ville de Dollard-Des Ormeaux représenteraient des superficies arbustives largement supérieures à celles où aura lieu un défrichage et un déboisement. Des essences d'arbres et arbustes compatibles avec l'exploitation de la ligne seraient intégrées aux aménagements paysagers. Enfin, les aménagements paysagers prévus au périmètre du poste, qui ont pour but d'harmoniser l'intégration de cette infrastructure dans son milieu d'accueil, comprendraient également la plantation d'arbustes décoratifs.

■ QC-8

Dans les sections 3.6.4 et 9.6.3, l'étude d'impact indique que « le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC ou IARC en anglais) affilié à l'Organisation mondiale de la santé (OMS) n'a pas classifié l'exposition aux champs électriques de fréquences extrêmement basses comme agent cancérigène ». Or, l'évaluation exacte du CIRC concernant les champs électriques d'extrêmement basses fréquences est « inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme ». Cependant, les champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences sont classés « peut-être cancérigènes pour l'homme » par le CIRC. En effet, cette organisation juge que les preuves de la cancérogénicité des champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences face à la leucémie chez l'enfant sont « limitées » (IARC, 2002)^[1]. Il vaudrait mieux que ces mentions soient corrigées afin de refléter les classifications exactes de ces deux types de champs par l'IARC.

Réponse

Les observations et les études effectuées jusqu'ici sur les champs électriques ne mettent pas en cause l'innocuité de ceux-ci. Nous souhaitons rappeler que l'exposition aux champs électriques produits par les lignes de transport et de distribution est considérablement réduite en présence d'objets faisant écran (ex. : arbre, mur de bâtiment, etc.). Nous soulignons également que l'exposition aux champs électriques est techniquement difficile à évaluer à cause de l'hétérogénéité des matériaux conducteurs dans l'environnement immédiat des lignes électriques.

■ QC-9

Il est mentionné que la nouvelle ligne à 315 kV occupera l'emprise d'une ligne de même tension démantelée en 1998. Est-ce que les fondations des pylônes de cette ligne sont toujours présentes ? Est-ce que ces fondations seront réutilisées pour la nouvelle ligne ou seront-elles démantelées ?

Réponse

La présence des fondations des pylônes démantelés en 1998 sera validée lors de l'étude géotechnique. Toutefois, ces fondations existantes, le cas échéant, ne seront pas réutilisées car elles ne respectent pas les normes de conception actuelles. Elles seront démantelées et de nouvelles fondations seront mises en place.

[1] IARC, 2002. *Monographies du CIRC sur l'évaluation des risques de cancérogénicité pour l'homme*. International Agency for Research on Cancer. Disponible à l'adresse Internet : <http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

■ QC-10

Veillez préciser le mode de gestion des matières dangereuses résiduelles générées lors des travaux de démantèlement des équipements à 120 kV.

Réponse

Le démantèlement des équipements du poste à 120 kV sera effectué progressivement une fois le projet terminé, soit au-delà de 2020. Il est prévu d'éliminer les matières dangereuses résiduelles dans un lieu autorisé par le Ministère. Hydro-Québec dispose de contrats-cadres avec des centres de traitement dans la région métropolitaine de Montréal. C'est vers ces centres que les sols seront transportés et traités selon la nature du contaminant observé.

■ QC-11

Veillez préciser la qualité des sols utilisés pour l'aménagement des murs coupe-feu et anti-bruit.

Réponse

La nature des sols portant les murs coupe-feu et antibruit ne fait pas l'objet de spécifications particulières. Il est prévu que les sols utilisés pour l'aménagement des murs coupe-feu et antibruit seront de même nature que le remblai normalisé pour la cour du poste et les voies de circulation.

■ QC-12

Nous vous informons que vous devrez présenter une demande d'autorisation (article 32) au cas où un nouveau séparateur d'huile serait installé.

Réponse

Nous prenons bonne note de cet avis. Hydro-Québec entend agir en conformité à la réglementation applicable pour tout ce qui concerne ses équipements.

8 Description du milieu

Section 8.3 – Milieu naturel

■ QC-13

La zone à l'étude de ce projet comporte très peu de milieux naturels et encore moins de milieux humides. Ainsi, un maximum d'efforts doit être fait afin de ne pas affecter directement ou indirectement ces milieux précieux, dont notamment le marécage arborescent de frênes rouges situé au coin de la rue de l'Hôtel-de-Ville et du boulevard De Salaberry. Toutefois, le projet tel que présenté propose d'utiliser des sites déjà existants ainsi que l'emprise de ligne électrique qui les relie à l'heure actuelle. L'étude d'impact indique que cette emprise ne semble pas empiéter sur le marécage puisqu'elle en est séparée par un fossé remblayé, en indiquant toutefois que les perturbations de la végétation liées à l'entretien et le remblayage du fossé compliquent la délimitation du milieu humide. Vous devrez transmettre un rapport de caractérisation incluant notamment a) une délimitation précise du marécage par un inventaire au terrain et b) une description de la portion de l'emprise adjacente (végétation, drainage, etc.). La caractérisation devra permettre de valider les limites du marécage arborescent et de vérifier si le milieu humide s'étend jusque dans l'emprise de la ligne électrique ciblée par le projet. À ce sujet, nous vous référons aux critères du guide *Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional*, daté de juillet 2014.

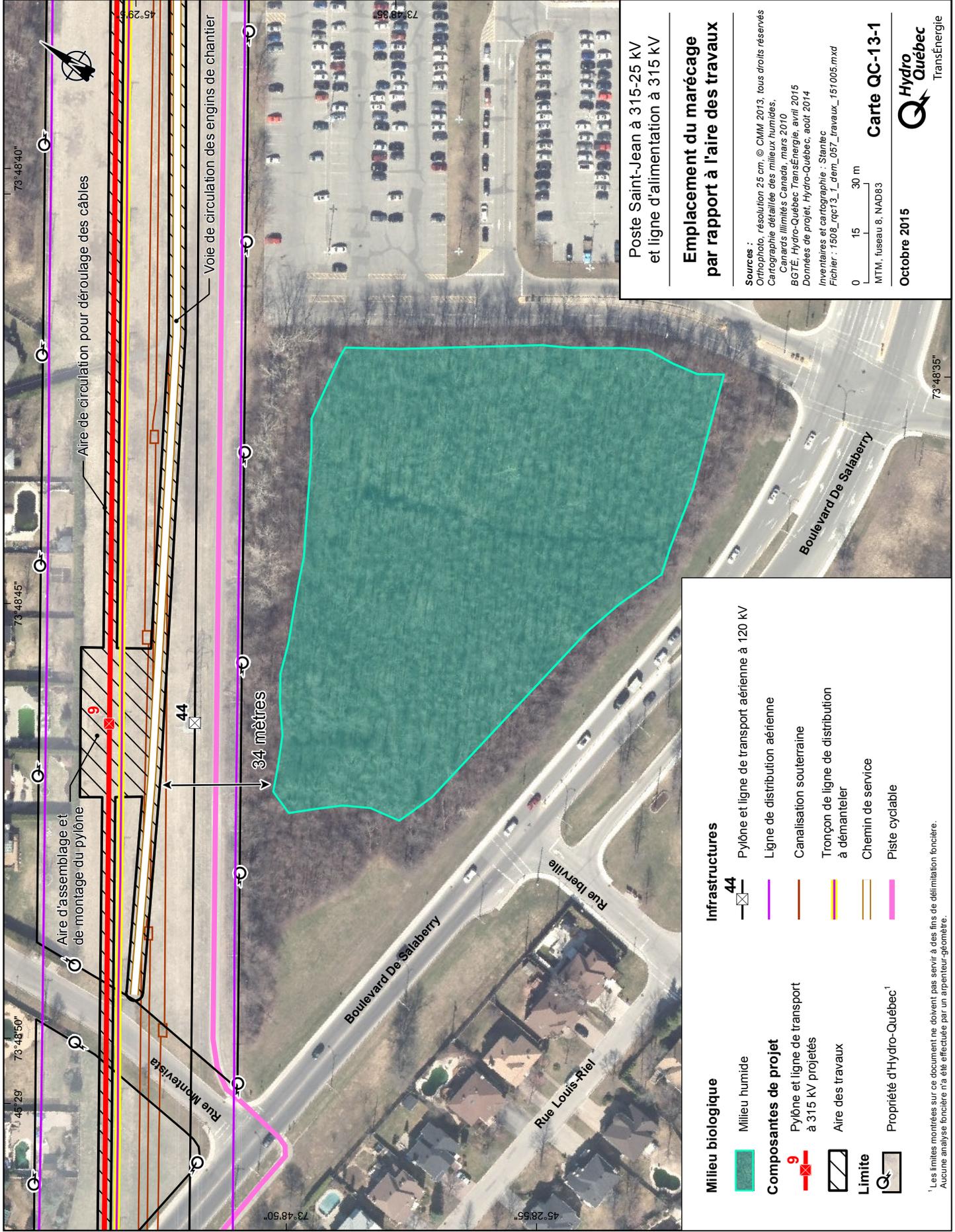
Réponse

Hydro-Québec partage le point de vue du Ministère concernant la valeur des milieux humides et l'importance de leur préservation, particulièrement dans les endroits où ils sont peu abondants.

Comme il est indiqué dans le libellé de la question, les aires de travaux qui seront utilisées lors de la construction de la ligne se situeront entièrement à l'intérieur de l'emprise existante, sans empiétement dans le marécage existant. Outre la présence du fossé qui crée une séparation physique entre le corridor de la ligne et le marécage, il est à noter que le marécage est situé du côté de la ligne à 120 kV (voir la figure QC-13-1 et la carte QC-13-1). Aucun engin ne devrait circuler du côté de la ligne à 120 kV opposé à celui de la ligne à 315 kV dans le cadre du présent projet puisque celui-ci ne prévoit aucune activité dans ce secteur. Aucun accès aux aires de travaux ne sera aménagé en bordure de ce marécage compte tenu de sa situation par rapport aux aires de travaux et de l'abondance relative d'accès existants au corridor de la ligne à 315 kV. À la lumière de ce constat, Hydro-Québec ne juge pas pertinent de produire un rapport de caractérisation du marécage arborescent comme le demande le Ministère.

Figure QC-13-1 : Emplacement du marécage par rapport à la ligne à 315 kV





Poste Saint-Jean à 315-25 kV
et ligne d'alimentation à 315 kV

**Emplacement du maréage
par rapport à l'aire des travaux**

Sources :
 Orthophoto, résolution 25 cm, © CMM 2013, tous droits réservés
 Cartographie détaillée des milieux humides,
 Canadas limités Canada, mars 2010
 BGTE, Hydro-Québec TransÉnergie, avril 2015
 Données de projet, Hydro-Québec, août 2014
 Inventaires et cartographie - Stantec
 Fichier : 1508_rpc13_1_dem_051_travaux_151005.mxd

0 15 30 m
 MTM, fuseau 8, NAD83

Carte QC-13-1

Octobre 2015



Infrastructures

- 44** Pylône et ligne de transport aérienne à 120 kV
- Ligne de distribution aérienne
- Canalisation souterraine
- Tronçon de ligne de distribution à démanteler
- Chemin de service
- Piste cyclable

Milieu biologique

- Milieu humide

Composantes de projet

- 9** Pylône et ligne de transport à 315 kV projetés
- Aire des travaux
- Propriété d'Hydro-Québec¹

¹ Les limites montrées sur ce document ne doivent pas servir à des fins de délimitation foncière. Aucune analyse foncière n'a été effectuée par un arpenteur-géomètre.

■ QC-14

Dans l'étude de caractérisation phase I, vous devez inclure le paramètre dioxines et furannes dans la liste des paramètres à analyser. Il s'agit d'un des paramètres recommandés à l'annexe IX du Guide de caractérisation des terrains pour un poste de transformation d'électricité.

Réponse

Nous convenons que les dioxines et les furannes font partie de la liste des composés à analyser selon l'annexe IX du Guide de caractérisation des terrains pour un poste de transformation d'électricité. Toutefois, les études environnementales réalisées lors de projets antérieurs montrent que la présence de dioxines et de furannes dans les sols de surface est associée à l'entreposage ou à l'utilisation de poteaux en bois traité ou aux suites de l'incendie ou de l'explosion d'un appareil à bain d'huile contenant ou ayant contenu des biphényles polychlorés (BPC). Aucune de ces sources potentielles de dioxines et de furannes n'est répertoriée au poste St-Jean, du fait qu'on n'y a jamais utilisé ni entreposé des poteaux en bois traité et qu'aucun incendie ou explosion d'un appareil à bain d'huile ne s'y est jamais produit. C'est pourquoi ce paramètre n'a pas été analysé lors de l'étude de caractérisation et que nous ne jugeons pas nécessaire de faire un suivi de ces composés lors des travaux d'excavation au poste St-Jean.

■ QC-15

Envisagez-vous de nous transmettre les résultats de la caractérisation environnementale des sols en place qui sera effectuée dans le cadre de l'étude géotechnique prévue pour l'été 2015 ?

Réponse

La caractérisation des sols en place est actuellement prévue pour le printemps de 2016. Le Ministère recevra, s'il le souhaite, une copie électronique du rapport de caractérisation.

Section 8.4 – Milieu humain

■ QC-16

Selon le ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire (MAMOT), outre le Plan métropolitain d'aménagement et de développement (PMAD) dont il est question dans la section 8.4.1, l'étude d'impact devrait se référer au Schéma d'aménagement et de développement (SAD) de l'agglomération de Montréal ainsi qu'aux règlements d'urbanisme de la Ville de Dollard-Des Ormeaux,

notamment le plan d'urbanisme et le règlement de zonage. Il est à noter que le SAD a récemment fait l'objet d'une refonte complète, afin d'assurer la concordance au PMAD.

Réponse

Nous prenons bonne note de cette précision.

9 Impacts et mesures d'atténuation

Section 9.4 – Impacts liés à la conversion du poste Saint-Jean à 315-25 kV

■ QC-17

À la page 3-9 de l'étude d'impact, il est mentionné que vous ne prévoyez pas réutiliser les sols excavés. Il est prévu de transporter ces déblais à l'extérieur du site. Dans le bas de la page 9-4, il est question d'environ 30 000 m³ de déblais-remblais pour le poste. Pouvez-vous préciser les quantités de déblais et de remblais ? Quel devrait être le volume de déblais à être transporté hors du site des travaux ? Pouvez-vous préciser les destinations possibles, les trajets, les moyens de transport utilisés et les mesures d'atténuation qui seraient mis en place ? Les mêmes questions s'appliquent également pour la ligne. À la page 9-29, il est question de 6 000 m³ de déblais-remblais.

Réponse

Les études géotechniques indiquent que les sols de l'emplacement du poste Saint-Jean sont constitués de façon générale d'un mélange de sable, de silt et de gravier avec des traces d'argile. Il n'est effectivement pas prévu de réutiliser ces sols jugés impropres aux fins de construction du projet. Toutefois, une partie de ces sols pourrait être récupérée pour le remblayage des excavations si ceux-ci respectent les critères de gestion des sols contaminés du MDDELCC ainsi que les critères d'utilisation aux fins de remblayage. Une autre partie de ces sols pourrait également être affectée à la réalisation d'aménagements paysagers au périmètre du poste.

La quantité de déblai énoncée dans l'étude d'impact est une estimation sommaire basée sur la superficie agrandie (4 500 m²) du poste et sur une profondeur théorique d'excavation pouvant atteindre six mètres par endroits. Il est prévu de transporter tous les déblais hors des aires de travaux, à l'exception des quantités réutilisables aux fins du remblayage et des aménagements paysagers. Le volume précis des déblais à transporter hors du site des travaux est inconnu actuellement.

Pour les sols contaminés, les destinations envisagées sont des centres de traitement à Montréal-Nord et à Sainte-Sophie, à 35 et 60 km, respectivement, du poste Saint-Jean projeté.

La nouvelle ligne qui relierait le poste St-Jean au poste des Sources serait constituée de quatre pylônes d'ancrage et de sept pylônes de suspension. On estime sommairement le volume de sols excavés à 900 m³ par pylône d'ancrage (3 600 m³ au total) et à 320 m³ par pylône de suspension (2 240 m³ au total). Des caissons seront mis en place pour supporter les futurs pylônes. Comme dans le cas du poste, les déblais produits par les travaux de construction de la ligne à 315 kV ne devraient pas être réutilisés. Une partie des sols excavés pourrait toutefois être récupérée pour le remblayage des excavations, dans la mesure où elle respecte les critères d'utilisation à cette fin, ainsi que pour la réalisation des aménagements paysagers.

Puisque la nature précise des sols excavés n'est pas connue actuellement de même que l'envergure des aménagements paysagers à convenir avec la ville de Dollard-des-Ormeaux, Hydro-Québec ne peut fournir davantage de précisions sur le volume de déblais susceptible d'être réutilisé en lien avec le projet.

Les mesures d'atténuation mises en place pour les travaux de terrassement et le transport des déblais seront des mesures d'atténuation courantes couvertes par les *Clauses environnementales normalisées* d'Hydro-Québec, telles que les suivantes :

- disposer dès le début des travaux d'au moins une trousse d'intervention d'urgence sur le site même des travaux ;
- limiter au strict nécessaire le décapage, le déblaiement, l'excavation, le remblayage et le nivellement des aires de travail, respecter la topographie naturelle et prévenir l'érosion ;
- maintenir le matériel en bon état de fonctionnement et inspecter celui-ci tous les jours pour s'assurer qu'il n'y a pas de fuite de contaminants ;
- protéger les bordures et la surface de roulement des chemins asphaltés et veiller à leur propreté ;
- utiliser les chemins d'accès uniquement durant les heures normales de travail ;
- assurer, pour toute la durée des travaux, l'entretien et le nettoyage des voies de circulation utilisées et prendre les mesures nécessaires pour ne pas nuire à la circulation des autres utilisateurs ;
- protéger les voies de circulation asphaltées ou bétonnées pendant les manœuvres des engins à chenilles ;
- limiter les émissions de poussières générées par la circulation du matériel.

■ QC-18

Est-ce que le projet respectera les balises recommandées par le MDDELCC pour le climat sonore en phase de construction (politique sectorielle « Limites et lignes

directrices préconisées par le MDDEP relativement aux niveaux sonores provenant d'un chantier de construction ») ?

Réponse

Le poste Saint-Jean est situé dans un secteur urbanisé. Il est longé par les boulevards Saint-Jean et de Salaberry. Les zones sensibles au bruit les plus proches du poste à 315-25 kV projeté sont constituées des résidences situées à l'est du poste.

Le respect des *Clauses environnementales normalisées* d'Hydro-Québec et la mise en œuvre des mesures d'atténuation particulières décrites dans l'étude d'impact sur l'environnement (section 9.4.2.1, p. 9-13) permettront d'atténuer l'impact des travaux sur l'environnement sonore des riverains. Plus particulièrement, la mesure d'atténuation P9 précise que, à moins de circonstances exceptionnelles, les travaux de construction du nouveau poste se dérouleront du lundi au vendredi de 7 h à 19 h, période durant laquelle le bruit résiduel d'un secteur urbanisé est le plus élevé.

Ces dispositions feront en sorte que les « Lignes directrices relativement aux niveaux sonores provenant d'un chantier de construction industriel » émises par le MDDELCC (version du 27 mars 2015) seront généralement respectées dans les zones sensibles au bruit les plus proches. Il n'est toutefois pas exclu que certaines activités spécifiques, telles que l'excavation et le compactage dynamique, génèrent sporadiquement des niveaux sonores supérieurs aux limites préconisées par le MDDELCC. L'application de la mesure d'atténuation P8 décrite dans le rapport d'étude (section 9.4.2.1, p. 9-14) permettra de recueillir les demandes des citoyens quant au bruit des travaux. Chacune de ces demandes sera analysée par un ingénieur acousticien d'Hydro-Québec et, s'il y a lieu, toutes les mesures raisonnables et faisables seront prises par Hydro-Québec pour que l'entrepreneur respecte les « lignes directrices » du MDDELCC.

■ QC-19

Est-ce que les mesures d'atténuation particulières P14 à P16 demeureront en place après le démantèlement du poste à 120 kV ?

Réponse

Les dispositifs prévus pour les mesures d'atténuation P14 et P16 seront démantelés en même temps que les équipements de la section à 120 kV étant donné que leur fonction est d'atténuer le bruit émis par ces équipements existants durant la phase initiale du projet. Par contre, le mur acoustique décrit dans la mesure d'atténuation P15 sera conservé.

■ QC-20

Dans votre analyse, aucun terme correctif n'a été retenu. Le niveau d'évaluation LAR est ainsi équivalent au niveau LAeq. Malgré le fait que le critère pour définir un bruit à caractère tonal ne ressort pas lors de l'analyse en tiers d'octave, nous considérons, par mesure de précaution, qu'un terme correctif de 5 dB devrait être appliqué. En effet, le bruit émis par un poste électrique est exclusivement composé de composantes tonales bien définies (voir figure 1). Il est démontré que certaines de ces composantes tonales attirent l'attention à faible intensité, même à plus de 1 300 m (figure 2), et créent par le fait même des nuisances. Nous vous demandons donc d'évaluer la possibilité d'ajouter des mesures d'atténuation supplémentaires afin de tenir compte d'un niveau d'évaluation bonifié de 5 dB.

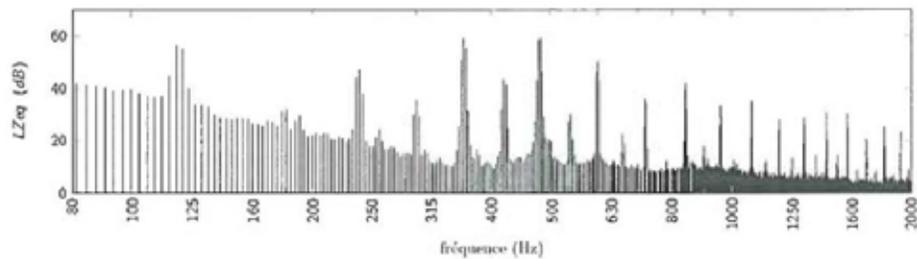


Figure 1– Spectre obtenu à 10 m d'un poste électrique 315 – 25 kV

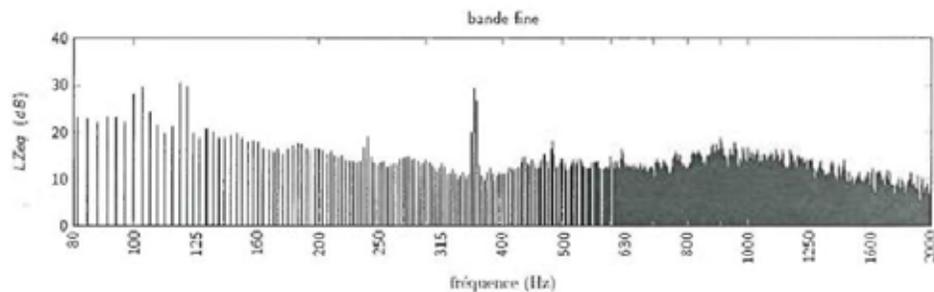


Figure 2– Spectre du poste de la figure 1 obtenu à 1300 m. Notez que le poste était audible à cette distance.

Réponse

Pour statuer sur la présence d'un bruit à caractère tonal (terme correctif $K_T = +5$), les modalités de la note d'instructions du MDDELCC sont basées sur le principe de bande de fréquence dite « émergente ». Il est donc nécessaire de considérer non seulement le bruit particulier (bruit du poste) mais aussi le bruit résiduel, qui dépend de l'environnement du secteur. Pour que l'ambiance sonore soit jugée « à caractère tonal », la contribution du bruit particulier doit être suffisamment importante pour faire « émerger » une bande de fréquence du bruit ambiant. Dans un secteur urbanisé

comme celui où se trouve le poste Saint-Jean, le bruit résiduel est élevé (minimum de 46 dBA la nuit). Ce bruit résiduel élevé limite l'émergence des tons purs émis par les équipements du poste et masque en quelque sorte le bruit du poste.

Inversement, dans un cas comme celui qui est représenté à la figure 2 ci-dessous, le bruit résiduel de la zone sensible semble très faible (ex. : zone rurale isolée très calme). Un tel environnement sonore très calme permet l'émergence de la bande de fréquence de 360 Hz émise par le poste, de sorte que le bruit du poste peut être audible à 1 300 m. Ce cas de figure n'est toutefois pas comparable à celui du poste Saint-Jean.

De plus, les mesures d'atténuation particulière P14 à P16 décrites dans l'étude d'impact sur l'environnement (section 9.4.2.1, p. 9-17), permettent de limiter le niveau de bruit anticipé à la limite des résidences riveraines du poste à 40 à 42 dBA (points d'évaluation B, C, D et E du tableau 6-1, p. E-29), soit 4 à 6 dBA en dessous du seuil établi pour ces zones sensibles (46 dBA). Ces 4 à 6 dBA constituent une « marge de sécurité » qui nous semble adéquate dans le contexte du projet.

Section 9.5 – Impacts liés à la construction de la ligne à 315 kV projetée

■ QC-21

Le troisième paragraphe de la section 9.5.5 ne mentionne que la phase d'exploitation. De plus, à la page 9-35, l'évaluation de l'impact résiduel en phase de construction ne semble pas avoir été faite.

Réponse

Le premier paragraphe de la section 9.5.5 mentionne que le corridor de la ligne est occupé essentiellement de friches herbacées fauchées régulièrement et que le seul déboisement requis porte sur les empiétements de terrains résidentiels dans l'emprise. Les travaux de déboisement lors de la phase de construction ne feront que régulariser les empiétements (occupation illégale de l'emprise). Dans les faits, le corridor de la ligne et les critères d'exploitation demeurent inchangés. Nous avons donc considéré qu'il n'y a pas d'impact réel sur la végétation terrestre en phase de construction puisque les activités de déboisement prévues consisteront à régulariser la situation de l'emprise existante.

Cela dit, l'impact des arbres à abattre lors de la construction est discuté à la section 9.6 « Impacts sur le milieu humain » puisque ce sont les résidents riverains qui subiront l'impact de l'enlèvement des arbres à proximité de leur résidence si ceux-ci ne sont pas compatibles avec l'exploitation de la ligne. On mentionne à la

section 9.6.1 que pour les résidents qui le souhaiteront, une revégétalisation des abords de leur clôture avec des essences compatibles avec l'exploitation de la ligne à 315 kV pourra être réalisée.

■ QC-22

À la section 9.5.6, vous mentionnez que le milieu dans lequel s'inscrit le projet est fortement perturbé par des activités humaines, ce qui réduit la qualité des habitats pour la faune. Or, ces habitats perturbés sont des habitats typiques pour la couleuvre brune, une espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable. L'emprise de la ligne à construire constitue, tel que démontré par les inventaires réalisés dans le cadre de l'étude d'impact, un habitat de qualité pour cette espèce. Plusieurs autres postes ont subi des travaux de mise à niveau sur l'île de Montréal. Certains de ceux-ci comprenaient également des habitats de la couleuvre brune. La sensibilisation des travailleurs sur le chantier à la présence de la couleuvre brune a permis, au poste Henri-Bourassa, de retrouver un spécimen de couleuvre brune sur le chantier et de le transférer à l'extérieur du chantier. Pouvez-vous vous engager à réaliser cette même sensibilisation auprès des travailleurs ?

Réponse

Lors de la rencontre de démarrage des travaux, nous veillerons à sensibiliser le personnel de l'entrepreneur à la présence potentielle de couleuvres brunes et à l'importance de préserver cette espèce.

En outre, des mesures d'atténuation particulières sont prévues en fonction de la présence potentielle de couleuvre brune. En particulier, la mesure P26 stipule que les couleuvres brunes trouvées seront capturées et relâchées dans le parc du Centenaire William-Cosgrove.

■ QC-23

Dans l'étude d'impact, pour l'évaluation du bruit de la ligne projetée en exploitation, vous faites mention de trois documents : la norme TET-ENV-N-CONT001, la procédure TET-ENV-P-CONT002 et la procédure TET-ENV-P-CONT003. Pouvez-vous nous fournir ces trois documents ?

Réponse

Les documents sont transmis au Ministère en annexe du présent document.

■ QC-24

Les valeurs des champs électriques (CÉ) et des champs magnétiques (CM) ont été calculées à une hauteur de 1 m du sol (annexe B). Or, certaines résidences situées à proximité des lignes à 120 kV et à 315 kV prévues sont des édifices de 2 ou 4 étages. Pouvez-vous recalculer l'exposition au CÉ et au CM pour les résidents qui demeurent le plus près des lignes, en considérant la hauteur réelle de leur logement plutôt que la hauteur de 1 m du sol ?

Réponse

À 24 m du centre de la ligne à 120 kV, du côté des résidences pour personnes âgées, l'intensité du champ électrique des lignes est de l'ordre de 0,05 kV/m à un mètre du sol et elle varie entre 0,05 et 0,1 kV/m selon la hauteur. On observe aussi un effet de pointe à 0,5 kV/m au niveau de la corniche de ces bâtiments. À 55 m du centre de la ligne à 120 kV, du côté des immeubles en copropriété, le champ est de **0,16** kV/m à 1 m du sol et varie entre 0,1 et 0,5 kV/m selon la hauteur. De manière générale, quelle que soit la hauteur, le champ électrique à la limite de l'emprise est inférieur au seuil de 2 kV/m fixé par Hydro-Québec, et il respecte la limite de 4,2 kV/m de l'*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP) affiliée à l'Organisation mondiale de la santé (voir la figure QC-24-1).

À 24 m du centre de la ligne à 120 kV, du côté des résidences pour personnes âgées, l'intensité du champ magnétique des lignes est de l'ordre de **0,34** µT à un mètre du sol et elle varie entre 0,5 et 1 µT selon la hauteur. À 55 m du centre de la ligne à 120 kV, du côté des immeubles en copropriété, le champ magnétique est de **0,17** µT et varie entre 0,2 et 0,5 µT selon la hauteur. De manière générale, le champ magnétique des lignes à haute tension à la limite de l'emprise respecte la recommandation de l'ICNIRP fixant le seuil maximal d'exposition du public à 200 µT (voir la figure QC-24-2).

Figure QC-24-1 : Champs électriques produits par la ligne à 120 kV existante et la ligne à 315 kV projetée

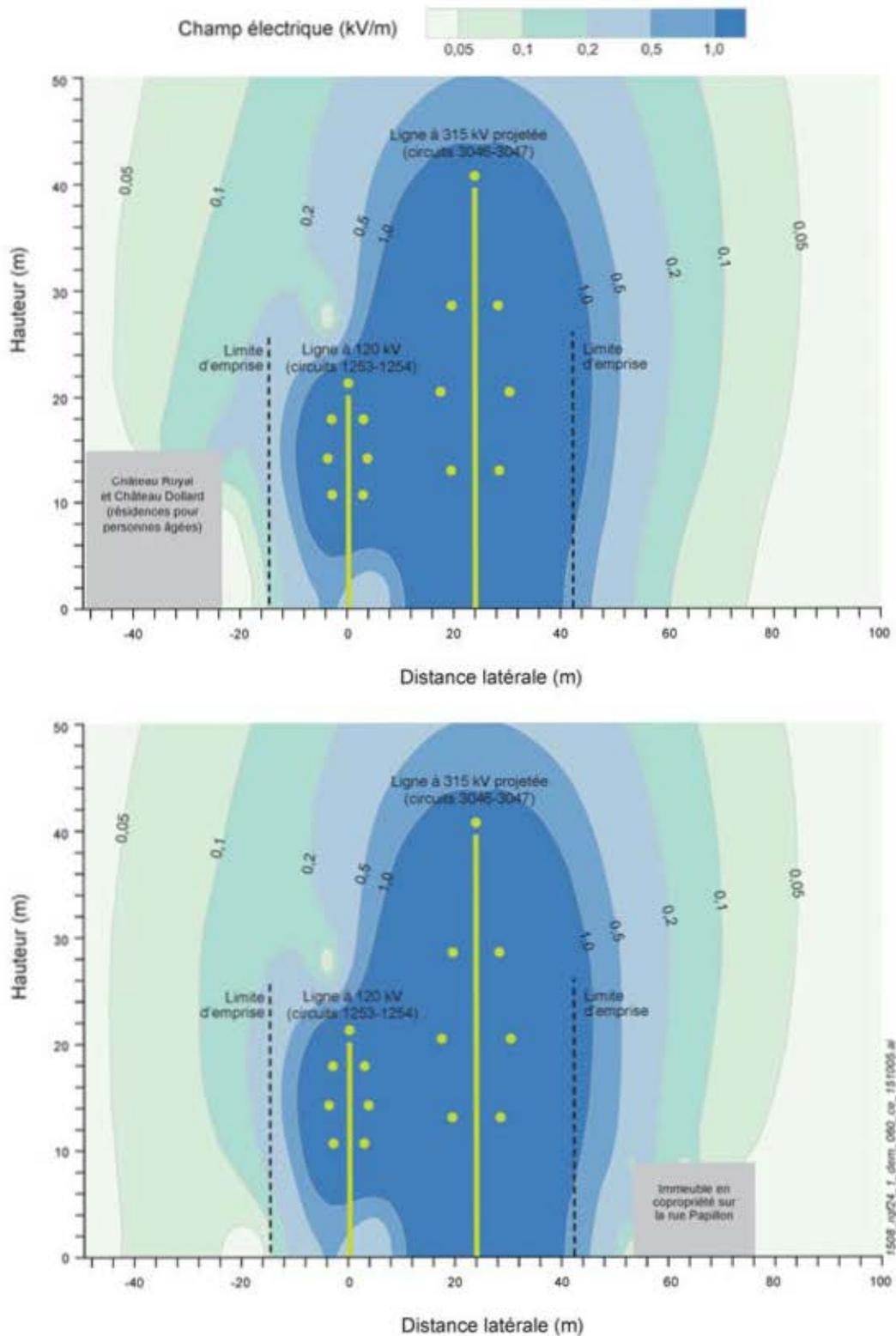
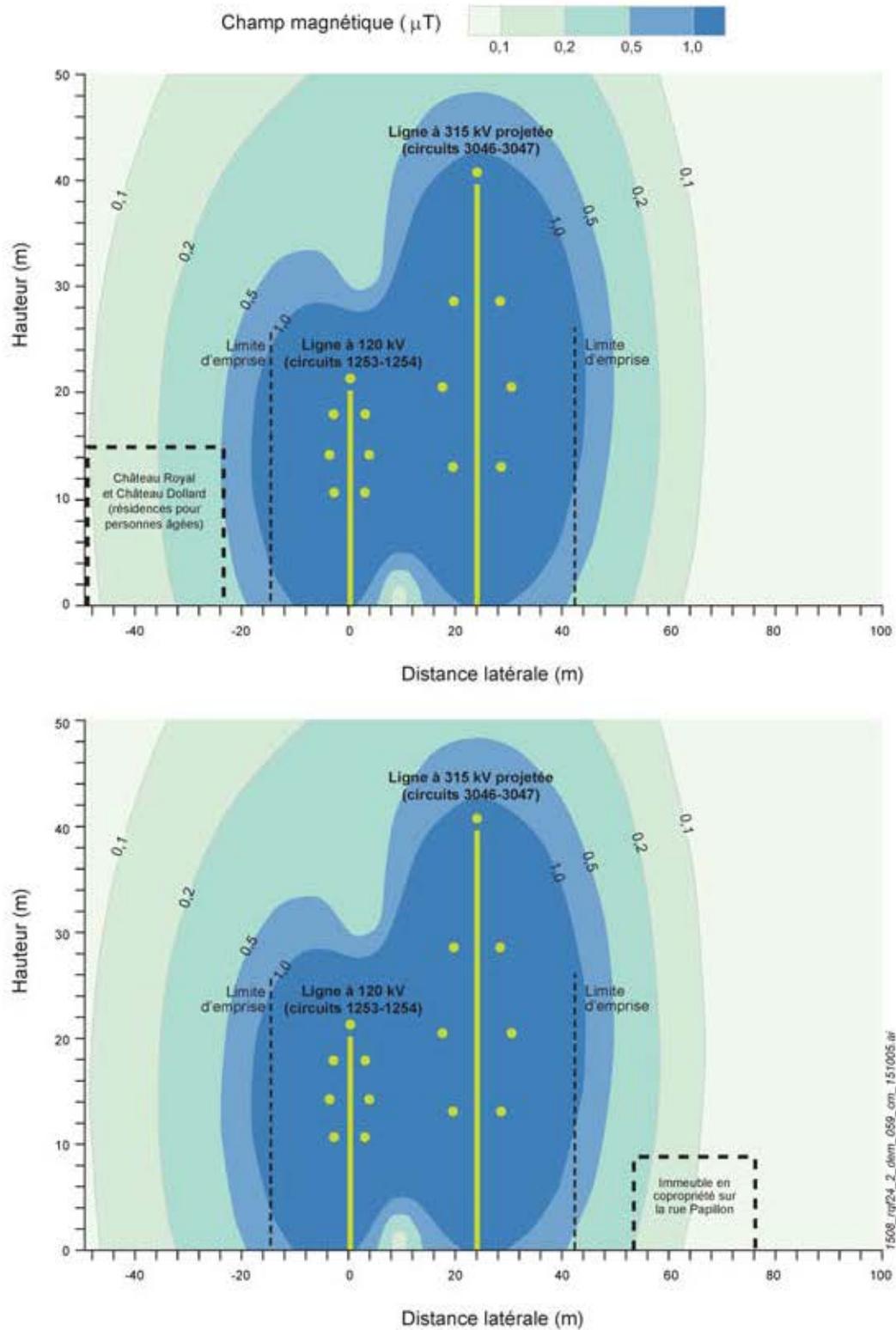


Figure QC-24-2 : Champs magnétiques produits par la ligne à 120 kV existante et la ligne à 315 kV projetée



11 Plan préliminaire des mesures d'urgence

■ QC-25

Le plan des mesures d'urgence doit décrire le lien avec les autorités municipales et, le cas échéant, son articulation avec le plan des mesures d'urgence des municipalités concernées. Il doit aussi inclure les modes de communication avec l'organisation de sécurité civile externe, les moyens à prévoir pour alerter efficacement les personnes menacées par un sinistre, en concertation avec les organismes municipaux et gouvernementaux concernés, ainsi que la formation des intervenants internes et externes.

Réponse

Nous prenons bonne note de ce commentaire. Vous trouverez en annexe un schéma de communication, produit par la Direction principale – Projets de transport et construction, présentant les interventions prévues en cas de déversement accidentel survenant lors de la construction d'une ligne de transport.

12 Surveillance et suivi environnementaux

■ QC-26

Quels sont vos engagements quant à la diffusion des résultats des rapports de la surveillance et des suivis ?

Réponse

Hydro-Québec assure une surveillance environnementale des travaux tout au long de la phase de construction et veille à l'application des mesures d'atténuation générales (*Clauses environnementales normalisées*) ainsi que des mesures d'atténuation particulières précisées dans l'étude d'impact sur l'environnement. Aucun engagement n'est prévu quant à la diffusion des résultats des rapports de surveillance.

Quant au programme de suivi environnemental, compte tenu de la nature du projet et du caractère limité et temporaire des impacts, il n'a pas été jugé nécessaire ni pertinent de réaliser des activités de suivi environnemental autres que le suivi des niveaux sonores. Ces résultats seront communiqués au Ministère.

■ QC-27

Pouvez-vous décrire les mécanismes prévus d'intervention en cas d'observation du non-respect des exigences légales et environnementales ou des engagements de l'initiateur lors du programme de surveillance environnementale ?

Réponse

Hydro-Québec assure une surveillance environnementale des travaux tout au long de la période de construction et l'entrepreneur doit déléguer un responsable de l'environnement sur le terrain pour assurer le respect des normes et des exigences contractuelles pendant la durée du contrat. Ce responsable doit avoir la compétence, l'autonomie et les pouvoirs nécessaires pour exercer ses fonctions. En cas d'infraction constatée aux engagements ou aux exigences légales et environnementales, Hydro-Québec avise l'entrepreneur par écrit lorsqu'elle constate un manquement à ces exigences. Cet avis de non-conformité indique la nature de l'infraction, les travaux correctifs nécessaires et le délai accordé pour les effectuer. Si l'entrepreneur n'apporte pas les correctifs proposés dans le délai prévu, Hydro-Québec se réserve le droit de réaliser les travaux elle-même ou de les confier à une tierce partie, aux frais de l'entrepreneur.

■ QC-28

Pouvez-vous décrire les mécanismes d'intervention prévus en cas d'observation de dégradation imprévue de l'environnement en phase d'exploitation ?

Réponse

Les impacts associés aux postes de transport durant la phase d'exploitation sont peu nombreux et bien maîtrisés. Le système de gestion environnementale d'Hydro-Québec TransÉnergie (conforme à la norme ISO 14001) prévoit divers mécanismes préventifs pour faire en sorte qu'une telle situation ne se présente pas. Les procédures de traitement des plaintes et des non-conformités concernant l'environnement prévoient une analyse par les responsables du poste et les spécialistes en environnement d'Hydro-Québec TransÉnergie, ainsi que l'élaboration d'un plan d'action et la mise en œuvre et le suivi de celui-ci.

■ QC-29

Pouvez-vous fournir plus d'information sur l'échéancier prévu des suivis sonores ?

Réponse

Les périodes de suivi anticipées sont les suivantes :

- Situation future initiale : dans l'année suivant la mise en service des deux transformateurs de puissance T11 et T14 à 315-25 kV, prévue pour le printemps 2019.
- Situation future ultime : dans l'année suivant la mise en service du quatrième transformateur de puissance à 315-25 kV (année précise inconnue car la mise en service des derniers transformateurs sera fonction des besoins de croissance de cette partie de l'ouest de l'île de Montréal).

Divers

■ QC-30

Le ministère de la Culture et des Communications (MCC) tient à rappeler à l'initiateur qu'en vertu de l'article 74 de la Loi sur le patrimoine culturel, il doit être informé de toutes les découvertes, qu'elles surviennent ou non dans le contexte de fouilles et de recherche, de biens ou de sites archéologiques, faites durant les interventions archéologiques de terrain ou lors de travaux subséquents.

Réponse

Hydro-Québec s'assurera de réaliser les interventions archéologiques appropriées et agira en conformité de la réglementation.

Nous prenons en outre bonne note du rappel émis par le Ministère.

Annexe QC-23

- Norme TET-ENV-N-CONT001
- Procédure TET-ENV-P-CONT002
- Procédure TET-ENV-P-CONT003

Norme TET-ENV-N-CONT001



Encadrements complémentaires

Page 1 de 13

Norme		Numéro TET-ENV-N-CONT001	
Titre Bruit audible généré par les postes électriques		Émis le (A M J) 2000-11-30	Révisé le (A M J) 2014-10-08
		En vigueur le (A M J) 2014-11-01	
Unité concernée Direction Plans et soutien opérationnel	Révisé par Blaise Gosselin, ing.	A M J 2014-10-10	
Validé par Véronique Côté, chef Environnement réseau de transport Dominique Chartier, chef Soutien Lignes, civil et environnement	A M J 2014-10-10 2014-10-14	Unité administrative responsable Environnement	
Approuvé par François St-Pierre, directeur Plans et soutien opérationnel 2014/10/17	Processus concerné Assurer la disponibilité et la pérennité du réseau de façon optimale		

Note : Avant d'utiliser ou de reproduire ce document, veuillez-vous assurer qu'il s'agit de la plus récente version en vigueur en vérifiant sur le site intranet de Hydro-Québec TransÉnergie.

Table des matières

1. But	3
2. Champ d'application	3
3. Définitions	3
3.1. Définitions techniques	3
3.2. Autres définitions	4
3.3. Acronymes	5
4. Références	5
4.1. Documents à consulter	5
4.2. Documents à produire	5
5. Considération	6
5.1. Environnement	6
5.2. Sécurité	6
6. Contenu	6
6.1. Critères de bruit	6
6.2. Application des critères de bruit	9
6.2.1. Poste faisant l'objet d'un certificat d'autorisation	9
6.2.2. Postes de 1992 et plus récents	9
6.2.3. Poste faisant l'objet de modification, de remplacement ou de déplacement des équipements	9
6.2.4. Poste faisant l'objet d'addition d'équipements	9

© Hydro-Québec TransÉnergie, 2006

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique, mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit d'Hydro-Québec TransÉnergie.



Encadrements complémentaires

Page 2 de 13

Bruit audible généré par les postes électriques	Numero TET-ENV-N-CONT001
---	------------------------------------

6.2.5.	Poste faisant l'objet de plaintes relatives au bruit	10
6.2.6.	Implantation d'usages sensibles au bruit à proximité d'un poste existant	11
6.2.7.	Implantation d'un nouveau poste dans une zone sensible potentielle	11
6.2.8.	Participation au processus de révision des schémas d'aménagement	11
6.2.9.	Plan de non-vulnérabilité en pérennité	11
6.3.	Évaluation du niveau acoustique d'évaluation	12
7.	Responsabilités	12
7.1.	Responsable de l'implantation	12
7.2.	Responsable de l'application	12
8.	Participation à la rédaction et à la révision	12
Annexe 1 - Synthèse des critères de bruit		13

Bruit audible généré par les postes électriques	Numéro TET-ENV-N-CONT001
---	-----------------------------

1. But

La présente norme découle de la directive 22 d'Hydro-Québec intitulée « *Exigences de prévention et de contrôle des pollutions et nuisances* » en vigueur le 1^{er} septembre 2005. Elle indique les critères de bruit audible applicables aux postes électriques d'Hydro-Québec TransÉnergie, à l'extérieur des limites de propriétés d'Hydro-Québec. Elle précise également les modalités d'application de ces critères.

2. Champ d'application

La présente norme revise la norme du même nom et datant de 2001. Elle s'applique à tous les postes électriques d'Hydro-Québec TransÉnergie. Elle concerne l'ensemble du bruit audible émis par les postes. Elle s'applique aux situations permanentes et aux situations temporaires d'une durée égale ou supérieure à un an. Les critères de bruit applicables aux situations temporaires de durée inférieure à un an doivent être établis en tenant compte de la durée et de l'amplitude des niveaux sonores générés (cas par cas).

3. Définitions

Les définitions mentionnées dans les sections suivantes sont données par ordre alphabétique.

3.1. Définitions techniques

Bruit ambiant : bruit total existant dans une situation donnée à un instant et à un endroit donné, habituellement composé de bruits émis par plusieurs sources, proches ou éloignées. En général, le niveau de bruit ambiant est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A (voir définition) évalué pendant un intervalle de temps T ($L_{A,eq,T}$). Il faut noter toutefois que le bruit ambiant évalué autour d'un poste exclut les bruits d'impact et les bruits avertisseurs provenant du poste puisque ces types de bruit se produisent sporadiquement et qu'ils sont évalués indépendamment.

Bruit avertisseur : signal sonore audible ou message vocal produit par des haut-parleurs extérieurs ou d'autres systèmes similaires et ayant pour objectif d'indiquer un danger, une manœuvre, une défécuosité, un appel téléphonique ou tout autre avertissement;

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). Dans le cas d'un poste, le bruit d'impact provient essentiellement des ouvertures et des fermetures des disjoncteurs, particulièrement des disjoncteurs pneumatiques.

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

Bruit particulier : composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et qui est généralement associée à une source spécifique.

Bruit particulier continu d'un poste : composante du bruit ambiant provenant des transformateurs, des inductances, des systèmes de ventilation, ainsi que de tout autre équipement d'un poste émettant un bruit continu. Ce bruit exclut les bruits d'impact et les bruits avertisseurs provenant du poste;

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. Il faut noter toutefois que le bruit résiduel dans le cas d'un poste exclut les bruits d'impact et les bruits avertisseurs provenant du poste même lorsque le niveau acoustique d'évaluation du poste ne tient pas compte de ces types de bruit;

Évaluation : toute méthode servant à mesurer ou prévoir la valeur d'un niveau acoustique et des termes correctifs;

Intervalle de référence : intervalle de temps pendant lequel le bruit est évalué;

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

© Hydro-Québec TransÉnergie, 2006

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique, mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit d'Hydro-Québec TransÉnergie.

Bruit audible généré par les postes électriques	Numéro TET-ENV-N-CONT001
---	-----------------------------

Niveau acoustique d'évaluation d'un poste : Niveau de bruit particulier continu d'un poste auquel on ajoute les termes correctifs applicables mentionnés dans la présente norme (voir section 6.1);

Niveau de pression acoustique continu équivalent (L_{eq}) : Niveau moyen de pression sonore mesuré pendant une période de temps (T) et évalué de la façon suivante

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{p(t)}{p_0} \right)^2 dt \right) \quad \text{ou} \quad \begin{cases} p(t) = \text{Pression acoustique} \\ p_0 = \text{Pression acoustique référence (20 } \mu\text{Pa)} \end{cases}$$

Source : toute activité ou tout état de choses 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, calculé ou prévu afin de tenir compte de certaines caractéristiques acoustiques;

3.2. Autres définitions

Addition : Action visant à ajouter un équipement dans une installation;

Camping commercial exploité : Camping dont les sites peuvent être loués pour installer des tentes, des roulettes ou d'autres équipements de cette nature et où l'on retrouve de tels équipements pendant certaines périodes de l'année;

Certificat d'autorisation : Certificat que délivre le gouvernement et qui autorise la réalisation d'un projet d'équipement;

Déplacement : Action réalisée de façon préventive ou corrective visant à changer l'emplacement d'un équipement dans une installation;

Équipement : Tout appareil ou dispositif présent dans un poste et dont les caractéristiques de fonctionnement font qu'il émet des sons susceptibles d'être entendus à l'extérieur des limites de propriété du poste;

Jour : Période de la journée comprise entre 07h00 et 19h00;

Modification : Action réalisée de façon préventive ou corrective visant à changer l'état spécifié d'un équipement pour un nouvel état;

Notes d'instructions 98-01 du ME : document produit par le Ministère responsable de l'environnement (ME - voir section 3.3 *Acronymes*) intitulé «*Traitement des plaintes sur le bruit et exigences aux entreprises qui le génèrent*»;

Nouveau poste : Poste dont la construction est prévue et qui fait l'objet d'un avant-projet;

Nuit : Période de la journée comprise entre 19h00 et 07h00 le lendemain;

Plainte justifiée : Une plainte est justifiée lorsque l'évaluation des niveaux sonores à l'endroit d'où provient la plainte montre que le niveau acoustique d'évaluation du poste excède les critères les plus contraignants entre ceux de la réglementation municipale sur le bruit et ceux édictés à la section 6.1. Critères de bruit de cette norme;

Poste de 1992 et plus récent : Poste dont la mise en service a eu lieu après le 3 janvier 1992, soit après la mise en vigueur de l'ancienne directive «*Le bruit audible généré par les postes électriques*»;

Poste de 2006 et plus récent : Poste mis en service le ou après le 9 juin 2006, date de l'entrée en vigueur de la révision de la note d'instructions 98-01 du ME;

Poste vulnérable : Poste dont les émissions de bruit excèdent les critères de la présente norme et qui, en cas de plainte de bruit, requerrait une intervention corrective;

Remplacement : Action réalisée de façon préventive ou corrective visant à substituer un équipement répondant à l'état spécifié à l'équipement n'y répondant plus;

Résidence : Bâtiment (maison, maison mobile ou roulotte) servant de résidence principale ou secondaire dans laquelle logent une ou des personnes de façon permanente ou saisonnière ou pendant de longues périodes au cours d'une année;

Zone sensible potentielle : Territoire qui, dans son état actuel, correspond à la définition d'une zone inhabitée, mais où, à cause du contexte local et régional, l'implantation d'usages sensibles au bruit est probable dans un horizon prévisible;

Bruit audible généré par les postes électriques	Numéro TET-ENV-N-CONT001
---	-----------------------------

Zone commerciale : Toute zone décrétée à des fins commerciales en vertu d'un règlement municipal; tout autre territoire situé dans une zone agricole ou dans une zone non soumise à un règlement municipal de zonage et sur lequel se trouve un ou des édifices commerciaux;

Zone de camping : Toute zone décrétée à des fins de camping en vertu d'un règlement municipal; tout autre territoire situé dans une zone agricole ou dans une zone non soumise à un règlement municipal de zonage et sur lequel se trouve un terrain de camping commercial exploité;

Zone de vulnérabilité acoustique : Zone entourant le poste et à l'intérieur de laquelle le niveau acoustique d'évaluation du poste est supérieur au critère de bruit établi pour l'usage résidentiel;

Zone habitée : Toute zone décrétée à des fins résidentielles en vertu d'un règlement municipal; tout autre territoire situé dans une zone agricole ou dans une zone non soumise à un règlement municipal de zonage et sur lequel se trouve une ou des résidences;

Zone industrielle : Toute zone décrétée à des fins industrielles en vertu d'un règlement municipal; tout autre territoire situé dans une zone agricole ou dans une zone non soumise à un règlement municipal de zonage et sur lequel se trouve un ou des édifices industriels;

Zone inhabitée : Tout territoire forestier, agricole ou non soumis à un règlement municipal de zonage et sur lequel on ne retrouve aucune résidence. Ce territoire ne doit pas être sujet à un changement de vocation selon les prévisions disponibles d'utilisation du sol;

Zone institutionnelle : Toute zone dans laquelle on retrouve une école, un hôpital ou un autre édifice ayant une vocation similaire;

Zone tampon : Espace libre conservé autour d'un poste afin d'éviter l'implantation d'usages sensibles au bruit dans la zone de vulnérabilité acoustique.

3.3. Acronymes

dB_A : Signifie décibel avec pondération A, Unité normalisée pour quantifier un niveau sonore. Une valeur exprimée en dB_A indique une évaluation en décibels d'un niveau sonore avec la pondération A de la norme CEI 61672-1 «Électroacoustique – Sonomètres». La pondération est établie pour tenir compte de la sensibilité de l'oreille humaine aux différentes fréquences;

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

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

ME : Ministère responsable de l'environnement. Au moment d'écrire cet encadrement, c'était le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC).

MRC : Municipalité Régionale de Comté.

4. Références

4.1. Documents à consulter

- Directive 21 d'Hydro-Québec : Acceptabilité des projets et des activités de l'entreprise datée du 19 août 2013.
- Directive 22 d'Hydro-Québec : Exigences de prévention et de contrôle des pollutions et nuisances datée du 1^{er} septembre 2005.
- Traitement des plaintes sur le bruit et exigences aux entreprises qui le génèrent (Note d'instructions 98-01 sur le bruit du ME) révisée en date du 9 juin 2006.

4.2. Documents à produire

Le gestionnaire responsable d'un poste doit s'assurer que tous les documents démontrant le respect de cette norme sont consignés et conservés.

Bruit audible généré par les postes électriques	Numéro TET-ENV-N-CONT001
---	-----------------------------

5. Considération

5.1. Environnement

Au sens de la Loi sur la qualité de l'environnement, le bruit émis par les postes électriques est un contaminant (L.R.Q., c. Q-2 — Section I - Définitions). Il peut occasionner des nuisances aux personnes et aux collectivités voisines des postes. Ce contaminant doit donc être géré adéquatement en se conformant à la démarche décrite à la section 6 de la présente norme. Cette démarche diffère en fonction des situations suivantes :

- Postes faisant l'objet d'un certificat d'autorisation.
- Postes récents et nouveaux postes.
- Poste faisant l'objet de modification, de remplacement ou de déplacement d'équipement(s).
- Poste faisant l'objet d'addition d'équipement(s).
- Poste faisant l'objet de plainte(s) relative(s) au bruit.
- Implantation d'usages sensibles à proximité d'un poste existant.
- Implantation d'un nouveau poste dans une zone sensible potentielle.
- Participation au processus de révision des schémas d'aménagement.
- Plan de non-vulnérabilité en pérennité

5.2. Sécurité

Les activités indiquées dans cette procédure doivent être exécutées en respectant la réglementation et les encadrements de sécurité applicables.

6. Contenu

6.1. Critères de bruit

Les critères de bruit applicables aux postes électriques correspondent aux pratiques applicables au Québec en matière de bruit environnemental et s'inscrivent en continuité avec les critères utilisés par Hydro-Québec depuis 1983. Ces critères sont fonction du type de zone (habitée, camping, commerciale, institutionnelle, industrielle ou inhabitée) dans laquelle le bruit est perçu.

Certaines municipalités ont adopté des règlements concernant le bruit ou les nuisances dans lesquels on retrouve des niveaux sonores à respecter. Lorsque le bruit particulier continu d'un poste est perçu sur le territoire d'une municipalité qui possède un tel règlement, les critères de bruit applicables correspondent aux exigences les plus sévères entre celles données dans le règlement municipal et celles énoncées aux paragraphes qui suivent.

Il faut noter également que les exigences mentionnées ci-après peuvent être modifiées en fonction de l'environnement sonore du poste. Ainsi, si le bruit résiduel (sans le poste) évalué lors de la période la plus calme de la journée est supérieur aux niveaux mentionnés ci-après, c'est le bruit résiduel qui devient la limite acceptable.

Bruit audible généré par les postes électriques	Numéro TET-ENV-N-CONT001
---	-----------------------------

Les critères pour le bruit émis par les postes sont exprimés en termes de niveau acoustique d'évaluation d'un poste (voir la section définitions techniques). Ce niveau est établi comme suit :

- Pour les postes de 2006 et plus récents : le niveau acoustique d'évaluation du poste est le niveau équivalent L_{Aeq} du bruit particulier continu du poste auquel on ajoute les termes correctifs prévus à la note d'instructions 98-01 du ME révisée en 2006;
- Pour les postes autorisés ou implantés avant le 9 juin 2006, dans lesquels des modifications affectant les émissions de bruit ont été effectuées après le 9 juin 2006 ou sont à l'étude, et que ces modifications n'étaient pas prévues initialement, lors de la construction ou dans le certificat d'autorisation du poste, le niveau acoustique d'évaluation du poste est égal à la somme des deux (2) niveaux de bruit suivants:
 - niveau équivalent L_{Aeq} du bruit particulier du poste sans terme correctif pour la partie du poste antérieure au 9 juin 2006 et pour la partie du poste postérieure au 9 juin 2006 dont les modifications étaient initialement prévues;
 - niveau équivalent L_{Aeq} du bruit particulier du poste incluant les termes correctifs prévus à la note d'instructions 98-01 du ME révisée de 2006 pour la partie postérieure à cette date et dont les modifications n'étaient pas prévues initialement.
- Pour les autres postes, le niveau acoustique d'évaluation du poste est simplement le niveau équivalent de bruit particulier continu du poste exprimé en dBA (L_{Aeq}).

Les termes correctifs sont évalués selon les modalités des annexes III, IV et V de la note d'instructions 98-01 du ME révisée de 2006, en considérant que le terme L_{Aeq} correspond au bruit ambiant qui prévaut ou prévaudra après l'intervention dans le poste, selon que l'évaluation traite du cas actuel ou du cas futur. De plus, l'évaluation du terme correctif pour les bruits d'impact (K_i) prévue à la note d'instructions 98-01 du ME est modifiée comme suit:

Le terme correctif pour les bruits d'impact (K_i) est évalué selon la méthode 2 prévue à la note d'instructions. L'évaluation du niveau sonore ne doit considérer que le disjoncteur donnant les niveaux sonores les plus élevés au point d'évaluation. Le nombre de manœuvres horaire utilisé pour le calcul correspond au nombre moyen de manœuvres par heure en considérant l'ensemble des disjoncteurs du même type ayant une tension supérieure à 25 kV et étant localisés à l'extérieur des bâtiments. Les trois types de disjoncteurs sont : pneumatiques (air comprimé), à gros volume d'huile, à gaz isolant (ex. SF₆). Le nombre moyen de manœuvres horaire doit être évalué en se basant sur l'historique des manœuvres d'au moins une année au poste actuel, si existant, ou d'un poste jugé équivalent au poste projeté.

Important : Si plus d'un terme correctif est applicable, seul le plus élevé est retenu pour évaluer le niveau acoustique d'évaluation du poste.

Les niveaux acoustiques d'évaluation du poste à respecter sont donnés dans les paragraphes suivants en fonction de la zone affectée par le bruit.

A) Zone habitée

Le niveau acoustique d'évaluation du poste doit être égal ou inférieur à 40 dBA la nuit et à 45 dBA le jour aux endroits suivants :

- À l'intérieur des limites du zonage résidentiel établi en vertu d'un règlement municipal.
- À l'intérieur des limites de propriété des résidences situées en zone habitée hors d'une zone commerciale et d'une zone industrielle. Dans ce cas, si le zonage du territoire n'est pas résidentiel et si la limite de propriété est située à plus de 30 mètres de la résidence, les critères s'appliquent à 30 mètres de la résidence.

Bruit audible généré par les postes électriques	Numéro TET-ENV-N-CONT001
---	-----------------------------

B) Zone institutionnelle

Le niveau acoustique d'évaluation du poste doit être égal ou inférieur à 40 dBA la nuit et à 45 dBA le jour aux endroits suivants :

- Aux bâtiments utilisés pour loger des personnes et situés à l'intérieur des limites du zonage institutionnel établi en vertu d'un règlement municipal. Lorsque des personnes sont susceptibles de se trouver à l'extérieur des bâtiments, les niveaux de bruit à respecter s'appliquent également aux aires que pourraient utiliser ces personnes.
- Dans le cas où les bâtiments ne sont pas utilisés la nuit, le niveau acoustique d'évaluation du poste n'est restreint à aucun niveau spécifique la nuit.

C) Zone de camping

Le niveau acoustique d'évaluation du poste doit être égal ou inférieur à 45 dBA la nuit et à 50 dBA le jour aux endroits suivants :

- À l'intérieur des limites du zonage « camping » établi en vertu d'un règlement municipal.
- À l'intérieur des limites de propriété des campings commerciaux exploités. Toutefois, dans ce dernier cas, si le zonage du territoire n'est pas de type camping et si l'aire de camping exploitée prévisible est située à plus de 30 mètres de la limite de propriété, les critères s'appliquent à 30 mètres de l'aire exploitée prévisible.

D) Zone commerciale

Le niveau acoustique d'évaluation du poste doit être égal ou inférieur à 55 dBA en tout temps à l'intérieur des limites du zonage commercial. Si un terrain est utilisé à des fins résidentielles, le niveau acoustique d'évaluation du poste doit être égal ou inférieur à 50 dBA la nuit et à 55 dBA le jour sur ce terrain. Toutefois, si la limite de propriété est située à plus de 30 mètres de la résidence, les critères s'appliquent à 30 mètres de la résidence.

E) Zone industrielle

Le niveau acoustique d'évaluation du poste doit être égal ou inférieur à 70 dBA en tout temps à l'intérieur des limites du zonage industriel. Toutefois, sur le terrain d'une résidence 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 de 55 dBA le jour. Toutefois, si la limite de propriété est située à plus de 30 mètres de la résidence, les critères s'appliquent à 30 mètres de la résidence.

F) Zone inhabitée

Le niveau acoustique d'évaluation du poste n'est restreint à aucun niveau spécifique dans les zones inhabitées.

L'annexe 1 donne la synthèse des critères de bruit.

Il est important de noter que les niveaux sonores produits par un poste peuvent varier selon que les conditions météorologiques soient plus ou moins favorables à la propagation sonore. L'importance de ce phénomène augmente à mesure que l'on s'éloigne des sources de bruit. C'est pourquoi il est possible qu'à l'occasion et pour de courtes périodes, les niveaux sonores perçus soient supérieurs aux valeurs maximales indiquées précédemment à cause de phénomènes météorologiques particuliers. Une telle situation est acceptable seulement si elle se produit rarement.

De même, le bruit associé à l'effet couronne (bruit des lignes) est variable selon que les conducteurs sont secs ou humides. Lorsque les conducteurs de courant alternatif sous tension sont mouillés, le bruit produit est supérieur. Il pourrait donc arriver par exemple que lors de pluie, pour certains postes à très haute tension (315 kV et 735 kV), le bruit perçu soit supérieur aux normes à cause de l'effet couronne. Dans ce cas, une analyse particulière est requise pour déterminer l'amplitude du bruit ainsi que la durée et la fréquence d'un tel événement.

Bruit audible généré par les postes électriques	Numéro TET-ENV-N-CONT001
---	-----------------------------

6.2. Application des critères de bruit

Les modalités d'application des critères de bruit sont données dans les paragraphes suivants.

6.2.1. Poste faisant l'objet d'un certificat d'autorisation

Les exigences des certificats d'autorisation en matière de bruit doivent être respectées en tout temps. Par conséquent, toute modification, addition, remplacement, ou tout déplacement d'équipements doit être fait de façon à respecter ces exigences.

Pour les postes ne faisant pas l'objet de certificat d'autorisation ou lorsque le certificat d'autorisation ne fait pas mention de niveaux sonores à respecter, il faut se référer aux sections 6.2.2 à 6.2.9, lorsqu'applicables.

6.2.2. Postes de 1992 et plus récents

Les postes 1992 et plus récents (ce qui inclut les postes 2006 et plus récents) doivent respecter les exigences de bruit mentionnées à la section 6.1 *Critères de bruit*. De même, les critères de conception, ainsi que les caractéristiques et normes d'émission de bruit des équipements installés dans ces postes électriques doivent permettre de respecter les limites de bruit données à la section 6.1 *Critères de bruit*.

6.2.3. Poste faisant l'objet de modification, de remplacement ou de déplacement des équipements

La modification, le remplacement ou le déplacement des équipements d'un poste de même que l'ajout, le déplacement ou le retrait de bâtiments ou d'obstacles majeurs à la propagation sonore dans un poste doivent être réalisés de façon à ce que le niveau acoustique d'évaluation du poste après les travaux n'excède pas le niveau acoustique d'évaluation du poste initial à moins que les niveaux acoustiques d'évaluation du poste initiaux soient inférieurs aux valeurs prescrites à la section 6.1 *Critères de bruit*. Dans ce cas, le niveau acoustique d'évaluation du poste après les travaux peut atteindre les limites données à la section 6.1 sans les dépasser. De plus, si le poste est vulnérable avant les travaux, les niveaux de bruit des équipements de remplacement et les mesures d'atténuation requises dans le cas de déplacement d'équipement, devront être spécifiés de telle sorte qu'il soit possible, dans un horizon de pérennité, de rendre le poste non vulnérable sans intervention additionnelle sur ces équipements de remplacement et sur ces équipements déplacés. Dans le cas où le niveau de bruit requis pour les équipements de remplacement est techniquement ou économiquement non réalisable, la réduction à la source atteignable doit être complétée par des mesures d'atténuation complémentaires (murs coupe-son, enceinte acoustique, restrictions d'exploitation, etc.).

6.2.4. Poste faisant l'objet d'addition d'équipements

Une addition d'équipement dans un poste doit être réalisée de façon à ce que le niveau acoustique d'évaluation du poste après les travaux n'excède pas, par plus de 0,5 dBA, le niveau acoustique d'évaluation du poste initial à moins que le niveau acoustique d'évaluation du poste initial soit inférieur par plus de 0,5 dBA aux valeurs prescrites à la section 6.1 *Critères de bruit*. Dans ce cas, le niveau acoustique d'évaluation du poste après les travaux peut atteindre les limites données à la section 6.1 sans les dépasser. De plus, si le poste est vulnérable avant les travaux, le niveau de bruit des équipements ajoutés susceptibles de faire augmenter le bruit produit par le poste devra être spécifié de telle sorte qu'il soit possible, dans un horizon de pérennité, de rendre le poste non vulnérable sans intervention additionnelle sur ces équipements ajoutés. Dans le cas où le niveau de bruit requis pour les équipements ajoutés est techniquement ou économiquement non réalisable, la réduction à la source atteignable doit être complétée par des mesures d'atténuation complémentaires (murs coupe-son, enceinte acoustique, etc.).

Bruit audible généré par les postes électriques	Numéro TET-ENV-N-CONT001
---	-----------------------------

6.2.5. Poste faisant l'objet de plaintes relatives au bruit

Lorsqu'un poste fait l'objet d'une plainte de bruit, les démarches suivantes doivent être entreprises:

- A) Enregistrement de la plainte
- B) Évaluation de la plainte.
- C) Réalisation d'une étude de faisabilité de réduction du bruit lorsque la plainte est justifiée.
- D) Préparation d'un plan d'action pour la mise en place des mesures correctives.
- E) Implantation des mesures d'atténuation.
- F) Évaluation de l'efficacité des mesures d'atténuation implantées.

A) Enregistrement de la plainte

La plainte reçue doit être enregistrée dans le registre des plaintes. Elle doit également être inscrite dans le tableau de bord du bruit des postes.

B) Évaluation de la plainte

Le niveau acoustique d'évaluation du poste doit être évalué et analysé dans le délai prescrit dans le processus de plainte d'Hydro-Québec TransÉnergie afin d'établir dans quelle mesure la plainte est justifiée (voir la définition de plainte justifiée). Cette évaluation doit se faire à l'endroit d'où émane la plainte. Il est à noter toutefois qu'un délai additionnel peut être justifié si la plainte se produit en hiver et que les conditions environnementales de mesures (température, neige au sol) ne permettent pas de réaliser des relevés en accord avec les pratiques et les exigences en vigueur.

C) Réalisation d'une étude de faisabilité de réduction du bruit

Lorsque la plainte est justifiée, une étude de faisabilité de réduction du bruit du poste doit être réalisée et terminée au plus tard 18 mois après la fin de l'évaluation de la plainte. Cette étude doit faire état des mesures d'atténuation possibles pour que le niveau acoustique d'évaluation du poste soit conforme aux exigences applicables données à la section 6.1 Critères de bruit. Elle doit également faire état des ressources financières requises pour la mise en place de ces mesures d'atténuation sonore.

D) Préparation d'un plan d'action pour la mise en place des mesures correctives

Au plus tard six (6) mois après la fin de l'étude de faisabilité, le gestionnaire du poste doit préparer un plan d'action donnant les mesures retenues ainsi que les étapes et les échéances pour leur implantation. Le plan d'action doit prendre en considération les projets prévus en pérennité ainsi que les projets-programme. En outre, le choix des mesures d'atténuation doit être fonction des coûts, de l'efficacité acoustique et des critères d'exploitation du poste. Il est possible que, pour certaines installations, l'étude de faisabilité démontre que la réduction du bruit soit techniquement ou économiquement difficile à réaliser à court ou à moyen terme. Dans ce cas, le plan d'action doit spécifier les mesures qui seront prises pour corriger la situation à long terme et les mesures qui sont mises en place à court ou à moyen terme pour atténuer le problème.

E) Implantation des mesures d'atténuation

L'implantation des mesures d'atténuation devra par la suite être faite en conformité avec le plan d'action établi à l'étape précédente.

F) Évaluation de l'efficacité des mesures d'atténuation implantées

Suite à l'implantation des mesures d'atténuation, des relevés sonores devront être réalisés afin de s'assurer que les résultats escomptés sont atteints. Si ce n'était pas le cas, un nouveau plan d'action

Bruit audible généré par les postes électriques	Numéro TET-ENV-N-CONT001
---	-----------------------------

devrait être préparé et devrait identifier les démarches prévues pour corriger la situation. Il est à noter que, lorsque l'implantation de mesures d'atténuation se fait en plusieurs phases, l'évaluation du bruit peut se faire à différentes étapes de l'implantation pour assurer un meilleur suivi du projet.

6.2.6. Implantation d'usages sensibles au bruit à proximité d'un poste existant

Lorsqu'Hydro-Québec apprend qu'un projet d'implantation d'usages sensibles au bruit (notamment un quartier résidentiel) est prévu à proximité d'un de ses postes, il doit communiquer avec les responsables du projet ou la municipalité concernée afin de les informer de la présence potentielle d'une zone de vulnérabilité acoustique autour du poste. Si une étude acoustique permettant de déterminer les limites de cette zone de vulnérabilité est disponible, celles-ci seront communiquées par écrit aux parties concernées. Dans le cas contraire, une étude acoustique sera effectuée dans les meilleurs délais à cette fin. Dans le cas où, malgré les avis écrits, on décide de procéder tout de même à l'implantation d'usages sensibles dans la zone de vulnérabilité, Hydro-Québec considérera le niveau sonore existant dans la zone de vulnérabilité acoustique comme étant le critère sonore applicable. Ainsi, il ne sera pas requis de mettre en place des mesures de réduction du bruit avant le remplacement en pérennité des équipements du poste.

6.2.7. Implantation d'un nouveau poste dans une zone sensible potentielle

Lors de l'implantation d'un nouveau poste dans une zone sensible potentielle (voir la définition), des précautions doivent être prises de manière à réduire le plus possible les risques de problématiques de voisinage. Autant que possible, la zone de vulnérabilité autour du nouveau poste devra être réduite sinon éliminée. Cela peut être réalisé en mettant en place des équipements moins bruyants pour le poste ou en faisant l'acquisition de terrains autour du poste. Lorsqu'il est impossible d'éliminer complètement la zone de vulnérabilité, les municipalités et MRC concernées devront être informées de la présence ainsi que des limites de cette dernière pour leur permettre d'en tenir compte dans leur planification d'aménagement.

6.2.8. Participation au processus de révision des schémas d'aménagement

Afin d'éviter l'implantation imprévue d'usages sensibles près des postes et de prévenir les problématiques liées à ce genre de situations, il est souhaitable d'intervenir avant que ne surviennent les projets dans les zones sensibles potentielles.

Pour ce faire, Hydro-Québec participe, dans la mesure du possible, au processus de révision des schémas d'aménagement des MRC. Lors de ces révisions, Hydro-Québec communique avec ces dernières pour leur indiquer que des postes sont présents sur leur territoire et que ceux-ci sont potentiellement des sources de contraintes à cause du bruit qu'ils génèrent. Des études de bruit des postes de la MRC seront effectuées et, au besoin, les zones de vulnérabilité de chaque poste seront communiquées à celle-ci pour leur permettre d'en tenir compte dans leur schéma d'aménagement.

6.2.9. Plan de non-vulnérabilité en pérennité

Hydro-Québec vise à rendre tous ses postes non vulnérables au point de vue du bruit. Cependant, en raison du grand nombre de postes et du coût élevé des mesures de contrôle du bruit, il n'est pas réaliste de penser pouvoir atteindre cet objectif à court terme. La manière privilégiée d'atteindre les objectifs de réduction du bruit est d'arrimer ces objectifs au plan de pérennité des installations. Ainsi, à chaque remplacement en pérennité d'un équipement bruyant dans un poste vulnérable, les niveaux d'émissions de bruit pour le nouvel équipement doivent être spécifiés de telle sorte qu'à la fin du cycle de pérennité du poste, celui-ci deviendra non-vulnérable. Il est à noter que, dans le cas où il s'avère techniquement ou économiquement difficile ou impossible de réduire suffisamment le bruit à la source, la réduction à la source atteignable doit être complétée par des mesures d'atténuation sonores (mur coupe-son, enceinte acoustique, etc.).

Bruit audible généré par les postes électriques	Numéro TET-ENV-N-CONT001
---	-----------------------------

6.3. Évaluation du niveau acoustique d'évaluation

Des mesures de bruit doivent être réalisées ou avoir été réalisées avant et après la construction d'un poste de 1992 et plus récent (incluant les postes 2006 et plus récent), de même qu'avant et après la modification, le remplacement, le déplacement ou l'addition d'équipement dans tout poste existant, ainsi qu'avant et après l'ajout, le déplacement ou le retrait de bâtiments ou d'obstacles majeurs à la propagation sonore dans un poste.

7. Responsabilités

7.1. Responsable de l'implantation

Le directeur Plans et soutien opérationnel est responsable de l'implantation de la présente norme.

7.2. Responsable de l'application

Les directions Installations de transport, la direction Planification et la direction Plans et soutien opérationnel sont responsables de l'application de la présente norme.

8. Participation à la rédaction et à la révision

Date	Détail	Personnes ayant participé à la préparation
2000-11-30	Version originale	Blaise Gosselin, ing., Lignes, câbles et environnement, DESTT, HQT
2014-06-20	Révision 1	Blaise Gosselin, ing., Environnement, DPSO, HQT et François Gosselin, ing., Environnement, DPSO, HQT
	Principaux changements de la révision 1 : <ul style="list-style-type: none">• Les critères de bruit sont demeurés les mêmes. Toutefois, le niveau évalué est maintenant le niveau acoustique d'évaluation (NAÉ) tel que défini dans le document du MDDELCC «Traitement des plaintes sur le bruit et exigences aux entreprises qui le génèrent».• Les modalités d'application des termes correctifs permettant d'évaluer le NAÉ sont établies à la section 6.1.• La section 6.2.6 relative à l'implantation d'usages sensibles au bruit à proximité d'un poste existant a été ajoutée.• La section 6.2.7 relative à l'implantation d'un nouveau poste dans une zone sensible potentielle a été ajoutée.• La section 6.2.8 relative à la participation au processus de révision des schémas d'aménagement a été ajoutée.• La section 6.2.9 relative au plan de non-vulnérabilité en pérennité a été ajoutée.	

Bruit audible généré par les postes électriques	Numéro TET-ENV-N-CONT001
---	-----------------------------

Annexe 1 - Synthèse des critères de bruit

Type de zone	Particularités	Critère de bruit (dBA) (Voir les notes au bas du tableau)	
		Nuit	Jour
Zone habitée	À l'intérieur des limites du zonage résidentiel établi en vertu d'un règlement municipal	40	45
	À l'intérieur des limites de propriété des résidences situées en zone habitée hors d'une zone commerciale et d'une zone industrielle. Note: Si le zonage du territoire n'est pas résidentiel et si la limite de propriété est située à plus de 30 mètres de la résidence, les critères s'appliquent à 30 mètres de la résidence	40	45
Zone institutionnelle	Aux bâtiments utilisés pour loger des personnes et situés à l'intérieur des limites du zonage institutionnel établi en vertu d'un règlement municipal. Note: Si des personnes sont susceptibles de se trouver à l'extérieur des bâtiments, les critères s'appliquent également aux aires où peuvent séjourner les personnes.	40	45
	Lorsque les bâtiments ne sont pas utilisés la nuit.	N/A	45
Zone de camping	À l'intérieur des limites du zonage « camping » établi en vertu d'un règlement municipal	45	50
	À l'intérieur des limites de propriété des campings commerciaux exploités. Note: Si le zonage du territoire n'est pas de type camping et si l'aire de camping exploitée prévisible est située à plus de 30 mètres de la limite de propriété, les critères s'appliquent à 30 mètres de l'aire exploitée prévisible	45	50
Zone commerciale	À l'intérieur des limites du zonage commercial	55	55
	Si un terrain est utilisé à des fins résidentielles. Note: Si la limite de propriété est située à plus de 30 mètres de la résidence, les critères s'appliquent à 30 mètres de la résidence	50	55
Zone industrielle	À l'intérieur des limites du zonage industriel	70	70
	Sur le terrain d'une résidence existante en zone industrielle établie conformément aux règlements municipaux en vigueur au moment de la construction Note: Si la limite de propriété est située à plus de 30 mètres de la résidence, les critères s'appliquent à 30 mètres de la résidence	50	55
Zone inhabitée		Aucun	Aucun

Notes applicables au tableau synthèse:

- Les critères de bruit s'appliquent aux niveaux acoustiques d'évaluation du poste. Les niveaux acoustiques d'évaluation du poste sont établis comme indiqué dans l'encadré de la section 6.1 de cette norme.
- Lorsque le bruit particulier continu d'un poste est perçu sur le territoire d'une municipalité qui possède un règlement contraignant sur le bruit, les critères de bruit applicables correspondent aux exigences les plus sévères entre celles données dans le règlement municipal et celles énoncées dans cette norme. Dans le cas où des termes correctifs sont prévus à la réglementation municipale, le bruit particulier continu du poste doit être ajusté pour en tenir compte.
- Si le bruit résiduel (sans le poste) évalué lors de la période la plus calme de la journée est supérieur aux critères de bruit, c'est le niveau de bruit résiduel qui devient le critère.
- Les niveaux sonores produits par un poste peuvent varier selon que les conditions météorologiques soient plus ou moins favorables à la propagation sonore. L'importance de ce phénomène augmente à mesure que l'on s'éloigne des sources de bruit. Il est possible qu'à l'occasion et pour de courtes périodes, les niveaux sonores perçus soient supérieurs aux critères de bruit à cause de phénomènes météorologiques particuliers. Une telle situation est acceptable seulement si elle se produit rarement.
- Le bruit associé à l'effet couronne (bruit des lignes) est variable selon que les conducteurs sont secs ou humides. Lorsque les conducteurs de courant alternatif sous tension sont mouillés, le bruit produit est supérieur. Il pourrait donc arriver par exemple que lors de pluie, pour certains postes à très haute tension (315 kV et 735 kV), le bruit perçu soit supérieur aux normes à cause de l'effet couronne. Dans ce cas, une analyse particulière est requise pour déterminer l'amplitude du bruit ainsi que la durée et la fréquence d'un tel événement.

© Hydro-Québec TransÉnergie, 2006

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique, mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit d'Hydro-Québec TransÉnergie.

Procédure TET-ENV-P-CONT002



Encadrements complémentaires

Procédure

		Numéro TET-ENV-P-CONT002	
Titre Mesure du bruit audible émis par les installations de TransÉnergie		Émis le 2001-12-11	Révisé le 2002-06-03
		En vigueur le 2002-06-10	
Unité concernée Directions territoriales Transport, DPDA, DMSCT et DESTT		Préparé ou révisé par <i>Blaise Gosselin</i> Blaise Gosselin, Ing. LCE	Date 2002.06.03
Validé par	Date	Unité administrative responsable Lignes, câbles et environnement	
Approuvé par <i>André Vallée</i> André Vallée, chef Lignes, câbles et environnement		Processus concerné Assurer la disponibilité et la pérennité du réseau de façon optimale	

Table des matières

1. But	4
2. Champ d'application	4
3. Définitions	4
3.1. Bruit ambiant	4
3.2. Bruit de l'installation	4
3.3. Bruit en l'absence de l'installation	4
3.4. Bruit impulsif	4
3.5. dBA	4
3.6. Équipement	5
3.7. Jour	5
3.8. Niveau de bruit équivalent (L_{eq})	5
3.9. Niveau de bruit statistique (L_n)	5
3.10. Nuit	5
3.11. SAMBP	5
4. Références	5
5. Considération	6
5.1. Environnement	6
5.2. Sécurité	6
6. Contenu	6

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro
TET-ENV-P-CONT002

6.1. Appareillage de mesure	6
6.2. Mesurages	8
6.2.1. Généralités	8
6.2.2. Emplacements de mesurage	8
6.2.2.1. Mesurage à l'extérieur	8
6.2.2.2. Mesurage à l'extérieur à proximité d'immeubles	9
6.2.2.3. Mesurage à l'intérieur des immeubles	9
6.2.3. Facteurs météorologiques	9
6.2.4. Calibrage des instruments de mesure du bruit	9
6.2.5. Réalisation du mesurage des niveaux sonores	10
6.2.5.1. Généralités	10
6.2.5.2. Mesurage du bruit ambiant	11
6.2.5.3. Mesurage du bruit de l'installation	11
6.2.5.3.1. Poste électrique	11
6.2.5.3.2. Autre installation	11
6.2.5.4. Mesurage du bruit en l'absence de l'installation	11
6.2.5.4.1. Poste électrique	12
6.2.5.4.2. Installation avec sources de bruit pouvant être arrêtées	12
6.2.5.4.3. Installation avec sources de bruit arrêtées ou absentes pendant une période de temps	12
6.2.5.4.4. Installation ne pouvant être arrêtée mais pour laquelle on peut trouver un site similaire	12
6.2.5.4.5. Installation ne pouvant être arrêtée et pour laquelle il n'y a pas de site similaire	13
6.2.6. Informations à consigner	14
6.2.6.1. Information générale	14
6.2.6.2. Appareillage de mesure et conditions météorologiques	14
6.2.6.3. Emplacements de mesurage	15
6.2.6.4. Résultats des mesurages	15
7. Responsabilités	15
7.1. Responsable de l'implantation	15
7.2. Responsable de l'application	15
8. Participation à la rédaction et à la révision	16
 Annexe 1 - Exemple de formulaire pouvant être utilisé pour la présentation des données	 17
 Annexe 2 - Qualification d'un magnétophone pour l'enregistrement de signaux de bruit audible ..	 22
A2.1. Préambule	23
A2.2. But et champ d'application	23
A2.3. Définitions	24
A2.3.1. Amplitude globale	24
A2.3.2. Bande de fréquence d'intérêt	24
A2.3.3. Fonction de transfert	24

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro	TET-ENV-P-CONT002
--------	-------------------

A2.3.4. Module moyen	24
A2.3.5. Monitoring réel	24
A2.3.6. Réponse en fréquences	24
A2.3.7. Réponse estimée en fréquences	24
A2.3.8. Système	24
A2.4. Contenu.....	25
A2.4.1. Options de qualification	25
A2.4.2. Évaluation de la réponse en fréquences	25
A2.4.3. Évaluation de la réponse estimée en fréquences	26
A2.4.4. Critères.....	27
A2.4.5. Informations à consigner dans un rapport d'essai	28
A2.4.5.1. Magnétophone à l'essai.....	28
A2.4.5.2. Instrumentation	28
A2.4.5.3. Données	28
A2.5. Test de qualification préalable des instruments	28
A2.5.1. Qualification de la source de signal aléatoire	28
A2.5.1.1. Test du contenu en fréquences	28
A2.5.1.2. Test de la stabilité temporelle	29
A2.5.1.3. Analyseur Brüel & Kjaer, modèle 2032.....	29
A2.5.2. Qualification de l'analyseur spectral à deux voies, ou plus.....	30
A2.6 Démarches guidées d'évaluation avec l'analyseur PULSE	30
A2.6.1. Démarche pour l'évaluation de la réponse en fréquences d'un magnétophone.....	30
A2.6.2. Démarche pour l'évaluation de la réponse estimée en fréquences d'un magnétophone	33
A2.6.3. Démarche pour la qualification de la source aléatoire et de l'analyseur spectral.....	35
A2.6.4. Démarche pour la qualification de la source aléatoire - stabilité temporelle.....	37

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

1. But

La présente procédure découle de la directive 22 d'Hydro-Québec intitulée *Exigences de prévention et de contrôle des pollutions et nuisances* datée du 5 mai 1999. Elle indique comment évaluer le bruit des installations de TransÉnergie. Elle précise également le type d'appareillage pouvant être utilisé pour réaliser de telles mesures.

2. Champ d'application

La présente procédure s'applique à toutes les installations de TransÉnergie. Elle concerne l'ensemble du bruit audible émis par ces installations à l'exception du bruit impulsif (voir définition). Elle est dédiée à l'évaluation des niveaux de bruit (pression sonore) produits par une installation à un ou à des emplacements donnés situés à l'extérieur ou aux limites de propriété d'Hydro-Québec. Elle annule et remplace la procédure TET-ENV-P-CONT002 intitulée *Mesure du bruit audible émis par les installations de TransÉnergie* en vigueur le 1 janvier 2002.

3. Définitions

3.1. Bruit ambiant

Niveau de bruit en dBA provenant de l'ensemble des sources sonores présentes dans l'environnement incluant la ou les sources sonores (équipements) de l'installation à évaluer, à l'exception des bruits impulsifs. Le bruit ambiant est évalué à un endroit donné et pendant une période de temps donnée.

3.2. Bruit de l'installation

Niveau de bruit en dBA provenant de l'ensemble des équipements d'une installation, à l'exception des bruits impulsifs et excluant les bruits non produits par l'installation. Ce niveau sonore correspond donc au niveau qui serait mesuré si les seules sources de bruit existantes étaient celles présentes dans l'installation faisant l'objet de la mesure. Le bruit de l'installation est évalué à un endroit donné et pendant une période de temps donnée.

3.3. Bruit en l'absence de l'installation

Niveau de bruit en dBA provenant de l'ensemble des sources sonores, à l'exception des bruits impulsifs et des bruits émis par l'installation. Ce niveau sonore correspond donc au niveau qui serait mesuré s'il n'y avait pas d'installation ou si l'installation n'émettait aucun bruit. Le bruit en l'absence de l'installation est évalué à un endroit donné et pendant une période de temps donnée.

3.4. Bruit impulsif

Bruit consistant en une émission sonore d'intensité élevée et de très courte durée. C'est le cas par exemple du bruit produit lors de l'ouverture ou de la fermeture d'un disjoncteur pneumatique. Cette procédure ne permet pas d'évaluer les bruits impulsifs sporadiques. Cependant, si le bruit impulsif est répété de façon continue et rapide et se traduit ainsi par l'émission d'un son quasi continu, il doit être considéré lors du mesurage.

3.5. dBA

Unité normalisée de mesure du bruit en décibel. Il est à noter qu'à chaque augmentation de 3 dBA l'intensité acoustique double.

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

3.6. Équipement

Tout appareil d'une installation dont les caractéristiques de fonctionnement font qu'il émet des sons susceptibles d'être entendus à l'extérieur des limites de propriété ou de l'emprise de l'installation. Cela exclut toutefois les appareils émettant des bruits impulsifs.

3.7. Jour

Période de la journée comprise entre 07h00 et 19h00.

3.8. Niveau de bruit équivalent (L_{eq})

Niveau moyen de pression sonore mesuré pendant une période de temps (T) et évalué de la façon suivante:

$$L_{eq} = 10 \text{ Log}_{10} \left(\frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{P}{P_0} \right)^2 dT \right) \quad \text{où :} \quad \begin{cases} P = \text{Pression acoustique} \\ P_0 = \text{Pression acoustique de référence (20 } \mu\text{Pa).} \end{cases}$$

Ce niveau peut être évalué pour caractériser le bruit ambiant, le bruit de l'installation et le bruit en l'absence de l'installation.

3.9. Niveau de bruit statistique (L_n)

Niveau de bruit dépassé pendant n% du temps au cours d'une période de mesure. Il peut être évalué pour caractériser le bruit ambiant, le bruit de l'installation et le bruit en l'absence de l'installation. Le paramètre «n» peut être un nombre entier variant entre 1 et 99 où L_1 indique le niveau dépassé pendant 1% du temps et L_{99} signifie le niveau dépassé pendant 99% du temps. Généralement, on utilise le niveau L_{95} pour quantifier le bruit de fond.

3.10. Nuit

Période de la journée comprise entre 19h00 et 07h00.

3.11. SAMBP

Système automatisé de mesure du bruit des postes. Ce système a été développé à Hydro-Québec et comprend un enregistreur digital, un contrôleur, un microphone et un logiciel de traitement. Il permet de séparer le bruit de l'installation du bruit en l'absence de l'installation pour les postes électriques à courant alternatif.

4. Références

Directive 21 d'Hydro-Québec : Acceptabilité environnementale et accueil favorable des nouveaux projets, travaux de réhabilitation et activités d'exploitation et de maintenance, datée du 6 novembre 2000.

Directive 22 d'Hydro-Québec : Exigences de prévention et de contrôle des pollutions et nuisances, datée du 5 mai 1999.

Norme TET-ENV-N-CONT001 de TransÉnergie : Bruit audible généré par les postes électriques, datée du 1 janvier 2001.

Norme ANSI S1.1-1986 : Specification for Octave-band and fractional-octave-band analog and digital filters.

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

Norme ANSI S1.13-1995 : Measurement of Sound Pressure Levels in Air.

Norme ANSI S1.40-1984 : Specification for Acoustical Calibrators.

Norme ANSI S12.9-1988 : Quantities and Procedures for Description and Measurement of Environmental Sound. Part 1.

Norme ANSI S12.9-1993 / Part 3 : Quantities and Procedures for Description and Measurement of Environmental Sound. Part 3: Short-term measurements with an observer present.

Norme ANSI S12.18-1994 : Procedures for Outdoor Measurement of Sound Pressure Level

Norme ISO 1996 / 1-1982 : Acoustique — Caractérisation et mesurage du bruit de l'environnement — Partie 1: Grandeurs et méthodes fondamentales.

Norme CEI 651, première édition 1979: Sonomètres.

Norme CEI 804, première édition 1985: Sonomètres intégrateurs-moyenneurs.

Norme CEI 225, première édition 1966: Filtres de bandes d'octave, de demi-octave et de tiers d'octave destinés à l'analyse des bruits et des vibrations.

Norme CEI 60942, 1997: Électroacoustique — Calibreurs acoustiques.

Norme CEI 61260, 1995: Électroacoustique — Filtres de bande d'octave et de bande d'une fraction d'octave.

5. Considération

5.1. Environnement

Les activités découlant de la présente procédure doivent être réalisées en conformité avec les exigences environnementales en vigueur.

5.2. Sécurité

Les activités découlant de la présente procédure doivent être réalisées en conformité avec les exigences de sécurité en vigueur.

6. Contenu

6.1. Appareillage de mesure

L'appareillage de mesure doit être conçu pour quantifier le niveau de bruit équivalent (L_{eq}) en dBA et le niveau de bruit statistique L_{95} en dBA soit directement, soit indirectement, en conformité avec les définitions de Niveau de

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

bruit équivalent et de Niveau de bruit statistique données précédemment. Ces niveaux peuvent être évalués en faisant un échantillonnage pendant la période de mesure.

La source sonore étalon utilisée pour le calibrage des instruments avant et après les mesures doit se conformer à la norme CEI 60942, 1997 ou ANSI S1.40-1984 et avoir une précision de $\pm 0,5$ dB. Elle doit avoir été vérifiée par le fabricant ou par un laboratoire compétent en la matière au cours de l'année précédant son utilisation.

Un sonomètre intégrateur, un analyseur statistique de bruit, un analyseur en fréquence ou un système de mesure permettant l'enregistrement et le traitement du signal sonore (ex. SAMBP) doit être utilisé pour les mesures de bruit.

Le sonomètre doit être conforme à la classe 1 des caractéristiques établies dans les normes 651 et 804 de la Commission électrotechnique internationale (CEI). La précision de l'appareil doit avoir été vérifiée par le fabricant ou par un laboratoire compétent en la matière au cours des deux années précédant son utilisation. Lorsque des jeux de filtres sont utilisés, ces derniers doivent également être de classe 1 selon la norme CEI 225 ou la norme CEI 61260 de la Commission électrotechnique internationale et avoir été vérifiés au cours des deux années précédant leur utilisation.

L'analyseur doit permettre de réaliser des mesures qui respectent les exigences de la norme CEI 651, classe 1. Toutefois, dans certains cas, il est difficile d'établir une correspondance exacte entre les propriétés d'un analyseur et celles de la norme mentionnée précédemment. Dans ce cas, l'analyseur utilisé doit être approuvé par le personnel compétent à TransÉnergie. L'analyseur Brüel & Kjaer de type 2032 et le système PULSE du même fabricant sont approuvés par TransÉnergie.

L'enregistreur doit être conforme aux exigences données à l'annexe 2 de cette procédure et la précision de l'appareil doit avoir été vérifiée au cours des deux années précédant son utilisation.

Les appareils de mesure des conditions météorologiques doivent respecter les précisions suivantes:

- Anémomètre: ± 1 m/s,
- Thermomètre, incluant les thermomètres d'un psychromètre: $\pm 2^\circ$,
- Humidité relative si mesurée autrement qu'avec un psychromètre: $\pm 10\%$.

Ces appareils doivent avoir été vérifiés conformément aux exigences de TransÉnergie. Lors de l'achat d'un appareil neuf, ce dernier est considéré avoir été vérifié par le fabricant.

Le SAMBP peut être utilisé pour la mesure du bruit des postes. Il a d'ailleurs été développé par Hydro-Québec pour répondre spécifiquement à la problématique de la mesure du bruit des postes électriques. Il permet de discriminer le bruit attribuable au poste du bruit provenant des autres sources sonores. Son utilisation doit se faire conformément aux exigences et aux limitations indiquées dans la version la plus récente des manuels de l'utilisateur (2 manuels, un pour la mesure et un pour le traitement) ou selon les exigences de TransÉnergie.

Lors des mesures de bruit, il est souvent souhaitable de faire une analyse statistique par bande de fréquence. Cela peut être réalisée au moyen de l'application nommée «AnalyseStat» développée par TransÉnergie ou au moyen d'un équipement ou d'une application approuvée par TransÉnergie. L'application «AnalyseStat» fonctionne sur le système PULSE de la compagnie Brüel & Kjaer et permet de faire une analyse statistique en bande de fréquence 1/24e d'octave. Elle permet également de discriminer le bruit attribuable au poste du bruit provenant des autres

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

sources sonores. Son utilisation doit se faire conformément aux exigences et aux limitations indiquées dans la version la plus récente du manuel de l'utilisateur ou selon les exigences de TransÉnergie.

D'autres appareils ou logiciels de mesure et de traitement pourraient être développés selon les besoins de TransÉnergie. Ils pourraient s'ajouter aux exigences spécifiées par TransÉnergie pour réaliser les mesures.

6.2. Mesurages

6.2.1. Généralités

Les résultats obtenus, en utilisant la présente procédure, peuvent différer de ceux obtenus en suivant d'autres procédures. Dans les cas litigieux, il est donc souhaitable de mesurer le bruit selon la procédure préconisée dans le règlement municipal ou dans tout autre règlement sur le bruit ou sur les nuisances s'appliquant au territoire ou à l'installation concernée, si une telle procédure existe.

Par ailleurs, la nature du sol de même que les conditions atmosphériques (gradients de température et de vent et humidité relative de l'air) sont des paramètres qui influencent la propagation des sons dans l'environnement. Il est donc possible de constater des fluctuations de niveau de bruit lors de différentes observations au même endroit et ce, même si les sources de bruit sont stables. C'est pourquoi il est primordial de consigner toutes les informations relatives aux conditions de mesures.

Dans tous les cas, le sonomètre, le SAMBP ou tout autre système utilisé doit être muni d'un microphone du type recommandé par le manufacturier de l'instrument pour la mesure en champ libre. De plus, les accessoires utilisés telles la boule anti vent et la source sonore étalon doivent être choisis et utilisés en accord avec les instructions du manufacturier.

6.2.2. Emplacements de mesurage

Le choix des emplacements de mesurage doit être fait en fonction des objectifs visés et en tenant compte des informations données dans les sous-sections qui suivent. Généralement, les critères de bruit s'appliquent aux limites de propriété des milieux récepteurs. Les emplacements de mesurage sont alors situés sur ou à proximité de ces limites, aux endroits les plus susceptibles d'être affectés par l'installation. Dans le cas d'une plainte, l'emplacement de mesurage est généralement le lieu d'où émane la plainte. Finalement, les mesures qui ont pour but d'évaluer le bruit de la circulation sur les routes se font généralement sur les propriétés riveraines.

6.2.2.1. Mesurage à l'extérieur

Afin de réduire l'effet des réflexions, on doit, dans la mesure du possible, effectuer les mesurages à au moins 3,5 mètres des grandes surfaces réfléchissantes autre que le sol (bâtiments, murs, etc.) et à au moins 1,5 mètre des petites surfaces réfléchissantes (arbres, poteaux, etc.). La hauteur de mesurage préférentielle se situe entre 1,2 et 2,0 mètres au-dessus du sol. Cette hauteur peut toutefois être différente en cas de spécifications contraires dans les règlements ou pour les mesures reflétant des situations particulières. Les emplacements de mesurage doivent être localisés à au moins 15 mètres des voies de circulation rapide, à 30 mètres du centre des autoroutes et à 30 mètres des chemins de fer, à moins qu'il n'y ait pas de circulation sur ces infrastructures.

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

Les emplacements de mesurage sont choisis de façon à éviter les endroits où l'on retrouve des interférences acoustiques constructives ou destructives. Ces phénomènes se produisent particulièrement près des postes électriques où les sources sonores (transformateurs de puissance et inductances shunt) émettent des bruits à des fréquences précises. Ainsi, au moment d'établir l'emplacement exact de mesurage, l'opérateur vérifiera au moyen d'un sonomètre la fluctuation des niveaux sonores au site de mesure et choisira l'emplacement de façon à ce qu'il soit représentatif du niveau sonore moyen. Pour contrer le phénomène d'interférence, l'opérateur peut également effectuer un balayage continu sur une surface d'au moins 1 m² lors de la mesure du bruit.

6.2.2.2. Mesurage à l'extérieur à proximité d'immeubles

Ces mesurages doivent être effectués aux endroits où l'on désire connaître le bruit auquel un immeuble est exposé. Sauf spécification contraire, les emplacements de mesurage préférés se trouvent entre 1 et 2 mètres de la façade et entre 1,2 et 2 mètres au-dessus du niveau de chaque plancher considéré.

6.2.2.3. Mesurage à l'intérieur des immeubles

Ces mesurages doivent être effectués dans les pièces où l'on désire connaître l'ambiance sonore. Sauf spécification contraire, les emplacements de mesurage préférés se trouvent à au moins 1 mètre des parois ou des autres grandes surfaces réfléchissantes, entre 1,2 et 2 mètres au-dessus du plancher et à environ 1,5 mètre des fenêtres.

6.2.3. Facteurs météorologiques

La propagation du son près du sol pour des distances horizontales inférieures à 30 mètres est essentiellement indépendante des conditions météorologiques. L'atténuation causée par l'environnement du site est alors limitée à l'atténuation du sol. Cependant, pour des distances supérieures à 30 mètres, les mesures de bruit sont influencées par les conditions météorologiques. Quand de telles influences sont soupçonnées, les mesurages doivent être faits lorsque les conditions de propagation sont telles que les niveaux sonores générés par l'installation correspondent à la situation que l'on désire évaluer.

Les mesures ne doivent pas être faites lorsqu'il pleut ou qu'il neige à moins qu'il n'y ait pas de circulation automobile ou que le bruit en provenance des routes soit négligeable. Toutefois, il peut être requis de faire des mesures dans des conditions de pluie ou de neige (dans le cas de la mesure du bruit des lignes électriques par exemple). Dans ce cas, l'instrumentation utilisée doit être conçue pour de telles conditions de mesure. Il faut éviter de mesurer le bruit lorsque le sol est recouvert de neige à moins que l'on désire évaluer le bruit en condition hivernale.

Lors des mesures, la vitesse du vent évaluée à environ 2 mètres de hauteur, à l'emplacement de mesurage du bruit, ne doit pas excéder 5,5 m/s.

Les spécifications des fabricants concernant les plages d'utilisation des instruments en terme d'humidité relative et de température doivent être respectées. Il est généralement recommandé que l'humidité relative n'excède pas 90% et que la température soit comprise dans la plage -10 et 50 °C.

6.2.4. Calibrage des instruments de mesure du bruit

Un calibrage de l'instrumentation doit être fait immédiatement avant et immédiatement après les mesures de bruit. De plus, il est recommandé que, si les mesures s'étendent sur plus d'une heure, l'étalonnage ou la vérification de l'étalonnage se fasse à des intervalles n'excédant pas une heure. Lorsqu'un enregistreur est

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

utilisé, le signal de calibrage doit être enregistré au début et à la fin de l'enregistrement. Il est également recommandé que, si les mesures s'étendent sur plus d'une heure, le signal soit enregistré à des intervalles n'excédant pas une heure. Si l'écart des sensibilités entre deux calibrages successifs excède 1,0 dB, toutes les données obtenues entre ces deux calibrages doivent être rejetées ou à tout le moins il faut indiquer au rapport de mesures que les données obtenues ne sont pas conformes à cette procédure.

6.2.5. Réalisation du mesurage des niveaux sonores

6.2.5.1. Généralités

Le mesurage des niveaux sonores est généralement fait dans le but de quantifier le bruit d'une installation (ensemble des équipements d'une installation) et le bruit en l'absence de l'installation à un ou à quelques endroits donnés situés aux limites de propriété ou à l'extérieur des limites de propriété d'Hydro-Québec. Dans certaines situations, le mesurage peut avoir pour but d'évaluer les niveaux sonores produits par une source particulière (un équipement présent dans une installation), si cette source peut être évaluée séparément du bruit de l'installation. Dans ce cas, la procédure décrite dans les paragraphes qui suivent s'applique en remplaçant le terme «bruit de l'installation» par le terme «bruit de la source».

Les mesures peuvent être faites de jour ou de nuit. L'opérateur choisira la période la plus appropriée pour la mesure en considérant le type d'activité de l'installation, le niveau de bruit en l'absence de l'installation et la présence de sources sonores perturbatrices, le moment où l'installation est susceptible d'être une nuisance sonore et tout autre facteur permettant d'établir la période de la journée la plus représentative pour faire la mesure.

La durée des mesures de bruit doit être suffisamment longue pour que les niveaux mesurés soient représentatifs du bruit évalué. Dans le cas d'une installation émettant un bruit stable et continu, cette durée peut être aussi courte que deux (2) minutes. Par contre, si le bruit est fluctuant et intermittent, la durée peut être de 30 minutes ou plus.

Lors des mesures, les bruits de courte durée ne doivent pas être considérés à moins que ces bruits soient émis régulièrement et soient représentatifs de l'ambiance sonore normale du site. La suppression des bruits *anormaux* peut se faire directement sur le site en utilisant un appareil permettant de suspendre momentanément la mesure ou lors du traitement des données, par la suppression du signal sonore contenant ces bruits de courte durée *anormaux*.

Les analyses en fréquence et les mesures globales des niveaux sonores doivent se faire en appliquant la pondération A (dBA). Cependant, si l'utilisation de la pondération A pour l'analyse en fréquence se traduit par un grand écart entre les niveaux mesurés aux différentes fréquences, il pourrait être souhaitable de faire l'analyse en fréquence sans appliquer la pondération A et convertir les niveaux en dBA par la suite.

Le circuit de réponse du sonomètre doit être en mode «rapide». Le taux d'acquisition de l'analyseur statistique doit être d'au moins 2 échantillons par seconde.

Lors des mesures faites à l'extérieur, il faut pointer le microphone en direction de l'installation à mesurer et s'assurer que l'opérateur est dans une position telle qu'il ne contribue pas à atténuer ou à amplifier le bruit mesuré. La précision des lectures étant aussi affectée par le bruit causé par le vent, l'emploi d'une boule anti

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

vent est requise. Lors de l'utilisation du SAMBP, l'opérateur doit s'assurer que le bruit causé par son déplacement lors de la mesure ne contribue pas au bruit ambiant enregistré.

Lors des mesures à l'intérieur des immeubles, les fenêtres doivent être fermées si l'on veut évaluer le bruit en condition hivernale et elles doivent être ouvertes (s'il est possible de les ouvrir) si on veut l'évaluer en condition estivale.

6.2.5.2. Mesurage du bruit ambiant

Le bruit ambiant doit être mesuré aux emplacements de mesurage établis au paragraphe 6.2.2 en utilisant un ou plusieurs des appareils spécifiés au paragraphe 6.1. Le niveau de bruit équivalent (L_{eq}) et le niveau de bruit statistique L_{95} doivent être évalués à chaque emplacement.

6.2.5.3. Mesurage du bruit de l'installation

6.2.5.3.1. Poste électrique

Pour mesurer le bruit d'un poste électrique, le SAMBP ou l'application *AnalyseStat* couplée au système *PULSE* de la compagnie Brüel & Kjaer (nommé système *AnalyseStat — Pulse* dans le reste du document) peut être utilisé. Ces systèmes permettent d'extraire le L_{eq} du poste du L_{eq} du bruit ambiant. De plus, le système *AnalyseStat — PULSE* permet de faire cette opération sur le niveau statistique L_{95} .

Dans certains cas, il n'est pas possible de mesurer le bruit d'un poste avec le SAMBP ou en utilisant le système *AnalyseStat — PULSE* à cause des limitations associées à ces systèmes (mentionnées dans les manuels d'utilisation). Le bruit de l'installation est alors évalué en utilisant la section suivante (6.2.5.3.2).

6.2.5.3.2. Autre installation

Pour évaluer le bruit d'une installation autre qu'un poste (ou d'un poste s'il n'est pas possible de mesurer le bruit du poste avec le SAMBP ou le système *AnalyseStat — PULSE*), la connaissance du bruit en l'absence de l'installation est requise. Ce niveau sonore est obtenu selon une des méthodes données à la section 6.2.5.4. Une fois cette information connue, le bruit de l'installation est établi en soustrayant, de façon logarithmique, le bruit en l'absence de l'installation du bruit ambiant. Cette opération peut se faire avec les résultats de la mesure du L_{eq} , du L_{95} ou de tout autre niveau de bruit statistique. L'opération peut également se faire pour chacune des bandes de fréquence d'octave ou de fraction d'octave en autant que le niveau global de bruit soit traité indépendamment des bandes de fréquence lors du calcul des niveaux de bruit statistiques.

Si l'écart entre le bruit ambiant et le bruit en l'absence de l'installation est inférieur à 3 dBA, le niveau de bruit de l'installation est égal ou inférieur au bruit en l'absence de l'installation et ne peut être évalué correctement. Il faut alors mentionner dans les constats que le bruit de l'installation est inférieur ou égal au bruit en l'absence de l'installation.

6.2.5.4. Mesurage du bruit en l'absence de l'installation

Cette procédure suppose que le bruit en l'absence de l'installation est statistiquement stationnaire, au moins pendant une période de quelques heures. Pour évaluer le bruit en l'absence de l'installation, une des méthodes suivantes doit être retenue, en fonction des caractéristiques de l'installation à l'étude. Il est à noter que les méthodes sont données par ordre de préférence. Il faudra donc utiliser la première méthode applicable.

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

6.2.5.4.1. Poste électrique

Pour mesurer le bruit en l'absence de l'installation dans le cas d'un poste électrique, le SAMBP ou le système *AnalyseStat — PULSE* peut être utilisé. Ces systèmes permettent d'extraire le L_{eq} en l'absence du poste du L_{eq} du bruit ambiant. De plus, le système *AnalyseStat — PULSE* permet de faire cette opération sur le niveau statistique L_{05} .

Dans certains cas, il n'est pas possible de mesurer le bruit en l'absence du poste avec le SAMBP ou en utilisant le système *AnalyseStat — PULSE* à cause des limitations associées à ces systèmes (mentionnées dans les manuels d'utilisation). Le bruit en l'absence du poste est alors évalué en utilisant une des sections suivantes.

6.2.5.4.2. Installation avec sources de bruit pouvant être arrêtées

Lorsque les équipements d'une installation peuvent être arrêtés momentanément et simultanément, la démarche suivante doit être suivie:

- Arrêt des équipements de l'installation à l'étude.
- Mesure du bruit en l'absence de l'installation aux emplacements de mesurage.
- Démarrage des équipements de l'installation à l'étude.
- Mesure du bruit ambiant aux emplacements de mesurage.
- Arrêt des équipements de l'installation à l'étude.
- Mesure du bruit en l'absence de l'installation aux emplacements de mesurage.

6.2.5.4.3. Installation avec sources de bruit arrêtées ou absentes pendant une période de temps

Cette méthode peut s'appliquer lors de la mise en service d'une installation, pour un chantier de construction ou lorsqu'une installation fait l'objet d'un arrêt temporaire. Il faut alors mesurer le bruit en l'absence de l'installation avant ou après la mesure du bruit ambiant selon le cas.

Lors de l'application de cette méthode, il faut tenter de minimiser le temps entre la mesure du bruit ambiant et la mesure du bruit en l'absence de l'installation.

6.2.5.4.4. Installation ne pouvant être arrêtée mais pour laquelle on peut trouver un site similaire

Lorsque les sources de bruit d'une installation ne sont jamais à l'arrêt simultanément mais qu'on peut trouver, à proximité, un site où l'ambiance sonore est semblable au site à l'étude, la mesure du bruit en l'absence de l'installation doit se faire de la façon suivante:

- Recherche de sites hors de l'influence acoustique de l'installation évaluée et dont l'environnement sonore est jugé équivalent à celui que l'on retrouve aux emplacements de mesurage du bruit ambiant.
- Mesure du bruit en l'absence de l'installation à un ou plusieurs emplacements avant et après la mesure du bruit ambiant.

Les emplacement de mesurage doivent se situer à des distances équivalentes des principales sources de bruit qui ont été identifiées lors des mesures de bruit ambiant, à l'exception bien entendu des sources de bruit de l'installation qui doivent être inaudibles.

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

6.2.5.4.5. Installation ne pouvant être arrêtée et pour laquelle il n'y a pas de site similaire

Lorsque les sources de bruit d'une installation ne sont jamais à l'arrêt simultanément et qu'il n'est pas possible de trouver, à proximité, un site où l'ambiance sonore est semblable au site à l'étude, le bruit en l'absence de l'installation est obtenu au moyen des tableaux 1 et 2. Le tableau 1 donne le niveau sonore global en l'absence de l'installation en considérant l'utilisation du sol prédominant et le moment de la journée (jour ou nuit). Le tableau 2 donne les corrections à apporter au niveau global pour obtenir le spectre en fréquence du bruit en l'absence de l'installation. Les paragraphes suivants donnent une description détaillée des différentes utilisations du sol données dans le tableau 1.

Espace industriel et commercial bruyant (catégorie 1): Conditions de trafic très dense comme par exemple dans un espace commercial d'un centre ville achalandé; près de réseaux de transport lourd achalandés sur lesquels on peut trouver des camions, des trains ou d'autres types de trafic lourd; et aux intersections où on retrouve plusieurs autobus et camions lourds qui accélèrent.

Espace industriel et commercial modérément bruyant et zone résidentielle bruyante (catégorie 2): Conditions similaires à celles décrites pour la catégorie 1, mais avec un trafic moins dense; routes sur lesquelles on retrouve du trafic automobile relativement lourd ou rapide, mais où le trafic de camions lourds n'est pas extrêmement dense; routes sur lesquelles on retrouve des autobus.

Espace industriel et commercial silencieux, zone résidentielle normale et banlieue bruyante (catégorie 3): Conditions de trafic léger où il n'y a pas de transport lourd et relativement peu de passages d'automobiles et de camions, et où ces véhicules fonctionnent généralement à vitesse modérée. Les rues résidentielles et commerciales et les intersections avec peu de trafic sont incluses dans cette catégorie.

Espace résidentiel silencieux et banlieue normale (catégorie 4): Ces secteurs sont similaires à ceux décrits pour la catégorie 3 mais, pour cette catégorie, le bruit provient du trafic éloigné ou n'est pas identifiable.

Banlieue silencieuse (catégorie 5): Ces secteurs sont isolés, loin des sources de bruit importantes et peuvent être localisés dans des zones protégées comme dans une vallée boisée.

Banlieue très silencieuse et milieu rural résidentiel (catégorie 6): Ces secteurs sont similaires à ceux décrits pour la catégorie 4 mais sont généralement isolés et on n'y retrouve pas ou peu de sources de bruit.

Tableau 1: Bruit typique en l'absence de l'installation en fonction de l'utilisation du sol

Catégorie	Description	Niveau de bruit (dBA)	
		Jour	Nuit
1	Espace industriel et commercial bruyant	69	61
2	Espace industriel et commercial modérément bruyant et zone résidentielle bruyante	64	57
3	Espace industriel et commercial silencieux, zone résidentielle normale et banlieue bruyante	53	47
4	Espace résidentiel silencieux et banlieue normale	53	47
5	Banlieue silencieuse	48	42
6	Banlieue très silencieuse et milieu rural résidentiel	43	37

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

Tableau 2: Corrections à apporter aux niveaux du tableau 2 pour obtenir le spectre sonore du bruit en l'absence de l'installation en dBA

Fréquence centrale	Correction pour obtenir le spectre en bande 1/3 d'octave	Correction pour obtenir le spectre en bande d'octave	Fréquence centrale	Correction pour obtenir le spectre en bande 1/3 d'octave	Correction pour obtenir le spectre en bande d'octave
25	-40,7		800	-10,5	
31	-35,4	-30,4	1000	-12,0	-7,0
40	-30,6		1250	-13,4	
50	-26,2		1600	-14,0	
63	-22,2	-17,2	2000	-14,8	-9,8
80	-19,5		2500	-15,7	
100	-17,1		3150	-16,8	
125	-15,1	-10,1	4000	-18,0	-13,0
160	-13,4		5000	-19,5	
200	-11,9		6300	-21,1	
250	-11,6	-6,6	8000	-24,1	-19,1
315	-11,6		10000	-26,5	
400	-10,8		12500	-29,3	
500	-10,2	-5,2			
630	-9,9				

6.2.6. Informations à consigner

Toutes les informations pertinentes, les observations et les données doivent être consignées au moment de réaliser les mesures ou lors du traitement des données. Ces renseignements serviront de base au rapport de mesure. Les éléments donnés aux paragraphes suivants sont requis à moins qu'ils ne soient suivis de l'annotation «recommandé». Il est à noter que toutes les dimensions doivent être exprimées avec des unités du Système international (SI).

L'annexe 1 donne un exemple de formulaire qui peut être utilisé pour la présentation des données et des résultats.

6.2.6.1. Information générale

- Nom de l'installation et type d'installation mesuré.
- Raison de la mesure.
- Identification des règlements, normes, procédures ou autres méthodes de mesure utilisées et description de tout écart par rapport aux méthodes de mesure prescrites.
- Nom de la ou des personnes responsables des mesures.
- Photographies du site ou des équipements (recommandé).

6.2.6.2. Appareillage de mesure et conditions météorologiques

- Nom, modèle, numéro de série et fabricant de chacun des appareils de mesure du bruit utilisés.
- Température et humidité relative de l'air.

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

Vitesse et direction du vent à environ 2 m du sol.
Précipitations sous forme de pluie ou de neige.
Couverture nuageuse (%) et angle du soleil avec l'horizon est.
Présence de neige au sol.
Toute autre condition météorologique pouvant affecter le niveau de bruit au microphone de mesure.

6.2.6.3. Emplacements de mesurage

Schéma du site incluant:

- Emplacement de mesurage et emplacement des sources de bruit identifiables.
 - Emplacement de tout objet réfléchissant de dimensions importantes.
 - Emplacement de tout objet faisant obstacle entre les sources de bruit et les emplacements de mesurage.
 - Dimensions, forme et type de surface de la pièce pour les mesures faites à l'intérieur.
- Nature, état et topographie du sol entre la ou les sources de bruit et la ou les positions de mesurage.
Hauteur du microphone.

6.2.6.4. Résultats des mesurages

Date, heure et emplacement de mesurage.
Description des caractéristiques des sources de bruit ambiant audible.
Nature temporelle et variabilité des niveaux sonores mesurés.
Durée des mesures et taux d'échantillonnage de l'analyseur statistique (s'il y a lieu).
Largeurs de bandes utilisées pour les analyses en fréquence.
Informations sur la circulation automobile.
Paramètres mesurés L_{eq} , L_{95} et autres.
Résultats des mesures en dBA (ou avec d'autres pondérations le cas échéant), incluant les spectres en fréquence.
Toute autre information pertinente.

7. Responsabilités

7.1. Responsable de l'implantation

Le chef Lignes, câbles et environnement de la direction Expertise et support technique de transport est responsable de l'implantation et de la révision de la présente procédure de même que de réaliser la vigie dans ce domaine.

7.2. Responsable de l'application

Les directions territoriales Transport, la direction Expertise et support technique de transport, la direction Planification et développement des actifs et la direction Maintenance et services aux clients des télécommunications (ou les unités mandatées par celles-ci) sont responsables de l'application de la présente procédure.

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

8. Participation à la rédaction et à la révision

Date	Détail
2001-12-11	Version originale Personne ayant participé à la rédaction : Blaise Gosselin, Lignes, câbles et environnement, DESTT
2002-06-10	Première révision (modification de la section 6.1 et ajout de l'annexe 2) Personne ayant participé à la révision : Blaise Gosselin, Lignes, câbles et environnement, DESTT Gilles Lemire, pour l'unité LCE

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

Annexe 1

Formulaire suggéré pour la présentation des données

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

Mesure de bruit selon la méthode TET-ENV-P-CONT002

Généralité

Type d'installation faisant l'objet de la mesure :

Poste Ligne Atelier spécialisée Centre de transposition Site Télécom
 Chantier de construction Autre (spécifier) _____

Nom de l'installation: _____

Raison de la mesure : Projet d'équipement Plainte Suivi Autre (spécifier) _____

Photographie: Oui Non

Norme ou règlement utilisé pour la mesure: _____

Appareillage de mesure

Nom de l'appareil	Modèle	Numéro de série	Fabricant

Conditions météorologiques

	Début	Intermédiaire	Fin
Date			
Heure			
Température sèche (°C)			
Température humide (°C)			
Humidité relative (%)			
Vitesse du vent (m/s)			
Direction du vent			
Couverture nuageuse (%)			
Angle solaire (° p/r à l'est)			
Précipitations			
Présence de neige au sol			

Opérateur — Nom: _____

Signature: _____ Date _____

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro
TET-ENV-P-CONT002

Mesurage — Emplacements

Mesurage à l'extérieur Mesurage à proximité d'immeubles Mesurage à l'intérieur

Schéma du site réalisé Nature, état et topographie du sol notée
 Emplacements de mesurage sur le schéma Sources de bruit et obstacles sur le schéma
 Dimensions, forme et type de surface de la pièce notés lors de mesures à l'intérieur

Hauteur du microphone entre 1,2 et 2,0 m du sol : oui non

Si non, indiquer pourquoi : _____

Position du microphone à plus de 3,5 m des grandes surfaces réfléchissantes : oui non
 Position du microphone à plus de 1,5 m des petites surfaces réfléchissantes : oui non
 Position du microphone à au moins 15 m des voies de circulation rapide : oui non
 Position du micro à au moins 30 m du centre des autoroutes et chemins de fer : oui non
 Vérification de la présence d'interférences acoustiques aux emplacements de mesurage : oui non

Si non à une des questions, indiquer pourquoi : _____

Mesurage — Calibrage

	Début	Intermédiaire		Fin
Date				
Heure				
Valeur (dB)				

Opérateur — Nom: _____ Signature: _____ Date _____

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

Emplacement de mesurage: _____

Numéro de la feuille: _____

Mesurage — Résultats (une feuille par emplacement de mesurage)

Numéro de la feuille «Mesurage — Conditions» avec laquelle cette feuille est jumelée: _____

Niveau de bruit ambiant: Date de la mesure: _____ Heure: _____

L_{eq} : L_{95} : Autre:

Joindre l'analyse en fréquence si applicable

Autres commentaires:

Niveau de bruit en l'absence de l'installation:

Mesuré à : Emplacement de mesurage
 L_{eq} : L_{95} : Autre:

Date de la mesure: _____ Heure: _____
Site similaire Table 2 de la procédure

Joindre l'analyse en fréquence si applicable

Autres commentaires:

Niveau de bruit de l'installation: Date de la mesure: _____ Heure: _____
Obtenu par: Calcul (bruit ambiant - bruit en l'absence de l'installation) Mesure et analyse
 L_{eq} : L_{95} : Autre:

Joindre l'analyse en fréquence si applicable

Autres commentaires:

Description des non conformités avec la ou les procédures de mesure:

Opérateur — Nom: _____

Signature: _____ Date _____

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

Annexe 2

Qualification d'un magnétophone pour l'enregistrement de signaux de bruit audible

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

A2.1 Préambule

L'utilisation d'un magnétophone pour l'enregistrement sur site de signaux de bruit audible pour en faire l'analyse en différé au laboratoire est une pratique souvent avantageuse et souhaitable. Toutefois, cette pratique n'est acceptable que dans la mesure où le magnétophone peut reproduire fidèlement les signaux originaux, en termes d'amplitude et de contenu. Il est usuel d'enregistrer sur site un signal étalon (d'amplitude connue) produit par une source normalisée avant et après l'enregistrement des signaux de bruit; cela permet, lors de la reproduction des signaux, a) de leur attribuer leurs justes amplitudes, b) de vérifier que l'étalonnage du magnétophone n'a pas été accidentellement modifié entre le début et la fin de l'enregistrement (l'étalonnage est modifiable par un ou des potentiomètres accessibles). La vérification de la reproduction adéquate du contenu est plus élaborée; heureusement il n'est habituellement pas facile de la modifier sur site. La qualité de la reproduction du contenu peut donc n'être effectuée que périodiquement.

Les magnétophones récents utilisent une technologie numérique. Plusieurs de ces magnétophones utilisent des têtes d'enregistrement et de reproduction montées sur un tambour rotatif; il n'est pas évident que cette configuration permette à ces magnétophones d'offrir la fonction de monitoring réel. En comparaison, les magnétophones de technologie analogique utilisent des têtes séparées d'enregistrement et de lecture qui sont immobiles et placées physiquement l'une à côté de l'autre; cette configuration permet le monitoring, c'est-à-dire de reproduire le signal immédiatement après son enregistrement (avec un bref délai égal au temps de défilement de la bande de la tête d'enregistrement à celle de reproduction). Dans le cas des magnétophones numériques n'offrant pas le monitoring réel, la réponse en fréquences, telle que définie en A2.3.6, ne peut être évaluée, à moins de disposer d'instruments sophistiqués. Pour ces magnétophones, la procédure s'appuiera sur la vérification de la réponse estimée en fréquences, telle que définie en A2.3.7.

Mentionnons que certains magnétophones numériques à têtes rotatives présentent immédiatement, lors de l'enregistrement, un signal à la sortie; c'est le cas du modèle TCD-D10 ProII de Sony. Il semble qu'il ne s'agisse pas toutefois d'une fonction de monitoring réel puisque ce signal de sortie est présent dès que le mode enregistrement est sélectionné peu importe que la bande défile ou pas; le 'monitoring' obtenu ne couvrirait donc pas les étapes d'enregistrement sur la bande et la reproduction à partir de celle-ci. Dans le cas de cet appareil, il est requis de vérifier la réponse estimée en fréquences.

A2.2 But et champ d'application

La présente annexe a été développée pour indiquer les exigences de TransÉnergie en matière de qualification des magnétophones utilisés pour l'enregistrement de signaux de bruit audible. Elle s'applique à tout magnétophone utilisé pour enregistrer et reproduire en différé des signaux de bruit audible capté sur les propriétés d'Hydro-Québec, aux limites de celles-ci ou à tout autre endroit jugé requis ou utile en vertu d'une exigence légale ou d'une autre exigence.

Les magnétophones à technologie exclusivement analogique doivent de plus avoir fait l'objet d'une vérification de leurs performances par un organisme accrédité à cette fin dans les douze (12) mois précédant leur utilisation pour Hydro-Québec.

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

A2.3 Définitions

A2.3.1 Amplitude globale

Amplitude d'un signal résultant de la somme logarithmique des amplitudes de chacune des bandes de fréquences d'intérêt dont est composé le signal.

A2.3.2 Bande de fréquence d'intérêt

L'une ou l'autre des bandes de fréquences tiers d'octave dont la fréquence centrale est comprise entre 50 et 10 000 Hz, tel que définies dans la norme ANSI S1.1-1986 «Specification for octave-band and fractional-octave-band analog and digital filters».

A2.3.3 Fonction de transfert

Rapport en une fréquence, ou bande de fréquences, donnée entre le signal instantané à la sortie d'un système et le signal instantané à l'entrée de ce système. Ce rapport comporte un module et une phase; la phase est cependant sans conséquence pour les fins de cette procédure.

A2.3.4 Module moyen

Amplitude égale à la moyenne arithmétique des amplitudes de la réponse en fréquences, ou de la réponse estimée, selon le cas, pour les bandes de fréquences d'intérêt.

A2.3.5 Monitoring réel

Fonction dont sont munis certains magnétophones qui permet de reproduire en sortie, avec un bref délai, le signal qui est en cours d'enregistrement. Le signal à l'entrée est transféré sur la bande magnétique puis immédiatement reproduit à partir de celle-ci. Le signal reproduit passe donc par toutes les étapes de l'enregistrement et de la reproduction.

A2.3.6 Réponse en fréquences

Module (amplitude) de la fonction de transfert.

A2.3.7 Réponse estimée en fréquences

Rapport en une fréquence, ou bande de fréquences, donnée entre l'amplitude *moyenne* du signal à la sortie d'un système et l'amplitude *moyenne* du signal à l'entrée de ce système, ces signaux étant comparés en différé. Le signal de sortie à considérer doit être celui qui résulte de la transformation par le système du signal d'entrée. Ce rapport comporte un module mais ne comporte pas de phase.

A2.3.8 Système

Tout dispositif qui a au moins un signal d'entrée et un ou plusieurs signaux de sortie. Aux fins de la présente procédure, chaque piste d'un magnétophone reliée à un connecteur d'entrée (enregistrement) et un autre de sortie (reproduction) constitue un système.

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

A2.4 Contenu

A2.4.1 Options de qualification

Les magnétophones doivent respecter les exigences de la section 8.7.1 de la norme ANSI S1.13-1995 : Measurement of Sound Pressure Levels in Air. Deux options sont offertes pour s'assurer du respect de ces exigences:

- A) Faire étalonner l'appareil par un laboratoire compétent en la matière et délivrant un certificat d'étalonnage prouvant le respect des exigences.
- B) Vérifier l'appareil en appliquant les sections A2.4.2 à A2.4.5 de la présente annexe. Cette vérification est basée sur la section 8.7.3.2 de la norme ANSI S1.13-1995 : Measurement of Sound Pressure Levels in Air.

Il est à noter que la vérification doit avoir été faite au cours des deux (2) années précédant l'utilisation de l'appareil.

A2.4.2 Évaluation de la réponse en fréquences

L'évaluation de la réponse en fréquences n'est possible que pour les magnétophones offrant une fonction de monitoring réel. Les magnétophones ne satisfaisant pas à cette exigence doivent être soumis à l'évaluation de la réponse estimée en fréquences, décrite au paragraphe A2.4.3.

Cette évaluation est faite en ayant recours à une source de signal aléatoire, couvrant au minimum les bandes de fréquences d'intérêt, et à un analyseur de signal à deux voies, ou plus, qui est capable de mesurer la fonction de transfert entre les signaux des deux voies de mesure. La pondération A doit être appliquée aux deux signaux analysés. L'analyse doit être faite préférentiellement en bandes tiers d'octave; l'analyse en bandes étroites (ou fines) n'est acceptable que si l'analyseur permet de synthétiser a posteriori les bandes tiers d'octave à partir des résultats en bandes étroites. L'analyse doit couvrir toutes les bandes de fréquences d'intérêt.

La source de signal aléatoire doit au préalable réussir le test de qualification décrit à la section A2.5.1.1. L'analyseur servant à l'évaluation doit au préalable réussir le test de qualification décrit au paragraphe A2.5.2.

La démarche d'évaluation consiste à quantifier la fonction de transfert entre les deux signaux reliés à l'analyseur. L'un de ces signaux provient directement de la source de signal aléatoire, l'autre provient de la sortie monitoring du magnétophone; le signal de la source aléatoire doit également être relié à l'entrée de la piste sous évaluation du magnétophone. La figure A2.1 présente les branchements requis.

L'évaluation doit être effectuée pour toutes les pistes du magnétophone. Dans chaque cas, trois niveaux d'enregistrement distincts, affichés par le magnétophone, doivent être utilisés: le premier niveau correspond au niveau maximal admissible par le magnétophone sans qu'il y ait surcharge; le second correspond à un niveau inférieur par 25 dB au premier; le troisième correspond à un niveau inférieur par 50 dB au premier.

La section A2.6 présente une démarche détaillée qui guide pas-à-pas un opérateur utilisant les instruments disponibles à l'unité Lignes, câbles et environnement.

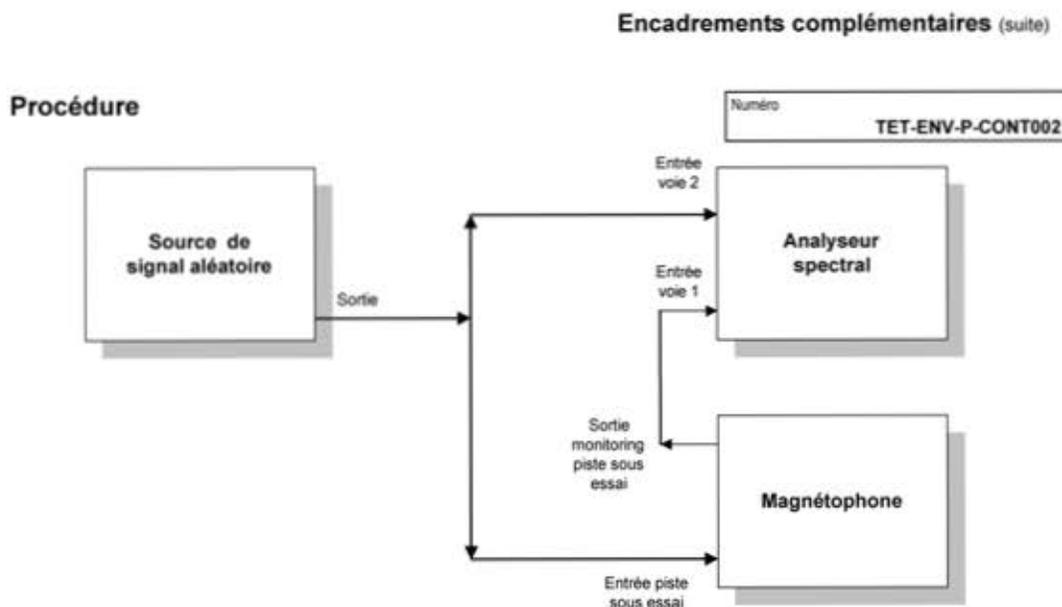


Figure A2.1 Branchements requis pour évaluer la réponse en fréquences.

A2.4.3 Évaluation de la réponse estimée en fréquences

Pour les magnétophones offrant une fonction de monitoring réel, l'évaluation de la réponse en fréquences est possible et est préférable à l'évaluation décrite ci-après; se rapporter alors au paragraphe A2.4.3.

L'évaluation de la réponse estimée est faite en ayant recours à une source de signal aléatoire, couvrant au minimum les bandes de fréquences d'intérêt, et à un analyseur de signal à une voie, ou plus, qui est capable de mesurer le spectre en fréquences (autospectre) du signal présent à son entrée. L'analyse doit être faite préférentiellement en bandes tiers d'octave; l'analyse en bandes étroites (ou fines) n'est acceptable que si l'analyseur permet de synthétiser a posteriori les bandes tiers d'octave à partir des résultats en bandes étroites. L'analyse doit couvrir toutes les bandes de fréquences d'intérêt.

La source de signal aléatoire doit au préalable réussir les tests de qualification décrit à la section A2.5.1.

La démarche d'évaluation en deux étapes consiste à:

- a) enregistrer sur la piste sous essai du magnétophone un échantillon du signal de la source aléatoire d'une durée minimale de 60 secondes.
- b) évaluer le spectre en fréquences (autospectre), avec la pondération A, du signal provenant directement de la source aléatoire, puis du signal reproduit par la piste sous essai du magnétophone; ces évaluations doivent être d'une durée minimale de 60 secondes chacune.

La figure A2.2 présente les branchements requis dans le cas où un analyseur à deux voies ou plus est utilisé.

L'évaluation doit être effectuée pour toutes les pistes du magnétophone. Dans chaque cas, trois niveaux d'enregistrement distincts, affichés par le magnétophone, doivent être utilisés: le premier niveau correspond au niveau maximal admissible par le magnétophone sans qu'il y ait surcharge; le second correspond à un niveau inférieur par 25 dB au premier; le troisième correspond à un niveau inférieur par 50 dB au premier.

Encadrements complémentaires (suite)

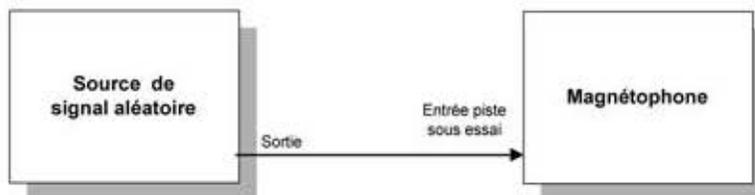
Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

La section A2.6 présente une démarche détaillée qui guide pas-à-pas un opérateur qui utilise les instruments disponibles à l'unité Lignes, câbles et environnement.

1ère étape: enregistrer un échantillon de signal aléatoire



2ème étape: évaluation de la réponse estimée en fréquences

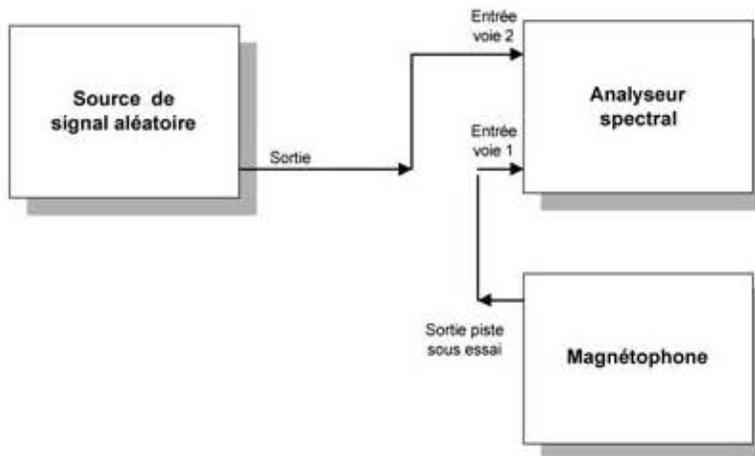


Figure A2.2 Branchements requis pour évaluer la réponse estimée en fréquences.

A2.4.4 Critères

La réponse, ou la réponse estimée, en fréquences d'un magnétophone sera jugée acceptable si, pour chacune des pistes du magnétophone et pour chacun des trois niveaux d'enregistrement, tous les critères suivants sont satisfaits:

- a) pour chacune des bandes de fréquences d'intérêt, l'écart absolu entre le module de la réponse en fréquences, ou de la réponse estimée selon le cas, et le module moyen de cette réponse n'excède pas 3 dB;

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

- b) l'écart absolu entre l'amplitude globale du spectre du signal reproduit et celle du spectre du signal aléatoire ne diffère pas de la valeur absolue du module moyen de la réponse en fréquences, ou de la réponse estimée selon le cas, par plus de 1,5 dBA (la pondération A doit être appliquée aux spectres).

A2.4.5 Informations à consigner dans un rapport d'essai

A2.4.5.1 Magnétophone à l'essai

- marque, modèle et numéro de série;
- piste(s) à l'essai.

A2.4.5.2 Instrumentation

- source de bruit aléatoire: marque, modèle, numéro de série et résultat des essais de qualification (si différente de celle intégrée à l'analyseur BK2032);
- analyseur de signal: marque, modèle, numéro de série et résultat de l'essai de qualification, s'il y a lieu;
- durée de l'échantillonnage de chaque essai.

A2.4.5.3 Données

- résultats de l'évaluation;
- spectres des signaux et de la réponse en fréquences, ou de la réponse estimée, selon le cas;
- calculs;
- identification de l'opérateur;
- date des essais.

A2.5 Test de qualification préalable des instruments

A2.5.1 Qualification de la source de signal aléatoire

A2.5.1.1 Test du contenu en fréquences

Il importe que la source de signal aléatoire produise un signal qui comporte des niveaux d'énergie similaires dans toutes les bandes de fréquences d'intérêt, de façon à éviter d'épuiser la gamme dynamique du magnétophone ou de l'analyseur. Idéalement, le signal aléatoire serait un bruit rose (bruit qui présente la même amplitude dans toutes les bandes de fréquences tiers d'octave).

Pour que la source aléatoire se qualifie aux fins de la présente procédure, le spectre en fréquences (autospectre, sans pondération A ou autre, évalué sur au moins 60 secondes) du bruit de la source aléatoire doit présenter, pour les bandes de fréquences d'intérêt, des amplitudes comprises à l'intérieur d'une plage n'excédant pas 25 dB.

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

A2.5.1.2 Test de la stabilité temporelle

La stabilité temporelle n'est requise que pour l'évaluation de la réponse estimée en fréquences où une comparaison en différé est faite entre les spectres des signaux enregistré et produit par la source aléatoire (se référer à la section A2.4.4).

Il importe alors que le spectre du signal aléatoire ne change pas de façon significative sur une période de temps correspondant, au minimum, au temps requis pour compléter les essais du magnétophone sous évaluation.

Pour que la source aléatoire se qualifie aux fins particulières de la section A2.4.4 de la présente annexe, l'écart absolu, pour chacune des bandes de fréquences d'intérêt, entre les amplitudes de deux spectres (autospectre) du signal aléatoire acquis à quinze minutes d'intervalle, au minimum, ne doit pas excéder 0,5 dB. Cette stabilité peut n'être obtenue qu'après que la source ait atteint une température stable; il est donc recommandé de mettre sous tension la source plusieurs minutes avant de procéder aux essais.

A2.5.1.3 Analyseur Brüel & Kjaer, modèle 2032

La source intégrée à l'analyseur spectral de marque Brüel & Kjaer, modèle 2032, est une source qui possède les qualités décrites auparavant. En outre sa stabilité semble ne pas dépendre du temps, vraisemblablement grâce à réalisation à partir de composants digitaux.

Les étapes ci-après permettent de se servir de la source intégrée.

1. Mettre sous tension l'analyseur BK 2032;
2. Attendre la fin de l'auto test effectué au démarrage; à la fin de ce test, l'écran affiche une diagonale (si l'écran est noir, ajustez le potentiomètre Display Intensity);
3. Faire sortir le tiroir des touches additionnelles;
4. Appuyer sur la touche System Reset du tiroir (en bas et à gauche);
5. Appuyer sur la touche Generator On (à droite de l'écran, 2^{ème} rangée et à gauche);
6. Tourner complètement à gauche le potentiomètre Signal Generator Amplitude, pour réduire l'amplitude du signal à son minimum;
7. Au niveau du tiroir, il y a un groupe de quatre flèches de direction (Field Select); appuyer sur la touche «V» (flèche vers le bas) jusqu'à ce que le curseur de l'écran (zone en surbrillance) soit à droite de FREQ SPAN; taper alors «10k» sur le clavier numérique puis enfoncez la touche ENT;
8. Appuyer sur la touche «V» jusqu'à ce que le curseur de l'écran (zone en surbrillance) soit à droite de GENERATOR; taper alors 3 sur le clavier numérique puis enfoncez la touche ENT;
9. Le signal aléatoire est alors disponible sur le connecteur BNC en bas et à droite; au besoin, on pourra augmenter l'amplitude du signal par le potentiomètre Signal Generator Amplitude.

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

A2.5.2 Qualification de l'analyseur spectral à deux voies, ou plus

Il importe que les deux voies utilisées d'un analyseur spectral produisent les mêmes résultats, à l'intérieur de certaines tolérances, suite à l'analyse d'un même signal à leur entrée. Si tel n'était pas le cas, cet analyseur ne pourrait se qualifier pour évaluer la fonction de transfert entre deux signaux à cause du biais qu'il introduit artificiellement dans l'analyse.

Pour les fins de la présente procédure, un analyseur spectral à deux voies, ou plus, ne sera pas qualifié si, en chacune des bandes de fréquences d'intérêt, le module de la fonction de transfert, évaluée sur une période d'au moins dix secondes alors que le signal aléatoire d'une source qualifiée en vertu la section A2.5.1.1 est simultanément injecté dans les deux voies de mesure, excède $\pm 0,10$ dB. Dans le cas d'un analyseur à plus de deux voies de mesure, la qualification n'est requise que pour les voies de l'analyseur qui sont utilisées pour la qualification du magnétophone.

A2.6 Démarches guidées d'évaluation avec l'analyseur PULSE

L'unité Lignes, câbles et environnement de TransÉnergie dispose d'un analyseur spectral à deux voies de marque Brüel & Kjaer, modèle PULSE. Cet analyseur se prête bien à l'évaluation de la réponse en fréquences d'un magnétophone, telle que prévue dans la présente procédure, pour les raisons suivantes:

- il s'agit d'un analyseur pouvant fonctionner en bandes de fréquences tiers d'octave conforme à la norme ANSI S1.1-1986;
- il s'agit d'un analyseur dont le système de traitement réside sur un ordinateur personnel et qui est fortement intégré à Windows NT et Windows 2000; il est donc facile d'exporter les données acquises ou les résultats du traitement vers d'autres applications, dont le chiffrier Excel;
- il est possible de définir, de sauvegarder et de rappeler une configuration complète de l'analyseur, de façon à pouvoir effectuer à volonté la même analyse.

Cette dernière caractéristique est utilisée ici pour permettre à un utilisateur de pouvoir procéder à l'évaluation d'un magnétophone. Deux configurations ont été définies pour évaluer soit la réponse en fréquences, soit la réponse estimée en fréquences.

Des démarches détaillées utilisent ces configurations pour faire les différentes évaluations requises par la présente procédure. Dans chacune d'elles, suite à l'acquisition, les données seront transférées dans une feuille de calculs Excel appropriée, laquelle se chargera des calculs et du verdict de la qualification.

A2.6.1 Démarche pour l'évaluation de la réponse en fréquences d'un magnétophone

Les étapes à réaliser, dans l'ordre, sont les suivantes:

1. Après s'être assuré que le module d'acquisition «Acquisition Front-end Type 2825» est relié à l'ordinateur par le câble dédié à cette fin, mettre sous-tension l'ordinateur et le module d'acquisition (son interrupteur est situé à l'arrière);
2. Effectuer les branchements requis entre le module d'acquisition, le magnétophone et/ou la source de signal aléatoire; voir la figure A2.1; le signal du magnétophone devrait être relié à l'entrée 1 («Input 1») et celui de la source aléatoire à l'entrée 2; mettre sous tension le magnétophone et la source aléatoire;
3. Charger le ruban et l'avancer jusqu'au début du signal approprié sur la piste sous essai;

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

4. Sur l'ordinateur, lancer l'application «PULSE LabShop»; passer en mode plein écran;
5. Dans le menu File, choisir Open, dans la boîte usuelle d'ouverture de fichier repérer et ouvrir le fichier «MagnetoCPB_H12.pls» (E:\Teste_Magnetophone\MagnetoCPB_H12.pls); répondre non si l'application demande d'enregistrer le projet précédent;
6. À ce stade-ci, l'écran devrait présenter trois graphiques: a) «Frequency Response H2(Signal direct, Signal enregistré) - Input», b) «AutoSpectrum (Signal direct) - Input», c) «AutoSpectrum (Signal enregistré) - Input»;
7. Dans le menu Measurement, sélectionner Activate Template (ou appuyer sur la touche F2); le bruit de fermeture de contacts se fait entendre; attendre quelques secondes pour que l'activation soit terminée avant de passer à l'étape suivante (consulter la barre d'information affichée au bas et à gauche de la fenêtre de «PULSE LabShop»);

Acquisition des données

8. Activer la source de signal aléatoire et le magnétophone (mode enregistrement du signal) pour au moins 30 secondes (au besoin, voir la section A2.5.1.3 pour le fonctionnement de la source aléatoire interne de l'analyseur BK 2032);
9. Dans le menu Measurement, sélectionner Activate Autorange (ou appuyer sur la touche F3); surveiller la fenêtre d'information, lorsque l'opération sera complétée elle redeviendra vide;
10. Activer la source de signal aléatoire et le magnétophone (mode enregistrement du signal) pour la durée de l'acquisition;
11. Dans le menu Measurement, sélectionner Start (ou appuyer sur la touche F5); la durée programmée de l'acquisition est de 60 secondes; un chronomètre est visible dans chacun des graphiques à l'écran;
12. Lorsque l'acquisition est complétée, arrêter le magnétophone;

Recherche des données acquises

13. Dans le menu Organiser, sélectionner Display (ou appuyer simultanément sur les touches CTRL et 4); une nouvelle fenêtre apparaît ayant pour entête Display Organiser;
14. Dans cette fenêtre, développer, si besoin, l'arborescence à partir de la case Function Group jusqu'à ce que les ramifications «Frequency Response H2 (Signal direct, Signal enregistré) - Input», «AutoSpectrum (Signal direct) - Input» et «AutoSpectrum (Signal enregistré) - Input» soient visibles; c'est là que se trouvent les données requises pour l'évaluation;

Exportation des données dans des fichiers au format de type texte

15. Avec le bouton droit de la souris, cliquer sur «AutoSpectrum (Signal direct) - Input» de la fenêtre Display Organiser; dans le menu contextuel ("popup menu"), sélectionner Save puis à l'invite donner un chemin et un nom de fichier pour recevoir les données relatives au signal direct (source aléatoire), à la piste sous essai et au niveau d'enregistrement utilisé (le chemin suggéré est: E:\Teste_Magnetophone\Data\);
16. Avec le bouton droit de la souris, cliquer sur «AutoSpectrum (Signal enregistré) - Input»; dans le menu contextuel, sélectionner Save puis à l'invite donner un chemin et un nom de fichier pour recevoir les

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

données relatives au signal enregistré (magnétophone), à la piste sous essai et au niveau d'enregistrement utilisé (le chemin suggéré est: E:\Teste_Magnetophone\Data\);

17. Avec le bouton droit de la souris, cliquer sur «Frequency Response H2(Signal direct, Signal enregistré) - Input»; dans le menu contextuel, sélectionner Save puis à l'invite donnez un chemin et un nom de fichier pour recevoir les données relatives à cette fonction de transfert, à la piste sous essai et au niveau d'enregistrement utilisé (le chemin suggéré est: E:\Teste_Magnetophone\Data\);
18. Si un autre essai doit être réalisé, fermer la fenêtre Display Organiser, poursuivre à l'étape 2 en omettant les étapes 4 et 5; sinon, retirer la bande du magnétophone, mettre hors tension le magnétophone, la source aléatoire et le module d'acquisition, et fermer l'application «PULSE LabShop» en ne sauvegardant aucun projet sous le nom réservé de «MagnetoCPB_H12.pls»;

Traitement des données acquises

19. Lancer l'application MS Excel et ouvrir le classeur «Magnetophone_H12.xls» (dans E:\Teste_Magnetophone\);

Importation des données placées dans les fichiers textes

20. Demander à ouvrir le fichier associé au signal direct pour la piste à l'étude et pour un niveau d'enregistrement donné (normalement dans E:\Teste_Magnetophone\Data\);
21. L'assistant d'importation s'active; dans la première boîte de dialogue, indiquer d'importer les données à partir de la ligne 84; cliquer sur le bouton Fin; les données demandées apparaissent alors dans une nouvelle feuille de calcul;
22. Sélectionner et copier les données dans les cellules C1 à C24;
23. Passer au classeur «Magnetophone_H12.xls»;
24. Sélectionner la cellule C9 et coller (collage spécial, valeurs);
25. Demander à ouvrir le fichier associé au signal enregistré pour la piste à l'étude et pour le niveau d'enregistrement approprié;
26. L'assistant d'importation s'active; dans la première boîte de dialogue, indiquer d'importer les données à partir de la ligne 84; cliquer sur le bouton Fin; les données demandées apparaissent alors dans une nouvelle feuille de calcul;
27. Sélectionner et copier les données dans les cellules C1 à C24;
28. Passer au classeur «Magnetophone_H12.xls»;
29. Sélectionner la cellule D9 et coller (collage spécial, valeurs);
30. Demander à ouvrir le fichier associé à la fonction de transfert pour la piste à l'étude et pour le niveau d'enregistrement approprié;
31. L'assistant d'importation s'active; dans la première boîte de dialogue, indiquer d'importer les données à partir de la ligne 84; cliquer sur le bouton Fin; les données demandées apparaissent alors dans une nouvelle feuille de calcul;
32. Sélectionner et copier les données dans les cellules C1 à C24;

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

33. Passer au classeur «Magnetophone_H12.xls»;
34. Sélectionner la cellule F9 et coller (collage spécial, valeurs);

Calculs et verdicts

35. Les calculs et les verdicts d'évaluation du magnétophone sont mis à jour automatiquement par Excel; le magnétophone n'est pas qualifié si les mots "non acceptable" apparaissent dans la cellule F36 ou si le mot "non" apparaît dans au moins une des cellules de la plage I9 à I32;
36. Compléter les informations manquantes sur la feuille et l'imprimer pour la conserver;
37. S'il y a d'autres données à traiter, fermer tous les classeurs sauf «Magnetophone_H12.xls» et reprendre à l'étape 20; sinon, quitter Excel sans sauvegarder de fichier sous le nom réservé de «Magnetophone_H12.xls».

Fin de la démarche pour l'évaluation de la réponse en fréquences d'un magnétophone

A2.6.2 Démarche pour l'évaluation de la réponse estimée en fréquences d'un magnétophone

Les étapes à réaliser, dans l'ordre, sont les suivantes:

1. Enregistrer les différents échantillons requis de signal aléatoire sur les voies du magnétophone sous essai; la durée de chacun des échantillons doit être de 60 secondes au moins;
2. Après s'être assuré que le module d'acquisition «Pulse Acquisition FrontEnd BK2825» est relié à l'ordinateur par le câble dédié à cette fin, mettre sous-tension l'ordinateur et le module d'acquisition (son interrupteur est situé à l'arrière);
3. Effectuer les branchements requis entre le module d'acquisition, le magnétophone et/ou la source de signal aléatoire; voir la figure A2.2 - 2^{ème} étape; le signal du magnétophone devrait être relié à l'entrée 1 («Input 1») et celui de la source aléatoire à l'entrée 2; mettre sous tension le magnétophone et/ou la source aléatoire;
4. Charger le ruban et avancer le jusqu'au début du signal approprié sur la piste sous essai;
5. Sur l'ordinateur, lancer l'application «PULSE LabShop»; passer en mode plein écran;
6. Dans le menu File, choisir Open, dans la boîte usuelle d'ouverture de fichier repérer et ouvrir le fichier «MagnetoCPB.pls» (dans le répertoire E:\Teste_Magnetophone\); répondre non si l'application vous demande d'enregistrer le projet précédent;
7. À ce stade-ci, l'écran devrait présenter trois graphiques: a) «PLF Difference», b) «AutoSpectrum (Signal direct) - Input», c) «AutoSpectrum (Signal enregistré) - Input»;
8. Dans le menu Measurement, sélectionner Activate Template (ou appuyer sur la touche F2); le bruit de fermeture de contacts se fait entendre; attendre quelques secondes pour que l'activation soit terminée avant

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

de passer à l'étape suivante (consulter la barre d'information affichée au bas et à gauche de la fenêtre de «PULSE LabShop»);

Acquisition des données

9. Activer la source de signal aléatoire et le magnétophone (mode de reproduction du signal) pour au moins 30 secondes (au besoin, voir le paragraphe A2.5.1.3 pour le fonctionnement de la source aléatoire interne de l'analyseur BK 2032);
10. Dans le menu Measurement, sélectionner Activate Autorange (ou appuyer sur la touche F3); surveiller la fenêtre d'information, lorsque l'opération sera complétée elle redeviendra vide;
11. Arrêter le magnétophone et positionner de nouveau le ruban au début de l'enregistrement;
12. Activer la source de signal aléatoire et le magnétophone (mode de reproduction du signal);
13. Dans le menu Measurement, sélectionner Start (ou appuyer sur la touche F5); la durée programmée de l'acquisition est de 60 secondes; un chronomètre est visible dans chacun des graphiques à l'écran;
14. Lorsque l'acquisition est complétée, arrêter le magnétophone;

Recherche des données acquises

15. Dans le menu Organiser, sélectionner Measurement (ou appuyer simultanément sur les touches CTRL et 2); une nouvelle fenêtre apparaît ayant pour entête Measurement Organiser;
16. Dans cette fenêtre, développer l'arborescence à partir de la case Input jusqu'à ce que les ramifications Autospectrum Signal direct et Autospectrum Signal enregistré soient visibles; c'est là que se trouvent les données requises pour l'évaluation;

Exportation des données dans des fichiers au format de type texte

17. Avec le bouton droit de la souris, cliquer sur Autospectrum Signal direct de la fenêtre Measurement Organiser; dans le menu contextuel ("popup menu"), sélectionner Save, puis PULSE File ASCII; à l'invite, donner un chemin et un nom de fichier pour recevoir les données relatives au signal direct (source aléatoire), à la piste sous essai et au niveau d'enregistrement utilisé (le chemin suggéré est: E:\Teste_Magnetophone\Data\);
18. Avec le bouton droit de la souris, cliquer sur Autospectrum Signal enregistré; dans le menu contextuel, sélectionner Save, puis PULSE File ASCII; à l'invite, donner un chemin et un nom de fichier pour recevoir les données relatives au signal enregistré (magnétophone), à la piste sous essai et au niveau d'enregistrement utilisé (le chemin suggéré est: E:\Teste_Magnetophone\Data\);
19. Si un autre essai doit être réalisé, poursuivre à l'étape 3 en omettant les étapes 5 et 6; sinon retirer la bande du magnétophone, mettre hors tension le magnétophone, la source aléatoire et le module d'acquisition, et fermer l'application «PULSE LabShop» en ne sauvegardant aucun projet sous le nom réservé de «MagnetoCPB.pls»;

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

Traitement des données acquises et importation des données placées dans les fichiers textes

20. Lancer l'application MS Excel et ouvrir le classeur «Magnetophone.xls» (dans le répertoire E:\Teste_Magnetophone\);
21. Demander à ouvrir le fichier associé au signal direct pour la piste à l'étude et pour un niveau d'enregistrement donné (normalement dans le répertoire E:\Teste_Magnetophone\Data\);
22. L'assistant d'importation s'active; dans la première boîte de dialogue, indiquer d'importer les données à partir de la ligne 84; cliquer sur le bouton Fin; les données demandées apparaissent alors dans la feuille de calcul;
23. Sélectionner et copier les données dans les cellules C1 à C24;
24. Passer au classeur «Magnetophone.xls»;
25. Sélectionner la cellule C9 et coller (collage spécial, valeurs);
26. Demander à ouvrir le fichier associé au signal enregistré pour la piste à l'étude et pour le niveau d'enregistrement approprié (normalement dans le répertoire E:\Teste_Magnetophone\Data\);
27. L'assistant d'importation s'active; dans la première boîte de dialogue, indiquer d'importer les données à partir de la ligne 84; cliquer sur le bouton Fin; les données demandées apparaissent alors dans la feuille de calcul;
28. Sélectionner et copier les données dans les cellules C1 à C24;
29. Passer au classeur «Magnetophone.xls»;
30. Sélectionner la cellule D9 et coller (collage spécial, valeurs);

Calculs et verdicts

31. Les calculs et les verdicts d'évaluation du magnétophone sont mis à jour automatiquement par Excel; le magnétophone n'est pas qualifié si les mots "non acceptable" apparaissent dans la cellule F36 ou si le mot "non" apparaît dans au moins une des cellules de la plage I9 à I32;
32. Compléter les informations manquantes sur la feuille et l'imprimer pour la conserver;
33. S'il y a d'autres données à traiter, fermer tous les classeurs sauf «Magnetophone.xls» et reprendre à l'étape 21; sinon, quitter Excel sans sauvegarder de fichier sous le nom réservé de «Magnetophone.xls».

Fin de la démarche pour l'évaluation de la réponse estimée en fréquences d'un magnétophone.

A2.6.3 Démarche pour la qualification de la source aléatoire et de l'analyseur spectral

La démarche guidée décrite ci-après permet de vérifier la qualification de la source aléatoire en relation avec le critère énoncé au paragraphe A2.5.1.1, et, en option, la qualification de l'analyseur spectral PULSE en relation avec le critère énoncé au paragraphe A2.5.2. La qualification de la source aléatoire en relation avec le critère énoncé au paragraphe A2.5.1.2 sera abordée la section A2.6.4.

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

Les étapes, dans l'ordre, sont les suivantes:

1. Après s'être assuré que le module d'acquisition «Acquisition Front-end Type 2825» est relié à l'ordinateur par le câble dédié à cette fin, mettre sous tension l'ordinateur et le module d'acquisition (son interrupteur est situé à l'arrière);
2. Effectuer les branchements requis entre le module d'acquisition et la source de signal aléatoire; le signal de la source aléatoire devrait être relié aux deux entrées de l'analyseur («Input 1» et «Input 2»); mettre sous tension la source aléatoire;
3. Sur l'ordinateur, lancer l'application «PULSE LabShop»; passer en mode plein écran;
4. Dans le menu File, choisir Open, dans la boîte usuelle d'ouverture de fichier repérer et ouvrir le fichier «MagnetocPB_H12.pls» (dans le répertoire E:\Teste_Magnetophone); répondre non si l'application vous demande d'enregistrer le projet précédent;
5. À ce stade-ci, l'écran devrait présenter trois graphiques: a) «Frequency Response H2(Signal direct, Signal enregistré) - Input», b) «AutoSpectrum (Signal direct) - Input», c) «AutoSpectrum (Signal enregistré) - Input»;
6. Dans le menu Measurement, sélectionner Activate Template (ou appuyer sur la touche F2); le bruit de fermeture de contacts se fait entendre; attendre quelques secondes pour que l'activation soit terminée avant de passer à l'étape suivante (consulter la barre d'information affichée au bas et à gauche de la fenêtre de «PULSE LabShop»);

Acquisition des données

7. Activer la source de signal aléatoire pour la durée de l'acquisition;
8. Dans le menu Measurement, sélectionner Activate Autorange (ou appuyer sur la touche F3); surveiller la barre d'information, lorsque l'opération sera complétée elle redeviendra vide;
9. Dans le menu Measurement, sélectionner Start (ou appuyer sur la touche F5); la durée programmée de l'acquisition est de 60 secondes; un chronomètre est visible dans chacun des graphiques à l'écran; attendre la fin de l'acquisition avant de poursuivre;

Analyse des données acquises pour qualifier la source aléatoire

10. Sélectionner le graphique «AutoSpectrum (Signal direct) - Input» ou le graphique «AutoSpectrum (Signal enregistré) - Input»; si l'échelle verticale du graphique n'est pas adéquate, placer le curseur de la souris sur cet axe, le curseur devient un trait vertical avec des pointes de flèches; cliquer alors avec le bouton gauche de la souris pour que l'échelle s'ajuste automatiquement;
11. Noter, en déplaçant le curseur du graphique (cliquer avec la souris dans le graphe ou utiliser les flèches du clavier), les amplitudes pour les bandes de 50 à 10 000 Hz; les amplitudes peuvent être lues dans le tableau à droite du graphique;
12. Vérifier que l'écart entre la plus grande et la plus petite amplitude n'excède pas 25 dB (vingt-cinq); si tel n'était pas le cas, la source de signal aléatoire ne serait pas qualifiée pour les fins de la présente procédure;

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

Analyse des données acquises pour qualifier l'analyseur (optionnel)

13. Sélectionner le graphique «Frequency Response H2(Signal direct, Signal enregistré) - Input»; ajuster au besoin l'échelle verticale du graphique en cliquant avec le bouton gauche de la souris sur l'axe;
14. Noter, en déplaçant le curseur du graphique, la valeur absolue de l'amplitude, pour les bandes de 50 à 10 000 Hz;
15. Noter la plus grande amplitude observée (valeur absolue); si cette amplitude excède 0,10 dB, l'analyseur n'est pas qualifié pour les fins de la présente procédure;

Fin de l'essai

16. L'essai peut être répété en poursuivant à l'étape 7; sinon, fermer l'application «PULSE LabShop» (ne pas sauvegarder de fichier sous le nom réservé de «MagnetocPB_H12.pls»).

Fin de la démarche pour la qualification de la source aléatoire et de l'analyseur spectral.

A2.6.4 Démarche pour la qualification de la source aléatoire - stabilité temporelle

La qualification de la source aléatoire en relation avec le critère énoncé à la section A2.5.1.2 requiert de comparer les spectres en fréquences du signal aléatoire acquis à au moins quinze minutes d'intervalle. La démarche guidée suivante permet d'acquérir les données requise à cette vérification. Les étapes, dans l'ordre, sont:

1. Après s'être assuré que le module d'acquisition «Acquisition Front-end Type 2825» est relié à l'ordinateur par le câble dédié à cette fin, mettre sous tension l'ordinateur et le module d'acquisition;
2. Effectuer les branchements requis entre le module d'acquisition et la source de signal aléatoire; le signal de la source aléatoire devrait être relié aux deux entrées de l'analyseur («Input 1» et «Input 2»); mettre sous tension la source aléatoire;
3. Sur l'ordinateur, lancer l'application «PULSE LabShop»; passer en mode plein écran;
4. Dans le menu File, choisir Open, dans la boîte usuelle d'ouverture de fichier repérer et ouvrir le fichier «MagnetocPB_H12.pls» (dans le répertoire E:\Teste_Magnetophone\); répondre non si l'application vous demande d'enregistrer le projet précédent;
5. À ce stade-ci, l'écran devrait présenter trois graphiques: a) «Frequency Response H2(Signal direct, Signal enregistré) - Input», b) «AutoSpectrum (Signal direct) - Input», c) «AutoSpectrum (Signal enregistré) - Input»;
6. Dans le menu Measurement, sélectionner Activate Template (ou appuyer sur la touche F2); le bruit de fermeture de contacts se fait entendre; attendre quelques secondes pour que l'activation soit terminée avant de passer à l'étape suivante (consulter la barre d'information affichée au bas et à gauche de la fenêtre de «PULSE LabShop»);

Encadrements complémentaires (suite)

Procédure

Numéro

TET-ENV-P-CONT002

Acquisition des données

7. Activer la source de signal aléatoire pour la durée de l'acquisition;
8. Dans le menu Measurement, sélectionner Activate Autorange (ou appuyer sur la touche F3); surveiller la barre d'information, lorsque l'opération sera complétée elle redeviendra vide;
9. Dans le menu Measurement, sélectionner Start (ou appuyer sur la touche F5); la durée programmée de l'acquisition est de 60 secondes; un chronomètre est visible dans chacun des graphiques à l'écran; attendre la fin de l'acquisition avant de poursuivre;
10. Sélectionner le graphique «AutoSpectrum (Signal direct) - Input» ou le graphique «AutoSpectrum (Signal enregistré) - Input»; si l'échelle verticale du graphique n'est pas adéquate, placer le curseur de la souris sur cet axe, le curseur devient un trait vertical avec des pointes de flèches; cliquer alors avec le bouton gauche de la souris pour que l'échelle s'ajuste automatiquement;
11. Prendre note des amplitudes à chacune des bandes de fréquences lues en déplaçant le curseur du graphique (cliquer avec la souris dans le graphe ou utiliser les flèches du clavier);
12. Attendre quinze minutes, ou plus, et répéter les étapes 9 à 11;
13. Fermer l'application «PULSE LabShop» (ne pas sauvegarder de fichier sous le nom réservé de «MagnetoCPB_H12.pls»);

Analyse des données acquises pour qualifier la source aléatoire

14. La source aléatoire n'est pas qualifiée en vertu de la stabilité temporelle requise si, en chacune des bandes de fréquences d'intérêt, l'écart absolu entre les amplitudes correspondantes des deux spectres excède 0,5 dB.

Fin de la démarche pour la qualification de la source aléatoire - stabilité temporelle.

Procédure TET-ENV-P-CONT003



Encadrements complémentaires

Page 1 de 26

Procédure		Numéro TET-ENV-P-CONT003	
Titre Évaluation in-situ des puissances acoustiques des transformateurs de puissance, de mise à la terre et de services auxiliaires et des inductances shunt en exploitation		Émis le (A M J) 2002-07-05	Révisé le (A M J) 2014-12-10
		En vigueur le (A M J) 2015-01-01	
Unité concernée Hydro-Québec TransÉnergie (HQT)	Préparé ou révisé par Blaise Gosselin, ing. <i>Blaise Gosselin</i>	A M J 2014-12-10	
Validé par <i>V. Côté</i> Véronique Côté, Chef Environnement réseau de transport	A M J 2014-12-10	Unité administrative responsable Unité Soutien lignes et environnement, direction Plans et soutien opérationnel, VPEI, HQT	
Approuvé par <i>D. Charrier</i> Dominique Charrier, Chef Soutien lignes et environnement	2014-12-16	Processus concerné Assurer la disponibilité et la pérennité du réseau de façon optimale	

Note : Avant d'utiliser ou de reproduire ce document, veuillez-vous assurer qu'il s'agit de la plus récente version en vigueur en vérifiant sur le site intranet de Hydro-Québec TransÉnergie.

Table des matières

1. But	4
2. Champ d'application	4
3. Définitions	4
3.1. Auxiliaire de refroidissement	4
3.2. Bande de fréquence critique	4
3.3. Bandes de fréquence d'intérêt	4
3.4. Bande de fréquence dominante	4
3.5. Contour prescrit	5
3.6. Critère de qualité	5
3.7. Distance de mesure	5
3.8. Index pression-intensité résiduelle (L_2)	5
3.9. Indicateur de qualité	5
3.10. Intensité acoustique (I)	5
3.11. Intensité acoustique moyenne (I)	5
3.12. Intensité acoustique normale	5
3.13. Mode de refroidissement	5
3.14. Module	5
3.15. Niveau de bruit résiduel	5
3.16. Niveau de pression acoustique (L_p)	6
3.17. Niveau de puissance acoustique (L_w)	6
3.18. Niveau d'intensité acoustique normale (L_n)	6
3.19. Niveau global	6

© Hydro-Québec TransÉnergie, 2006
 Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique, mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit d'Hydro-Québec TransÉnergie.

Procédure	Numéro
	TET-ENV-P-CONT003
3.20. Niveau global moyen	7
3.21. Niveau moyen de pression acoustique (L_p)	7
3.22. Niveau moyen d'intensité acoustique (L_I)	7
3.23. Norme CEI	7
3.24. OFAF	7
3.25. ONAF	7
3.26. ONAN	7
3.27. Pression acoustique	7
3.28. Puissance acoustique (W)	8
3.29. Sonde	8
3.30. Sources perturbatrices	8
3.31. Surface de mesure	8
3.32. Surface de rayonnement principale	8
4. Références	8
4.1. Hydro-Québec (HQ)	8
4.2. Commission électrotechnique internationale (CEI)	8
4.3. Organisation internationale de normalisation (ISO)	8
5. Considérations	9
5.1. Environnement	9
5.2. Sécurité	9
6. Contenu	9
6.1. Références à la norme CEI 60076-10 : 2001	9
6.2. Instrumentation, étalonnage et vérification	9
6.2.1. Capteur de vitesse	9
6.2.2. Moyenne et intégration	10
6.2.3. Vérification in-situ	10
6.3. Pression versus intensité acoustiques	10
6.4. Environnement d'essai	10
6.4.1. Site d'essai	10
6.4.2. Conditions atmosphériques	10
6.4.3. Niveau de bruit résiduel	10
6.5. Conditions de charge et de refroidissement des équipements	10
6.5.1. Conditions d'exploitation	10
6.5.2. Conditions de refroidissement	11
6.5.3. Informations à consigner	11
6.6. Établissement des surfaces de mesure	11
6.6.1. Surface de rayonnement principale	11
6.7. Contour prescrit	11
6.8. Mesures	12
6.9. Calcul de la superficie de la surface de mesure	12
6.10. Fonctions mathématiques utilisées pour le calcul des niveaux	12
6.10.1. Fonction <i>Signe</i>	13
6.10.2. Fonction <i>Somme</i>	13
6.10.3. Fonction <i>Moyenne</i>	13
6.10.4. Fonction <i>Niveau_Global</i>	13
6.11. Calculs des niveaux moyens de pression et d'intensité acoustiques	14

Procédure	Numéro
	TET-ENV-P-CONT003
6.11.1. Mesures par balayage	14
6.11.2. Mesure par points fixes	16
6.12. Indicateur d'acceptabilité de l'environnement d'essai	20
6.13. Bandes de fréquence critiques	20
6.14. Indicateur de répétabilité	21
6.15. Calcul des niveaux de puissance acoustique de l'équipement	22
6.15.1. Auxiliaires de refroidissement localisés à moins de 3 mètres de la surface de rayonnement principale 22	
6.15.2. Auxiliaires de refroidissement localisés à 3 mètres ou plus de la surface de rayonnement principale 23	
6.16. Présentation des résultats	24
7. Responsabilités	25
7.1. Responsable de l'implantation	25
7.2. Responsable de l'application	26
8. Participation à la rédaction et à la révision	26

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
-----------	-----------------------------

1. But

Lors de la réalisation des études de bruit de postes, il est généralement requis d'évaluer in-situ les puissances acoustiques des équipements électriques en exploitation, en particulier les transformateurs de puissance et les inductances shunt et, à l'occasion, les transformateurs de services auxiliaires et les transformateurs de mise à la terre (MALT).

Cette procédure a pour but d'encadrer l'évaluation des puissances acoustiques de ces équipements lorsqu'ils sont en exploitation dans les installations d'Hydro-Québec, en donnant les détails de l'instrumentation requise et en précisant les méthodes à utiliser pour réaliser les mesures et les calculs de puissances acoustiques.

La technique utilisée dans cette procédure consiste à intégrer l'intensité acoustique normale sur une surface de mesure qui renferme l'équipement faisant l'objet de l'évaluation pour permettre le calcul de la puissance acoustique.

2. Champ d'application

La présente procédure s'applique au personnel d'Hydro-Québec et aux consultants externes ayant à réaliser des évaluations de puissances acoustiques de transformateurs de puissance, de services auxiliaires et de MALT ainsi que d'inductances shunt dans les postes en exploitation.

Cette procédure est une révision complète de la procédure TET-ENV-P-CONT003 «Évaluation de la puissance acoustique des transformateurs et des inductances en exploitation» datée du 5 juillet 2002. Le numéro de la procédure est inchangé mais le contenu a été revu en profondeur.

3. Définitions

3.1. Auxiliaire de refroidissement

Équipement auxiliaire servant au refroidissement de l'équipement principal. Il s'agit généralement de radiateurs munis ou non de ventilateurs permettant de faire circuler l'air entre les ailettes et munis ou non de pompes permettant de faire circuler l'huile dans les conduits des radiateurs.

3.2. Bande de fréquence critique

Bande de fréquence d'un spectre de tiers d'octave pour laquelle la différence entre la valeur du niveau global du spectre en dBA et la valeur du niveau de la bande de fréquence en question en dBA est inférieure ou égale à 15 dBA. Les niveaux acoustiques à utiliser pour cette évaluation doivent tenir compte du sens de propagation (signe). La section 6.13 donne les détails.

3.3. Bandes de fréquence d'intérêt

Toutes les bandes de fréquence de tiers d'octave allant de 50 Hz à 5000 Hz inclusivement à moins que les caractéristiques de l'instrumentation utilisée ne permettent pas de mesurer adéquatement certaines de ces bandes de fréquence. Les bandes de fréquences d'intérêt doivent toutefois comprendre au minimum les bandes allant de 50 Hz à 1250 Hz.

3.4. Bande de fréquence dominante

Bande de fréquence d'un spectre de tiers d'octave dont le niveau en dBA est le plus élevé du spectre.

© Hydro-Québec TransÉnergie, 2006

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique, mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit d'Hydro-Québec TransÉnergie.

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
-----------	-----------------------------

3.5. Contour prescrit

Ligne horizontale localisée à une distance horizontale définie (voir la définition de distance de mesure) de la surface de rayonnement principale. Le ou les contours prescrits sont localisés sur la surface de mesure et les relevés de pression et d'intensité acoustiques sont faits sur ce ou ces contours.

3.6. Critère de qualité

Valeur maximale associée à un indicateur de qualité.

3.7. Distance de mesure

Distance horizontale entre la surface de rayonnement principale et la surface de mesure.

3.8. Index pression-intensité résiduelle (L_d)

Différence entre le niveau de pression acoustique et le module du niveau d'intensité acoustique mesurés, lorsqu'une sonde d'intensité acoustique est placée dans un champ sonore tel que la pression acoustique est uniforme dans tout le volume contenant la sonde.

3.9. Indicateur de qualité

Paramètre permettant d'établir la fiabilité ou la précision des résultats obtenus lors des mesures.

3.10. Intensité acoustique (I)

Grandeur vectorielle décrivant la quantité et le sens du flux d'énergie acoustique à un endroit donné. Elle est exprimée en watt/m^2 .

3.11. Intensité acoustique moyenne (\bar{I})

Intensité acoustique normale intégrée sur la surface de mesure ou sur le contour prescrit. Elle est exprimée en watt/m^2 .

3.12. Intensité acoustique normale

Composante de l'intensité acoustique perpendiculaire à la surface de mesure. Sa direction positive pointe vers l'extérieur de la surface de mesure, c'est-à-dire du côté opposé à l'équipement faisant l'objet de l'évaluation. Elle est exprimée en watt/m^2 .

3.13. Mode de refroidissement

Les transformateurs de puissance, de services auxiliaires et de MALT ainsi que les inductances shunt sont munis d'auxiliaires de refroidissement. Ces auxiliaires peuvent fonctionner de façon différente selon la quantité de refroidissement requis. Le mode de refroidissement correspond à l'état de fonctionnement des auxiliaires de refroidissement. Les modes de refroidissement les plus courants sont ONAN, ONAF, OFAF. Le troisième mode est toutefois moins fréquent. Ces modes sont définis aux paragraphes 3.24 à 3.26 de cette section.

3.14. Module

Valeur ou amplitude de l'intensité ou de la puissance acoustique pour laquelle le signe est omis.

3.15. Niveau de bruit résiduel

Niveau de pression acoustique provenant de l'ensemble des sources sonores, à l'exception des bruits émis par la source (l'équipement) faisant l'objet de l'évaluation, et normalement présent sur la surface de mesure ou à un endroit équivalent. Il est exprimé en décibels.

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
-----------	-----------------------------

3.16. Niveau de pression acoustique (L_p)

20 fois le logarithme en base 10 du rapport entre la valeur quadratique de la pression acoustique à une fréquence donnée ou pour un ensemble de bandes de fréquence et la pression acoustique de référence (20 μ Pa). La pondération fréquentielle et la ou les bandes de fréquence considérées doivent être indiquées. Il est exprimé en décibels.

3.17. Niveau de puissance acoustique (L_w)

10 fois le logarithme en base 10 du rapport entre le module de la puissance acoustique à une fréquence donnée ou pour un ensemble de bandes de fréquence et la puissance acoustique de référence (1 pW). Le niveau de puissance acoustique s'applique à l'ensemble de l'équipement (dans ce cas on l'appelle *niveau de puissance acoustique de l'équipement*) ou aux composantes individuelles de l'équipement (cuve et auxiliaires de refroidissement) pour certaines configurations (voir section 6.15).

La pondération fréquentielle et les bandes de fréquence considérées doivent être indiquées. Le niveau est exprimé en décibels.

Il est à noter que le niveau de puissance acoustique d'une bande de fréquence de tiers d'octave peut être considéré négatif (si l'intensité acoustique ayant permis de l'évaluer est négative). Par contre, le calcul du niveau global de puissance acoustique ne doit pas tenir compte des niveaux de puissance acoustique négatifs obtenus pour ces bandes de fréquence de tiers d'octave (voir section 6.15).

3.18. Niveau d'intensité acoustique normale (L_i)

10 fois le logarithme en base 10 du rapport entre le module de l'intensité acoustique normale à une fréquence donnée ou pour un ensemble de bandes de fréquence et l'intensité acoustique de référence (1 pW/m²).

Il est à noter que l'intensité acoustique normale est considérée positive lorsque le flux d'énergie se dirige vers l'extérieur de la surface de mesure, c'est-à-dire du côté opposé à l'équipement faisant l'objet de l'évaluation. Elle est considérée négative dans le cas contraire. Toutefois, la mesure de l'intensité acoustique pourrait également donner des niveaux d'intensité acoustique négatifs si la valeur mesurée est inférieure à 1 pW/m² compte tenu de la définition donnée ci-haut. Pour prévenir toute ambiguïté quant au signe du niveau d'intensité acoustique, il faut assigner une amplitude (ou module) de 1 pW/m² à toute intensité acoustique mesurée ayant une amplitude inférieure à 1 pW/m². Ainsi il ne peut y avoir dans un rapport d'évaluation, un niveau d'intensité acoustique ayant une valeur négative qui représente une intensité normale de direction positive.

Lorsque l'intensité acoustique normale est négative, le niveau d'intensité acoustique normale doit lui aussi être affecté du signe négatif.

La pondération fréquentielle et la ou les bandes de fréquence considérées doivent être indiquées. Cette valeur est exprimée en décibels.

3.19. Niveau global

Le niveau global est la somme logarithmique des niveaux de chacune des bandes de fréquence d'intérêt d'un spectre en fréquence. Il est exprimé en décibels. Ce niveau peut être évalué par l'instrument de mesure. Par contre, lorsque les bandes de fréquence considérées par l'instrument pour le calcul du niveau global incluent des bandes autres que les bandes de fréquence d'intérêt, le niveau global doit être recalculé en n'utilisant que les résultats des mesures pour les bandes de fréquence d'intérêt au moyen de l'équation donnée à la section 6.10.4. Le niveau global est applicable tant à la pression acoustique, à l'intensité acoustique qu'à la puissance acoustique. Cependant, le calcul du niveau

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
-----------	-----------------------------

global de puissance acoustique ne doit pas tenir compte des niveaux de puissance acoustique négatifs des bandes de fréquence de tiers d'octave. Le niveau global de puissance acoustique est donc toujours positif (voir section 6.15).

3.20. Niveau global moyen

Moyenne logarithmique des niveaux globaux. Il est exprimé en décibels. Il est applicable tant à la pression acoustique, à l'intensité acoustique qu'à la puissance acoustique.

3.21. Niveau moyen de pression acoustique (\bar{L}_p)

Moyenne des niveaux de pression acoustique mesurés à un ou plusieurs points ou sur un ou plusieurs contours prescrits ou pour l'ensemble des mesures faites sur un équipement (dans ce dernier cas on l'appelle *niveau moyen de pression acoustique de l'équipement*). La pondération fréquentielle et la ou les bandes de fréquence considérées doivent être indiquées. Il est exprimé en décibels.

3.22. Niveau moyen d'intensité acoustique (\bar{L}_I)

Moyenne des niveaux d'intensité acoustique normale mesurés à un ou plusieurs points ou sur un ou plusieurs contours prescrits ou pour l'ensemble des mesures faites sur un équipement (dans ce dernier cas on l'appelle *niveau moyen d'intensité acoustique de l'équipement*). La pondération fréquentielle et la ou les bandes de fréquence considérées doivent être indiquées. Il est exprimé en décibels.

3.23. Norme CEI

Pour les fins de cette procédure et pour alléger le texte, la norme CEI correspond à la norme CEI 60076-10 : 2001 intitulée «Transformateurs de puissance - Partie 10 : Détermination des niveaux de bruit».

3.24. OFAF

Mode de refroidissement signifiant «*Oil Forged, Air Forced*». Ce mode de refroidissement correspond à un état où une ou des pompes sont activées pour faire circuler l'huile dans les radiateurs et où des ventilateurs de refroidissement fonctionnent pour faire circuler l'air frais autour des conduits d'huile des radiateurs. Dans certains cas, il y a deux niveaux de fonctionnement des ventilateurs et cela est indiqué par les appellations OFAF I et OFAF II. En général, lorsque le premier niveau de fonctionnement est actif, la moitié des ventilateurs sont en fonction. Lorsque le second niveau est activé, tous les ventilateurs fonctionnent.

3.25. ONAF

Mode de refroidissement signifiant «*Oil Natural, Air Forced*». Ce mode de refroidissement correspond à un état où l'huile circule naturellement dans les radiateurs et où les ventilateurs de refroidissement fonctionnent pour faire circuler l'air frais autour des conduits d'huile des radiateurs. Dans la plupart des cas, il y a deux niveaux de fonctionnement des ventilateurs et cela est indiqué par les appellations ONAF I et ONAF II. En général, lorsque le premier niveau de fonctionnement est actif, la moitié des ventilateurs sont en fonction. Lorsque le second niveau est activé, tous les ventilateurs fonctionnent.

3.26. ONAN

Mode de refroidissement signifiant «*Oil Natural, Air Natural*». Ce mode de refroidissement correspond à un état où l'huile circule naturellement dans les radiateurs et où l'air circule naturellement autour des conduits d'huile des radiateurs. Sous ce mode tous les ventilateurs, le cas échéant, sont à l'arrêt.

3.27. Pression acoustique

Pression instantanée locale en présence d'une onde sonore moins la pression statique à ce point. Elle est exprimée en pascal.

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
-----------	-----------------------------

3.28. Puissance acoustique (W)

Énergie sonore par unité de temps émise par une source pour une bande de fréquence de tiers d'octave particulière ou pour l'ensemble des bandes de fréquence d'intérêt. La pondération fréquentielle et la ou les bandes de fréquence considérées doivent être indiquées. Elle est exprimée en watt.

3.29. Sonde

Ensemble de capteurs, en général deux microphones, agencés de façon à permettre de mesurer l'intensité acoustique d'un champ sonore.

3.30. Sources perturbatrices

Toute source dont le bruit est audible sur la surface de mesure mais ne faisant pas partie de la source dont on veut déterminer la puissance acoustique.

3.31. Surface de mesure

Surface fictive enveloppant la source et sur laquelle se trouvent les points de mesure ou le ou les contours prescrits. Elle est exprimée en mètres carrés.

3.32. Surface de rayonnement principale

Surface fictive entourant l'objet d'essai qui est supposée être la surface depuis laquelle le son est rayonné.

4. Références

Lorsque les références sont datées, seule l'édition citée s'applique. Lorsque les références ne sont pas datées, la dernière édition du document de référence s'applique, y compris les éventuels amendements.

4.1. Hydro-Québec (HQ)

- Code de sécurité des travaux.
- Transformateurs de puissance et inductances shunt de 72,5 kV à 765 kV, SN-14.1.
- Essais des transformateurs de puissance, des inductances de mise à la terre et des inductances shunt, SN-14.2.
- Bruit audible généré par les postes électriques, TET-ENV-N-CONT001.

4.2. Commission électrotechnique internationale (CEI)

- Transformateurs de puissance - Partie 10 : Détermination des niveaux de bruit, CEI 60076-10 :2001.
- Transformateurs de puissance - Partie 10-1 : Détermination des niveaux de bruit - Guide d'application, CEI 60076-10-1 :2005.
- Électroacoustique – Instruments pour la mesure de l'intensité acoustique – Mesure au moyen d'une paire de microphones de pression, CEI 61043 :1993 (originellement numérotée CEI 1043 :1993).
- Électroacoustique – Sonomètres – Partie 1 : Spécifications, CEI 61672-1.
- Électroacoustique – Calibreurs acoustiques, CEI 60942.
- Électroacoustique – Filtres de bande d'octave et de bande d'une fraction d'octave, CEI 61260.

4.3. Organisation internationale de normalisation (ISO)

- Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthode de contrôle employant une surface de mesure enveloppante au-dessus d'un plan réfléchissant, ISO 3746.
- Acoustique – Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Partie 1 : Mesurages par points, ISO 9614-1.

© Hydro-Québec TransÉnergie, 2006

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique, mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit d'Hydro-Québec TransÉnergie.

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
-----------	-----------------------------

- Acoustique – Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Partie 2 : Mesurage par balayage, ISO 9614-2.

5. Considérations

5.1. Environnement

Les activités découlant de la présente procédure doivent être réalisées en conformité avec les exigences environnementales en vigueur.

5.2. Sécurité

Les activités découlant de la présente procédure doivent être réalisées en conformité avec les exigences du *Code de sécurité des travaux* et des autres exigences de sécurité en vigueur. Si la personne réalisant l'évaluation de la puissance acoustique n'a pas reçu l'*accueil* applicable à l'installation concernée, elle devra recevoir cet *accueil* ou être accompagnée par une personne autorisée à accompagner une personne qui n'a pas eu l'*accueil*. Avant de débiter les mesures, la personne responsable de l'évaluation de la puissance acoustique **doit s'assurer que la procédure de mesure est sécuritaire et applicable à l'équipement faisant l'objet de la mesure et qu'elle ne contrevient à aucune règle de sécurité**. Dans le cas où la personne responsable de l'évaluation de la puissance acoustique n'a pas reçu l'*accueil* à l'installation, elle doit obtenir de la personne responsable de l'accompagner l'assurance que la procédure de mesure est sécuritaire et applicable à l'équipement faisant l'objet de la mesure et qu'elle ne contrevient à aucune règle de sécurité.

6. Contenu

6.1. Références à la norme CEI 60076-10 : 2001

La méthode de mesure utilisée dans cette procédure s'inspire de la norme CEI 60076-10 : 2001 intitulée «Transformateurs de puissance - Partie 10 : Détermination des niveaux de bruit». Cette norme est appelée *norme CEI* dans le reste de ce document pour éviter d'alourdir le texte. Les renvois à cette norme s'appliquent à la version 2001.

6.2. Instrumentation, étalonnage et vérification

La section 4 de la norme CEI s'applique intégralement, incluant le respect de la norme CEI 61043 (originellement numérotée CEI 1043) «*Électroacoustique – Instruments pour la mesure de l'intensité acoustique – Mesure au moyen d'une paire de microphones de pression*». Toutefois, les numéros de normes citées dans la CEI 61043 doivent être mis à jour de la façon suivante :

- CEI 651 devient : CEI 61672-1 «*Électroacoustique – Sonomètres – Partie 1 : Spécifications*»
- CEI 942 devient CEI 60942 «*Électroacoustique – Calibreurs acoustiques*»
- CEI 1260 devient CEI 61260 «*Électroacoustique – Filtres de bande d'octave et de bande d'une fraction d'octave*» incluant l'amendement 1.

6.2.1. Capteur de vitesse

Si un capteur mesurant la vitesse est utilisé au lieu d'un microphone de pression, les fiches techniques de ce capteur doivent être fournies à Hydro-Québec et le fournisseur doit être en mesure de démontrer que l'utilisation de ce type de capteur donne des résultats similaires ou meilleurs à ceux obtenus par l'utilisation d'une paire de microphones satisfaisant à la norme CEI 61043. Hydro-Québec doit approuver l'usage de ce type de capteur avant son utilisation.

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
-----------	-----------------------------

6.2.2. Moyenne et intégration

L'instrumentation utilisée doit être conçue pour mesurer la valeur quadratique moyenne de la pression acoustique et la valeur moyenne de l'intensité acoustique pour les bandes de fréquence d'intérêt. Elle doit également établir la moyenne temporelle en intégrant le signal pendant un intervalle de temps défini.

6.2.3. Vérification in-situ

En plus des calibrages requis dans la norme CEI, une vérification in-situ du fonctionnement de l'instrumentation doit être réalisée au moins une fois par campagne de mesures. Pour ce faire, il faut placer la sonde d'intensité acoustique à un endroit où le champ acoustique est progressif ou, à tout le moins, pas trop complexe et où le bruit produit par des sources non stationnaires n'a aucune influence. L'intensité acoustique est alors mesurée pour les bandes de fréquence d'intérêt (voir définition à la section 3.3) en pointant la sonde dans la direction de la source. La mesure est répétée après avoir tourné la sonde de 180° tout en prenant soin de garder le centre acoustique au même endroit. L'utilisation d'un trépied est fortement recommandée. Pour que la vérification in-situ soit réussie, les deux valeurs de l'intensité acoustique ainsi obtenues pour la bande de fréquence dominante (voir définition à la section 3.4) doivent avoir des signes opposés, et la valeur absolue de la différence entre les modules des niveaux doit être inférieure à 1,5 dBA.

6.3. Pression versus intensité acoustiques

Toutes les évaluations des puissances acoustiques réalisées dans le cadre de cette procédure doivent être faites à partir de mesures d'intensité acoustique. Les mesures de pression acoustique requises ne sont utilisées que pour évaluer l'indicateur d'acceptabilité de l'environnement d'essai (ΔL) de la section 6.12.

6.4. Environnement d'essai

6.4.1. Site d'essai

Le site d'essai ne doit pas être modifié pendant la mesure.

6.4.2. Conditions atmosphériques

Les mesures doivent être réalisées lorsque la température, l'humidité relative et la vitesse du vent sont conformes aux limites données par le manufacturier du système de mesure. Si les limites relatives à la vitesse du vent ne sont pas précisées par le manufacturier, la vitesse moyenne du vent, mesurée à 2 mètres du sol, ne devra pas excéder 6 m/s (22 km/h) à moins que l'on puisse démontrer que des vitesses de vent supérieures n'ont pas d'influence significative sur le niveau mesuré.

Un écran anti-vent doit toujours être utilisé pendant les mesures extérieures.

6.4.3. Niveau de bruit résiduel

Le niveau de bruit résiduel doit être maintenu le plus faible possible. Aucune mesure ne doit être prise durant la production de bruits non stationnaires pour toute la durée de mesure sur un même équipement, si ces bruits non stationnaires peuvent influencer les niveaux d'intensité acoustique.

6.5. Conditions de charge et de refroidissement des équipements

6.5.1. Conditions d'exploitation

Il est difficile de contrôler les conditions d'exploitation des transformateurs lors de mesures de bruit in-situ à l'exception du mode de refroidissement (voir section 6.5.2 pour ce dernier aspect). C'est pourquoi, à moins d'indications contraires, les mesures sont faites dans les conditions d'exploitation qui prévalent au moment des relevés, sans intervenir sur les équipements pour en changer la tension, la charge ou la position de la prise du changeur de prise en charge. Dans certains cas, il peut toutefois être requis de réaliser des mesures dans des

© Hydro-Québec TransÉnergie, 2006

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique, mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit d'Hydro-Québec TransÉnergie.

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
-----------	-----------------------------

conditions particulières comme par exemple «à vide», ce qui implique des interventions de la part du personnel compétent en la matière.

6.5.2. Conditions de refroidissement

Il existe généralement plusieurs modes de refroidissement sur les transformateurs de puissance. À moins d'avis contraire, les évaluations de puissance acoustique doivent être faites pour le mode de refroidissement correspondant aux périodes où la charge est faible et pour le mode de refroidissement correspondant aux périodes où la charge est maximale. Cela correspond généralement aux modes de refroidissement ONAN et ONAF II. D'autres modes de refroidissement peuvent également s'appliquer. Il est de la responsabilité du personnel responsable des évaluations de puissances acoustiques de s'assurer que les modes de refroidissement faisant l'objet de mesures correspondent aux périodes où la charge est faible et où la charge est maximale. L'intervention d'un opérateur mobile ou d'un électricien d'appareillage est généralement requise pour permettre de réaliser les évaluations dans les différents modes de refroidissement.

6.5.3. Informations à consigner

La personne responsable de réaliser l'évaluation des puissances acoustiques doit s'assurer de consigner toutes les informations requises mentionnées à la section 6.16 lors de l'évaluation. Ces informations incluent entre autres, sans s'y limiter :

- Tensions primaire et, si applicable, secondaire.
- Charges en MW et MVars ou en MVA.
- Position du changeur de prise en charge, le cas échéant.
- Mode de refroidissement (ONAN, ONAF I, ONAF II, OFAF I, OFAF II ou autre si applicable).

6.6. Établissement des surfaces de mesure

6.6.1. Surface de rayonnement principale

La surface de rayonnement principale est définie à la section 7 de la norme CEI. Les figures 1 à 5 de la norme CEI montrent la position de la surface de rayonnement principale pour plusieurs cas types.

6.7. Contour prescrit

Le contour prescrit est défini à la section 8 de la norme CEI. Toutefois, il faut tenir compte des points suivants lors de l'application de cette section :

- Pour les mesures effectuées avec des auxiliaires de refroidissement à ventilation forcée en service, il peut être acceptable que le contour prescrit se situe à 0,3 mètre de la surface de rayonnement principale pour des raisons de sécurité, ou s'il y a présence d'obstacles (ex. murs coupe-feu) ne permettant pas de localiser le contour prescrit à 2 mètres de la surface de rayonnement principale ou s'il est jugé qu'un tel emplacement est adéquat et/ou préférable pour toute autre raison. Cette décision doit être entérinée par un ingénieur en acoustique et il est alors requis de l'expliquer dans le rapport de mesure. Il faut toutefois s'assurer dans ce cas que le flux d'air produit par les ventilateurs sur le contour prescrit n'influence pas la mesure de la pression et de l'intensité acoustiques.
- Pour les mesures faites séparément sur les auxiliaires de refroidissement ayant une hauteur totale inférieure à 2,5 m (au lieu de 4 m dans la norme CEI), le contour prescrit doit se situer sur un plan horizontal localisé à la moitié de la hauteur des auxiliaires de refroidissement. Pour des auxiliaires de refroidissement ayant une hauteur totale supérieure ou égale à 2,5 mètres (au lieu de 4 m dans la norme CEI), deux contours prescrits se situant sur des plans horizontaux localisés au tiers et deux tiers de la hauteur de l'auxiliaire de refroidissement doivent être définis. Une hauteur plus faible que le deux tiers de la hauteur pourrait être choisie pour des raisons de sécurité.
- S'il y a présence de surfaces réfléchissantes près de la source (ex. murs coupe-feu) interférant avec le contour prescrit, ce dernier peut être interrompu sur chacune des surfaces réfléchissantes, de façon à constituer une surface

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
-----------	-----------------------------

de mesure verticale fermée. Il est important de noter que lors du calcul des puissances acoustiques, la surface de mesure ne doit pas inclure les surfaces réfléchissantes. De plus, il faut s'assurer que le résultat du calcul représente correctement les niveaux de puissance acoustique à évaluer. Tous ces ajustements doivent être approuvés par un ingénieur en acoustique. De même, toute différence entre les contours utilisés et les contours prescrits dans la norme CEI doit être signalée et justifiée dans le rapport de mesure.

6.8. Mesures

Toutes les mesures faites dans le cadre de cette procédure doivent être exprimées en dBA.

À moins d'indication contraire, la mesure par balayage mentionnée au deuxième paragraphe de la section 9 de la norme CEI est préconisée compte tenu de sa rapidité d'exécution et de sa précision (démontrée lors de projets réalisés précédemment). L'espacement entre les microphones de la sonde d'intensité acoustique doit être choisi de façon à couvrir les bandes de fréquence d'intérêt. La sonde d'intensité acoustique doit être déplacée à une vitesse constante ne dépassant pas 0,5 m/s sur le ou sur les contours prescrits. La sonde doit mesurer la composante de l'intensité acoustique normale à la surface de rayonnement principale et son centre acoustique doit être situé sur le contour prescrit. Elle doit être orientée de telle sorte que la direction positive de l'intensité acoustique normale pointe vers l'extérieur de la surface de mesure (en s'éloignant de la source).

La mesure de l'intensité et de la pression acoustiques doit être faite pour toutes les bandes de fréquence d'intérêt (voir section 3.3). Le niveau global tel que défini à l'item 3.19 doit également être évalué. Ainsi, si les bandes de fréquence considérées par l'instrument pour le calcul du niveau global incluent des bandes autres que les bandes de fréquence d'intérêt, le niveau global doit être recalculé en n'utilisant que les résultats des mesures pour les bandes de fréquence d'intérêt au moyen de l'équation donnée à la section 6.10.4.

Lorsque la mesure par balayage est employée, l'intensité et la pression acoustiques doivent être mesurées à au moins deux reprises pour permettre de calculer l'indicateur de répétabilité mentionné à la section 6.14. Si la mesure est faite par points fixes, cet indicateur n'est pas évalué.

L'opérateur ainsi que toute personne l'accompagnant doivent être localisés dans une position telle qu'ils ne contribuent pas à atténuer ou à amplifier le bruit mesuré, et que le bruit causé par leurs déplacements, lors des mesures, ne contribue pas aux niveaux mesurés.

Les mesures doivent être réalisées lorsque l'influence des sources perturbatrices est minimale. La puissance acoustique des sources perturbatrices, de même que celle de la source faisant l'objet de l'évaluation doivent être stationnaires tout au long de la mesure, c'est-à-dire qu'elles ne doivent pas varier de façon significative.

Les mesures ne doivent se faire que lorsque les conditions sonores sont telles qu'elles représentent le bruit produit par la source. Le mode de refroidissement (ONAN, ONAF, OFAF ou autres) doit être constant tout au long de la mesure.

6.9. Calcul de la superficie de la surface de mesure

Les détails des calculs permettant d'évaluer la superficie de la surface de mesure sont donnés à la section 10 de la norme CEI. Il faut cependant tenir compte du troisième point mentionné à la section 6.7 de la présente procédure lors du calcul de la superficie de la surface de mesure si des surfaces réfléchissantes ont été considérées dans le contour prescrit.

6.10. Fonctions mathématiques utilisées pour le calcul des niveaux

Les fonctions mathématiques suivantes sont définies dans le but d'alléger les sections 6.11 et 6.15 où l'on retrouve les équations utilisées pour le calcul des niveaux moyens de pression, d'intensité et de puissance acoustiques.

© Hydro-Québec TransÉnergie, 2006

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique, mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit d'Hydro-Québec TransÉnergie.

Procédure	Numéro
	TET-ENV-P-CONT003

6.10.1. Fonction *Signe*

La fonction *Signe* prend la valeur de -1 ou de $+1$ selon la valeur de l'argument X comme montré dans les équations suivantes:

- $Signe(X) = -1$ Si $X < 0$
- $Signe(X) = +1$ Si $X \geq 0$

6.10.2. Fonction *Somme*

La fonction *Somme* évalue la somme logarithmique de deux niveaux acoustiques $L1$ et $L2$. Elle est définie par l'équation suivante:

$$Somme(L1; L2) = Signe \left(Signe(L1) \times 10^{|L1|/10} + Signe(L2) \times 10^{|L2|/10} \right) \times 10 \times LOG10 \left(\left| Signe(L1) \times 10^{|L1|/10} + Signe(L2) \times 10^{|L2|/10} \right| \right)$$

Où:

- $L1$ et $L2$ = Valeurs des niveaux acoustiques à additionner en dBA;
- $|X|$ = Valeur absolue de X ;
- $10 \times LOG10(X)$ = 10 fois le logarithme en base 10 de X .

6.10.3. Fonction *Moyenne*

La fonction *Moyenne* évalue la moyenne logarithmique des niveaux L_k où L_k représente chacun des niveaux dont on veut la moyenne. Cette moyenne se calcule en utilisant l'équation suivante:

$$Moyenne(L_k) = Signe \left(\sum_{k=1}^n \left(Signe(L_k) \times 10^{|L_k|/10} \right) \right) \times 10 \times LOG10 \left(\left| \sum_{k=1}^n \left(Signe(L_k) \times 10^{|L_k|/10} \right) \right| + n \right)$$

Où:

- n = nombre de niveau dont on veut la moyenne;
- L_k = Valeur du $k^{ième}$ niveau dont on veut la moyenne en dBA;
- $|X|$ = Valeur absolue de X ;
- $10 \times LOG10(X)$ = 10 fois le logarithme en base 10 de X .

La fonction *Moyenne* sert également évaluer la moyenne logarithmique de deux niveaux acoustiques $L1$ et $L2$. Elle est alors définie par l'équation suivante:

$$Moyenne(L1; L2) = Signe \left(Signe(L1) \times 10^{|L1|/10} + Signe(L2) \times 10^{|L2|/10} \right) \times 10 \times LOG10 \left(\left| Signe(L1) \times 10^{|L1|/10} + Signe(L2) \times 10^{|L2|/10} \right| + 2 \right)$$

Où:

- $L1$ et $L2$ = Valeurs des niveaux acoustiques dont on veut la moyenne en dBA;
- $|X|$ = Valeur absolue de X ;
- $10 \times LOG10(X)$ = 10 fois le logarithme en base 10 de X .

6.10.4. Fonction *Niveau_Global*

La fonction *Niveau_Global* évalue le niveau global d'un spectre en fréquence en faisant la somme logarithmique des niveaux de chacune des bandes de fréquence d'intérêt selon l'équation suivante:

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
-----------	-----------------------------

$$\bullet \text{ Niveau_Global}(L_k) = \text{Signe} \left(\sum_{k=1}^n (\text{Signe}(L_k)) \times 10^{|L_k/10|} \right) \times 10 \times \text{LOG10} \left(\left| \sum_{k=1}^n (\text{Signe}(L_k)) \times 10^{|L_k/10|} \right| \right)$$

Où:

- $|X|$ = Valeur absolue de X ;
- $10 \times \text{LOG10}(X)$ = 10 fois le logarithme en base 10 de X ;
- L_k = Niveau acoustique de la $k^{\text{ième}}$ bande de fréquence d'intérêt;
 Le niveau acoustique L_k peut être un niveau de pression, d'intensité ou de puissance acoustique. Toutefois, si c'est un niveau de puissance acoustique et que cette valeur est négative, elle ne doit pas être considérée dans le calcul (voir section 6.15) et le nombre de bandes de fréquence d'intérêt à additionner (n) doit être ajusté en conséquence.
- n = Nombre de bandes de fréquence d'intérêt à additionner.
 La valeur de n est généralement égale à 21 afin de couvrir les bandes de fréquence de tiers d'octave allant de 50 Hz à 5000 Hz inclusivement (voir la description de L_k pour le calcul du niveau global de puissance acoustique).

6.11. Calculs des niveaux moyens de pression et d'intensité acoustiques

6.11.1. Mesures par balayage

Lorsque la mesure est faite par balayage (cas usuel), les niveaux moyens et le niveau global doivent être mesurés (ou calculé dans le cas du niveau global) pour chacun des balayages du ou des contours prescrits. Les niveaux moyens de pression et d'intensité acoustiques doivent être évalués par l'instrument de mesure pour chaque bande de fréquence d'intérêt. Le niveau global doit également être évalué ou calculé (voir la section 3.19 pour déterminer s'il doit être évalué par l'instrument de mesure ou calculé selon l'équation de la section 6.10.4).

Les niveaux moyens de pression et d'intensité acoustiques de l'équipement sont calculés au moyen des équations et des fonctions mathématiques données aux sections 6.11.1.1 à 6.11.1.3 selon le cas applicable.

6.11.1.1. Auxiliaires de refroidissement localisés à moins de 3 mètres de la surface de rayonnement principale avec un seul contour prescrit à mi-hauteur de l'équipement

Niveaux moyens des bandes de fréquence d'intérêt :

$$\overline{L_{IE_k}} = \overline{L_{I_{k\frac{1}{2}}}} \quad \text{et} \quad \overline{L_{PE_k}} = \overline{L_{P_{k\frac{1}{2}}}}$$

Où : $\overline{L_{IE_k}}$ = Niveau moyen d'intensité acoustique de l'équipement pour la $k^{\text{ième}}$ bande de fréquence d'intérêt (dBA).

$\overline{L_{I_{k\frac{1}{2}}}}$ = Niveau moyen d'intensité acoustique de la $k^{\text{ième}}$ bande de fréquence d'intérêt pour le balayage réalisé à mi-hauteur (dBA).

$\overline{L_{PE_k}}$ = Niveau moyen de pression acoustique de l'équipement pour la $k^{\text{ième}}$ bande de fréquence d'intérêt (dBA).

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
------------------	------------------------------------

$\overline{L_{P_{k\frac{1}{2}}}}$ = Niveau moyen de pression acoustique de la $k^{ième}$ bande de fréquence d'intérêt pour le balayage réalisé à mi-hauteur (dBA).

Niveaux globaux moyens:

$$\overline{L_{IE_G}} = \overline{L_{IG_{\frac{1}{2}}}} \quad \text{et} \quad \overline{L_{PE_G}} = \overline{L_{PG_{\frac{1}{2}}}}$$

Où : $\overline{L_{IE_G}}$ = Niveau global moyen d'intensité acoustique de l'équipement (dBA).

$\overline{L_{IG_{\frac{1}{2}}}}$ = Niveau global moyen d'intensité acoustique pour le balayage réalisé à mi-hauteur (dBA).

$\overline{L_{PE_G}}$ = Niveau global moyen de pression acoustique de l'équipement (dBA).

$\overline{L_{PG_{\frac{1}{2}}}}$ = Niveau global moyen de pression acoustique pour le balayage réalisé à mi-hauteur (dBA).

6.11.1.2. Auxiliaires de refroidissement localisés à moins de 3 mètres de la surface de rayonnement principale avec deux contours prescrits au 1/3 et au 2/3 de la hauteur de l'équipement

Niveaux moyens des bandes de fréquence d'intérêt :

$$\overline{L_{IE_k}} = \text{Moyenne} \left(\overline{L_{Ik_{1/3}}}; \overline{L_{Ik_{2/3}}} \right)$$

$$\overline{L_{PE_k}} = \text{Moyenne} \left(\overline{L_{Pk_{1/3}}}; \overline{L_{Pk_{2/3}}} \right)$$

Où : $\overline{L_{IE_k}}$ = Niveau moyen d'intensité acoustique de l'équipement pour la $k^{ième}$ bande de fréquence d'intérêt (dBA).

$\overline{L_{Ik_{1/3}}}$ = Niveau moyen d'intensité acoustique de la $k^{ième}$ bande de fréquence d'intérêt pour le balayage réalisé au tiers de la hauteur (dBA).

$\overline{L_{Ik_{2/3}}}$ = Niveau moyen d'intensité acoustique de la $k^{ième}$ bande de fréquence d'intérêt pour le balayage réalisé au deux tiers de la hauteur (dBA).

$\overline{L_{PE_k}}$ = Niveau moyen de la pression acoustique de l'équipement pour la $k^{ième}$ bande de fréquence d'intérêt (dBA).

$\overline{L_{Pk_{1/3}}}$ = Niveau moyen de la pression acoustique de la $k^{ième}$ bande de fréquence d'intérêt pour le balayage réalisé au tiers de la hauteur (dBA).

$\overline{L_{Pk_{2/3}}}$ = Niveau moyen de la pression acoustique de la $k^{ième}$ bande de fréquence d'intérêt pour le balayage réalisé au deux tiers de la hauteur (dBA).

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
-----------	-----------------------------

Niveaux globaux moyens:

$$\overline{L_{IEG}} = \text{Moyenne}(\overline{L_{IG1/3}}; \overline{L_{IG2/3}})$$

$$\overline{L_{PEG}} = \text{Moyenne}(\overline{L_{PG1/3}}; \overline{L_{PG2/3}})$$

Où : $\overline{L_{IEG}}$ = Niveau global moyen d'intensité acoustique de l'équipement (dBA).

$\overline{L_{IG1/3}}$ = Niveau global moyen d'intensité acoustique pour le balayage réalisé au tiers de la hauteur (dBA).

$\overline{L_{IG2/3}}$ = Niveau global moyen d'intensité acoustique pour le balayage réalisé au deux tiers de la hauteur (dBA).

$\overline{L_{PEG}}$ = Niveau global moyen de la pression acoustique de l'équipement (dBA).

$\overline{L_{PG1/3}}$ = Niveau global moyen de la pression acoustique pour le balayage réalisé au tiers de la hauteur (dBA).

$\overline{L_{PG2/3}}$ = Niveau global moyen de la pression acoustique pour le balayage réalisé au deux tiers de la hauteur (dBA).

6.11.1.3. Auxiliaires de refroidissement localisés à 3 mètres ou plus de la surface de rayonnement principale

Lorsque les auxiliaires de refroidissement sont localisés à 3 mètres ou plus de la surface de rayonnement principale, le bruit produit par la cuve est évalué séparément du bruit produit par les auxiliaires de refroidissement. Les niveaux moyens de pression et d'intensité acoustiques sont calculés séparément pour la cuve et pour les auxiliaires de refroidissement en utilisant les équations et fonctions mathématiques des sections 6.11.1.1 et 6.11.1.2 selon qu'il y ait un seul ou deux contours prescrits. Il est à noter qu'il est possible que le nombre de contours prescrits soit différent pour la cuve et pour les auxiliaires de refroidissement.

6.11.2. Mesure par points fixes

Lorsque la mesure est faite par points fixes (cas d'exception), les niveaux moyens et le niveau global doivent être mesurés (ou calculé dans le cas du niveau global) pour chacun des points de mesure du ou des contours prescrits. Les niveaux moyens de pression et d'intensité acoustiques doivent être évalués par l'instrument de mesure pour chaque bande de fréquence d'intérêt. Le niveau global doit également être évalué ou calculé (voir la section 3.19 pour déterminer s'il doit être évalué par l'instrument de mesure ou calculé selon l'équation de la section 6.10.4).

Par la suite, le niveau moyen pour chacun des contours prescrits doit être calculé pour chacune des bandes de fréquence d'intérêt en utilisant les équations et fonctions mathématiques suivantes :

- $\overline{L_{I_k \text{ Contour}}} = \text{Moyenne}(L_{I_k \text{ points de mesure sur un même contour}})$
- $\overline{L_{P_k \text{ Contour}}} = \text{Moyenne}(L_{P_k \text{ points de mesure sur un même contour}})$

© Hydro-Québec TransÉnergie, 2006

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique, mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit d'Hydro-Québec TransÉnergie.

Procédure	Numéro
	TET-ENV-P-CONT003

Où :

- $\overline{L_{I_k \text{ Contour}}}$ = Niveau moyen d'intensité acoustique d'un contour prescrit pour la $k^{\text{ième}}$ bande de fréquence d'intérêt (dBA).
- $\overline{L_{P_k \text{ Contour}}}$ = Niveau moyen de pression acoustique d'un contour prescrit pour la $k^{\text{ième}}$ bande de fréquence d'intérêt (dBA).
- $Moyenne(L_{I_k \text{ points de mesure sur un même contour}})$ = Moyenne calculée comme mentionné à la section 6.10.3 en considérant comme arguments le niveau d'intensité acoustique de la $k^{\text{ième}}$ bande de fréquence d'intérêt de chacun des points de mesure du contour prescrit.
- $Moyenne(L_{P_k \text{ points de mesure sur un même contour}})$ = Moyenne calculée comme mentionné à la section 6.10.3 en considérant comme argument le niveau de pression acoustique de la $k^{\text{ième}}$ bande de fréquence d'intérêt de chacun des points de mesure du contour prescrit.

Le niveau global moyen pour chacun des contours prescrits doit également être calculé en utilisant les équations et fonctions mathématiques suivantes :

- $\overline{L_{I_G \text{ Contour}}} = Moyenne(L_{I_G \text{ points de mesure sur un même contour}})$
- $\overline{L_{P_G \text{ Contour}}} = Moyenne(L_{P_G \text{ points de mesure sur un même contour}})$

Où :

- $\overline{L_{I_G \text{ Contour}}}$ = Niveau global moyen d'intensité acoustique d'un contour prescrit (dBA).
- $\overline{L_{P_G \text{ Contour}}}$ = Niveau global moyen de pression acoustique d'un contour prescrit (dBA).
- $Moyenne(L_{I_G \text{ points de mesure sur un même contour}})$ = Moyenne calculée comme mentionné à la section 6.10.3 en considérant comme arguments le niveau d'intensité acoustique de la $k^{\text{ième}}$ bande de fréquence d'intérêt de chacun des points de mesure du contour prescrit.
- $Moyenne(L_{P_G \text{ points de mesure sur un même contour}})$ = Moyenne calculée comme mentionné à la section 6.10.3 en considérant comme argument le niveau de pression acoustique de la $k^{\text{ième}}$ bande de fréquence d'intérêt de chacun des points de mesure du contour prescrit.

Par la suite, les niveaux moyens de pression et d'intensité acoustiques de l'équipement sont calculés au moyen des équations et des fonctions mathématiques données aux sections 6.11.2.1 à 6.11.2.3 selon le cas applicable.

6.11.2.1. Auxiliaires de refroidissement localisés à moins de 3 mètres de la surface de rayonnement principale avec un seul contour prescrit à mi-hauteur de l'équipement

Niveaux moyens des bandes de fréquence d'intérêt :

$$\overline{L_{IE_k}} = \overline{L_{I_k \text{ contour}_{1/2}}} \quad \text{et} \quad \overline{L_{PE_k}} = \overline{L_{P_k \text{ contour}_{1/2}}}$$

Où : $\overline{L_{IE_k}}$ = Niveau moyen d'intensité acoustique de l'équipement pour la $k^{\text{ième}}$ bande de fréquence d'intérêt (dBA).

$\overline{L_{I_k \text{ contour}_{1/2}}}$ = Niveau moyen d'intensité acoustique de la $k^{\text{ième}}$ bande de fréquence d'intérêt pour le contour localisé à mi-hauteur (dBA).

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
-----------	-----------------------------

$\overline{L_{PE_k}}$ = Niveau moyen de pression acoustique de l'équipement pour la $k^{ième}$ bande de fréquence d'intérêt (dBA).

$\overline{L_{P_k \text{ contour}_{1/2}}}$ = Niveau moyen de pression acoustique de la $k^{ième}$ bande de fréquence d'intérêt pour le contour localisé à mi-hauteur (dBA).

Niveaux globaux moyens:

$$\overline{L_{IE_G}} = \overline{L_{I_G \text{ contour}_{1/2}}} \text{ et } \overline{L_{PE_G}} = \overline{L_{P_G \text{ contour}_{1/2}}}$$

Où : $\overline{L_{IE_G}}$ = Niveau global moyen d'intensité acoustique de l'équipement (dBA).

$\overline{L_{I_G \text{ contour}_{1/2}}}$ = Niveau global moyen d'intensité acoustique pour le contour localisé à mi-hauteur (dBA).

$\overline{L_{PE_G}}$ = Niveau global moyen de pression acoustique de l'équipement (dBA).

$\overline{L_{P_G \text{ contour}_{1/2}}}$ = Niveau global moyen de pression acoustique pour le contour localisé à mi-hauteur (dBA).

6.11.2.2. Auxiliaires de refroidissement localisés à moins de 3 mètres de la surface de rayonnement principale avec deux contours prescrits au 1/3 et au 2/3 de la hauteur de l'équipement

Niveaux moyens des bandes de fréquence d'intérêt :

$$\overline{L_{IE_k}} = \text{Moyenne} \left(\overline{L_{I_k \text{ contour}_{1/3}}}; \overline{L_{I_k \text{ contour}_{2/3}}} \right)$$

$$\overline{L_{PE_k}} = \text{Moyenne} \left(\overline{L_{P_k \text{ contour}_{1/3}}}; \overline{L_{P_k \text{ contour}_{2/3}}} \right)$$

Où : $\overline{L_{IE_k}}$ = Niveau moyen d'intensité acoustique de l'équipement pour la $k^{ième}$ bande de fréquence d'intérêt (dBA).

$\overline{L_{I_k \text{ contour}_{1/3}}}$ = Niveau moyen d'intensité acoustique de la $k^{ième}$ bande de fréquence d'intérêt pour le contour localisé au tiers de la hauteur (dBA).

$\overline{L_{I_k \text{ contour}_{2/3}}}$ = Niveau moyen d'intensité acoustique de la $k^{ième}$ bande de fréquence d'intérêt pour le contour localisé au deux tiers de la hauteur (dBA).

$\overline{L_{PE_k}}$ = Niveau moyen de pression acoustique de l'équipement pour la $k^{ième}$ bande de fréquence d'intérêt (dBA).

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
-----------	-----------------------------

$\overline{L_{P_k contour_{1/3}}}$ = Niveau moyen de pression acoustique de la k^{ème} bande de fréquence d'intérêt pour le contour localisé au tiers de la hauteur (dBA).

$\overline{L_{P_k contour_{2/3}}}$ = Niveau moyen de pression acoustique de la k^{ème} bande de fréquence d'intérêt pour le contour localisé au deux tiers de la hauteur (dBA).

Niveaux globaux moyens:

$$\overline{L_{IEG}} = \text{Moyenne} \left(\overline{L_{IG contour_{1/3}}}; \overline{L_{IG contour_{2/3}}} \right)$$

$$\overline{L_{PEG}} = \text{Moyenne} \left(\overline{L_{PG contour_{1/3}}}; \overline{L_{PG contour_{2/3}}} \right)$$

Où : $\overline{L_{IEG}}$ = Niveau global moyen d'intensité acoustique de l'équipement (dBA).

$\overline{L_{IG contour_{1/3}}}$ = Niveau global moyen d'intensité acoustique pour le contour localisé au tiers de la hauteur (dBA).

$\overline{L_{IG contour_{2/3}}}$ = Niveau global moyen d'intensité acoustique pour le contour localisé au deux tiers de la hauteur (dBA).

$\overline{L_{PEG}}$ = Niveau global moyen de pression acoustique de l'équipement (dBA).

$\overline{L_{PG contour_{1/3}}}$ = Niveau global moyen de pression acoustique pour le contour localisé au tiers de la hauteur (dBA).

$\overline{L_{PG contour_{2/3}}}$ = Niveau global moyen de pression acoustique pour le contour localisé au deux tiers de la hauteur (dBA).

6.11.2.3. Auxiliaires de refroidissement localisés à 3 mètres ou plus de la surface de rayonnement principale

Lorsque les auxiliaires de refroidissement sont localisés à 3 mètres ou plus de la surface de rayonnement principale, le bruit produit par la cuve est évalué séparément du bruit produit par les auxiliaires de refroidissement. Les niveaux moyens de pression et d'intensité acoustiques sont calculés séparément pour la cuve et pour les auxiliaires de refroidissement en utilisant les équations et fonctions mathématiques des sections 6.11.2.1 et 6.11.2.2 selon qu'il y ait un seul ou deux contours prescrits. Il est à noter qu'il est possible que le nombre de contours prescrits soit différent pour la cuve et pour les auxiliaires de refroidissement.

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
-----------	-----------------------------

6.12. Indicateur d'acceptabilité de l'environnement d'essai

L'indicateur d'acceptabilité de l'environnement d'essai doit être évalué par l'équation suivante :

$$\Delta L = \overline{L_{PEG}} - \overline{L_{IEG}}$$

Où : ΔL = Indicateur d'acceptabilité de l'environnement d'essai en dBA.

$\overline{L_{PEG}}$ = Niveau global moyen de pression acoustique de l'équipement en dBA.

$\overline{L_{IEG}}$ = Niveau global moyen d'intensité acoustique de l'équipement en dBA.

Il est important de noter que la valeur de l'intensité acoustique à utiliser doit tenir compte du signe. Par conséquent, une valeur d'intensité acoustique négative se traduira par une plus grande valeur de l'indicateur ΔL .

Le critère de qualité (valeur maximale admissible) pour l'indicateur d'acceptabilité de l'environnement d'essai est de 8 dBA.

Lorsque les auxiliaires de refroidissement sont localisés à 3 mètres ou plus de la surface de rayonnement principale, l'indicateur d'acceptabilité de l'environnement d'essai doit être évalué séparément pour la cuve et pour les auxiliaires de refroidissement.

6.13. Bandes de fréquence critiques

La procédure à utiliser est la suivante :

- Calcul de l'écart entre le niveau global moyen d'intensité acoustique de l'équipement et le niveau moyen de l'intensité acoustique de l'équipement pour chacune des bandes de fréquence d'intérêt. Ce calcul doit tenir compte de la direction de l'intensité acoustique (signe). Par conséquent, lorsque le niveau d'une bande de fréquence est négatif, la bande de fréquence en question ne devrait pas être critique (on assume que le niveau global est toujours positif autrement l'évaluation n'a pas de signification).

$$\Delta L_{IE_k} = \overline{L_{IEG}} - \overline{L_{IE_k}}$$

Où : ΔL_{IE_k} = Écart entre le niveau global moyen d'intensité acoustique de l'équipement mesuré et le niveau moyen d'intensité acoustique de l'équipement mesuré de la $k^{\text{ième}}$ bande de fréquence d'intérêt (dBA).

$\overline{L_{IEG}}$ = Niveau global moyen d'intensité acoustique de l'équipement (dBA).

$\overline{L_{IE_k}}$ = Niveau moyen d'intensité acoustique de l'équipement de la $k^{\text{ième}}$ bande de fréquence d'intérêt (dBA).

- Les bandes critiques sont celles pour lesquelles la valeur de ΔL_{IE_k} est inférieure ou égale à 15 dBA.
- Lorsque plus d'une évaluation est réalisée sur un même équipement comme c'est le cas lorsque la mesure est faite par balayage, il est requis de procéder à l'identification des bandes de fréquence critiques à partir des mesures de chacune des évaluations utilisées ultérieurement dans le calcul des puissances acoustiques. Toutes les bandes de fréquence critiques identifiées à partir de chacune de ces évaluations constituent les bandes de fréquences critiques à considérer.

Procédure	Numéro
	TET-ENV-P-CONT003

6.14. Indicateur de répétabilité

Cet indicateur permet de comparer deux mesures entre elles et de déterminer si les résultats sont satisfaisants. Il doit être calculé lorsque la mesure est faite par balayage. Le calcul doit être fait pour chacune des bandes de fréquence critiques (section 6.13) et pour le niveau global. Les critères de qualité pour cet indicateur sont donnés au tableau 1. En cas de non-respect, une troisième évaluation doit être réalisée, et l'on doit alors comparer les résultats de cette nouvelle évaluation avec ceux de l'une ou l'autre des évaluations précédentes. Si l'indicateur ne respecte toujours pas les valeurs maximales mentionnées au tableau 1, le rapport d'évaluation doit mentionner clairement les bandes de fréquence pour lesquelles l'évaluation ne satisfait pas les exigences de la procédure, donner les hypothèses permettant d'expliquer ce non-respect et indiquer les conséquences de ce non-respect sur la précision des évaluations.

L'indicateur de répétabilité est évalué en utilisant les équations suivantes :

$$IR_k = \left| \overline{L_{IE1_k}} - \overline{L_{IE2_k}} \right|$$

$$IR_G = \left| \overline{L_{IE1_G}} - \overline{L_{IE2_G}} \right|$$

Où : IR_k = Indicateur de répétabilité de la $k^{ième}$ bande de fréquence critique en dBA.

IR_G = Indicateur de répétabilité du niveau global en dBA.

$\overline{L_{IE1_k}}$ = Niveau moyen d'intensité acoustique de l'équipement pour la première évaluation et la $k^{ième}$ bande de fréquence critique en dBA.

$\overline{L_{IE2_k}}$ = Niveau moyen d'intensité acoustique de l'équipement pour la deuxième évaluation et la $k^{ième}$ bande de fréquence critique en dBA.

$\overline{L_{IE1_G}}$ = Niveau global moyen d'intensité acoustique de l'équipement pour la première évaluation en dBA.

$\overline{L_{IE2_G}}$ = Niveau global moyen d'intensité acoustique de l'équipement pour la deuxième évaluation en dBA.

Tableau 1 – Critères de qualité pour l'indicateur de répétabilité (IR)

Bande de fréquence 1/3 d'octave (Hz)	Écart maximum permis (dBA)
50 à 5000	2,0
Niveau global	1,0

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
-----------	-----------------------------

6.15. Calcul des niveaux de puissance acoustique de l'équipement

Les niveaux de puissance acoustique de l'équipement doivent être calculés pour chacune des bandes de fréquence d'intérêt et pour le niveau global. Les équations et fonctions mathématiques sont données aux sections 6.15.1 et 6.15.2.

Il faut toutefois noter que, le calcul du niveau global de puissance acoustique de l'équipement ne doit pas tenir compte des bandes de fréquence pour lesquelles le niveau d'intensité acoustique de l'équipement est négatif.

Cependant, bien qu'une puissance acoustique négative n'ait pas de signification réelle pour un équipement reconnu émetteur de bruit et qu'elle témoigne plutôt de l'incapacité de la technique (incluant l'instrumentation) à mesurer adéquatement la puissance acoustique dans l'environnement d'essai, les valeurs négatives obtenues pour les bandes de fréquence de tiers d'octave doivent quand même être rapportées dans les tableaux de résultats. Cela permet de connaître l'importance de ces niveaux négatifs et peut aider, dans certains cas, à porter un meilleur jugement sur la capacité de la technique à évaluer adéquatement les puissances acoustiques.

Rappelons que la superficie de la surface de mesure doit être évaluée selon les indications de la section 6.9.

6.15.1. Auxiliaires de refroidissement localisés à moins de 3 mètres de la surface de rayonnement principale

Lorsque les auxiliaires de refroidissement sont localisés à moins de 3 mètres de la surface de rayonnement principale (contour prescrit incluant la cuve et les auxiliaires de refroidissement), les niveaux de puissance acoustique de l'équipement sont calculés ainsi:

$$L_{WE_i} = \overline{L_{IE_i}} + \text{Signe}(\overline{L_{IE_i}}) \times 10 \times \text{Log}_{10} \left(\frac{S}{S_0} \right)$$

$$\overline{L_{WE}} = \text{Moyenne}(L_{W_1}; L_{W_2})$$

Où : L_{WE_i} = Niveau de puissance acoustique de l'équipement obtenu lors de l' $i^{\text{ème}}$ évaluation (dBA).

$\overline{L_{IE_i}}$ = Niveau moyen d'intensité acoustique de l'équipement obtenu lors de l' $i^{\text{ème}}$ évaluation (dBA).

S = Superficie de la surface de mesure (m^2).

S_0 = Superficie de la surface de référence (1 m^2).

$\overline{L_{WE}}$ = Niveau de puissance acoustique de l'équipement obtenu en faisant la moyenne de deux évaluations (dBA). C'est ce niveau qui est utilisé comme résultat de l'évaluation de la puissance acoustique.

Notes:

1. Ces équations sont utilisées à la fois pour chacune des bandes de fréquence d'intérêt et pour le niveau global.
2. Si les mesures ont été réalisées par points fixes, une seule évaluation a été réalisée et les niveaux de puissance acoustique sont établis en utilisant cette seule évaluation.

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
-----------	-----------------------------

6.15.2. Auxiliaires de refroidissement localisés à 3 mètres ou plus de la surface de rayonnement principale

Lorsque les auxiliaires de refroidissement sont localisés à 3 mètres ou plus de la surface de rayonnement principale (contours prescrits distincts pour la cuve et pour les auxiliaires de refroidissement), le calcul doit se faire séparément pour la cuve et pour les auxiliaires de refroidissement. Le niveau de puissance acoustique de l'équipement est obtenu en additionnant ces deux valeurs.

$$L_{WC_i} = \overline{L_{IC_i}} + \text{Signe}(\overline{L_{IC_i}}) \times 10 \times \text{Log}_{10} \left(\frac{S_C}{S_0} \right)$$

$$L_{WR_i} = \overline{L_{IR_i}} + \text{Signe}(\overline{L_{IR_i}}) \times 10 \times \text{Log}_{10} \left(\frac{S_R}{S_0} \right)$$

$$\overline{L_{WC}} = \text{Moyenne}(L_{WC_1}; L_{WC_2})$$

$$\overline{L_{WR}} = \text{Moyenne}(L_{WR_1}; L_{WR_2})$$

$$\overline{L_{WE}} = \text{Somme}(L_{WC}; L_{WR})$$

Où : L_{WC_i} = Niveau de puissance acoustique de la cuve obtenu lors de l' $i^{\text{ème}}$ évaluation (dBA).

$\overline{L_{IC_i}}$ = Niveau moyen d'intensité acoustique de la cuve obtenu lors de l' $i^{\text{ème}}$ évaluation (dBA).

S_C = Superficie de la surface de mesure de la cuve (m^2).

S_0 = Superficie de la surface de référence (1 m^2).

L_{WR_i} = Niveau de puissance acoustique des auxiliaires de refroidissement obtenu lors de l' $i^{\text{ème}}$ évaluation (dBA).

$\overline{L_{IR_i}}$ = Niveau moyen d'intensité acoustique des auxiliaires de refroidissement obtenu lors de l' $i^{\text{ème}}$ évaluation (dBA).

S_R = Superficie de la surface de mesure des auxiliaires de refroidissement (m^2).

$\overline{L_{WC}}$ = Niveau de puissance acoustique de la cuve obtenu en faisant la moyenne de deux évaluations (dBA).

$\overline{L_{WR}}$ = Niveau de puissance acoustique des auxiliaires de refroidissement obtenu en faisant la moyenne de deux évaluations (dBA).

$\overline{L_{WE}}$ = Niveau de puissance acoustique de l'équipement (dBA). C'est ce niveau qui est utilisé comme résultat de l'évaluation de la puissance acoustique.

Notes:

1. Ces équations sont utilisées à la fois pour chacune des bandes de fréquence d'intérêt et pour le niveau global.
2. Si les mesures ont été réalisées par points fixes, une seule évaluation a été réalisée et les niveaux de puissance acoustique sont établis en utilisant cette seule évaluation.

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
-----------	-----------------------------

6.16. Présentation des résultats

Les activités réalisées dans le cadre de l'application de cette procédure doivent faire l'objet d'un rapport de mesure distinct pour chaque équipement évalué (une cuve et son auxiliaire de refroidissement sont des composantes et constituent un seul équipement). Le rapport doit comprendre l'ensemble des informations suivantes :

- a) La date et les heures des mesures.
- b) Les personnes présentes au cours des relevés.
- c) La signature de la personne en charge des relevés.
- d) Le nom du site d'évaluation.
- e) Le type d'équipement évalué (transformateur de puissance ou inductance shunt, monophasé ou triphasé, etc.)
- f) La position de l'équipement dans le poste (ex. T2A).
- g) Le nom du fabricant de l'équipement.
- h) Le numéro d'inventaire de l'équipement (ex. 1UA0087).
- i) Le numéro de série de l'équipement.
- j) L'année de fabrication de l'équipement.
- k) La date de remise à neuf si applicable.
- l) Les tensions et puissances nominales de l'équipement.
- m) Les charges, les tensions et les positions de la prise (s'il y a lieu) lors de l'évaluation.
- n) Le mode de fonctionnement des auxiliaires de refroidissement lors de l'évaluation (ONAN, ONAF I, ONAF II, OFAF I, OFAF II, ...).
- o) Les conditions particulières de mesure ou d'exploitation s'il y a lieu.
- p) Les caractéristiques des équipements de mesure acoustique et de la vérification de l'étalonnage (y compris, le nom des fabricants, les numéros de modèle et les numéros de série des instruments).
- q) L'index pression-intensité résiduelle (L_d) de l'instrument pour les fréquences d'intérêt.
- r) Bandes de fréquence d'intérêt utilisées pour l'évaluation.
- s) Les variations entre les étalonnages réalisés avant et après les mesures, pour chacune des voies du système de mesure.
- t) Les résultats de la vérification in-situ.
- u) La température (°C) et l'humidité relative (%) de l'air ambiant lors des mesures.
- v) La vitesse du vent (m/s) et sa direction lors des mesures.

© Hydro-Québec TransÉnergie, 2006

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique, mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit d'Hydro-Québec TransÉnergie.

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
-----------	-----------------------------

- w) Un croquis du site montrant la position de l'équipement évalué par rapport aux autres équipements et par rapport aux obstacles réfléchissants. Le croquis doit également montrer l'emplacement des sources perturbatrices et le contour prescrit.
- x) Les informations de mesure dont la position et longueur du ou des contour(s) prescrit(s), la hauteur de l'équipement, la superficie de la surface de mesure, la distance de mesure et le type de mesure (balayage ou points fixes).
- y) Pour chaque composante de l'équipement et pour chacune des évaluations, les niveaux d'intensité acoustique en dBA pour chacun des contours prescrits et pour chaque bande de fréquence d'intérêt ainsi que pour le niveau global dans le cas de mesure par balayage.
- z) Pour chaque composante de l'équipement et pour chacune des évaluations, les niveaux d'intensité acoustique en dBA pour chacun des points de mesure sur les contours prescrits et pour chaque bande de fréquence d'intérêt ainsi que pour le niveau global dans le cas de mesure par points fixes.
- aa) Pour chaque composante de l'équipement et pour chacune des évaluations, les niveaux de pression acoustique en dBA pour chacun des contours prescrits et pour chaque bande de fréquence d'intérêt ainsi que pour le niveau global dans le cas de mesure par balayage.
- bb) Pour chaque composante de l'équipement et pour chacune des évaluations, les niveaux de pression acoustique en dBA pour chacun des points de mesure sur les contours prescrits et pour chaque bande de fréquence d'intérêt ainsi que pour le niveau global dans le cas de mesure par points fixes.
- cc) Pour chaque composante de l'équipement et pour chacune des évaluations le cas échéant (au moins deux évaluations dans le cas de mesure par balayage), les niveaux de puissance acoustique en dBA pour chaque bande de fréquence d'intérêt ainsi que pour le niveau global pour les mesures par points fixes et par balayage.
- dd) Pour l'ensemble des composantes de l'équipement, les niveaux moyens de puissance acoustique en dBA pour chaque bande de fréquence d'intérêt ainsi que pour le niveau global pour les mesures par points fixes et par balayage.
- ee) L'identification des bandes de fréquence critiques.
- ff) La valeur de ΔL pour les bandes de fréquence critiques et pour le niveau global.
- gg) Les valeurs des indicateurs de répétabilité IR pour toutes les bandes de fréquence critiques et pour le niveau global.
- hh) La référence à cette procédure de mesure.

7. Responsabilités

7.1. Responsable de l'implantation

Le chef Soutien lignes et environnement de la direction Plans et soutien opérationnel de la Vice-présidence Exploitation des installations est responsable de l'implantation et de la révision du présent encadrement.

Procédure	Numéro TET-ENV-P-CONT003
-----------	-----------------------------

7.2. Responsable de l'application

Les chefs Installations de transport, le chef de l'unité Soutien lignes et environnement et le chef de l'unité Appareillage doivent s'assurer de l'application du présent encadrement dans le cadre de leurs activités ou des mandats qui découlent de leurs activités.

8. Participation à la rédaction et à la révision

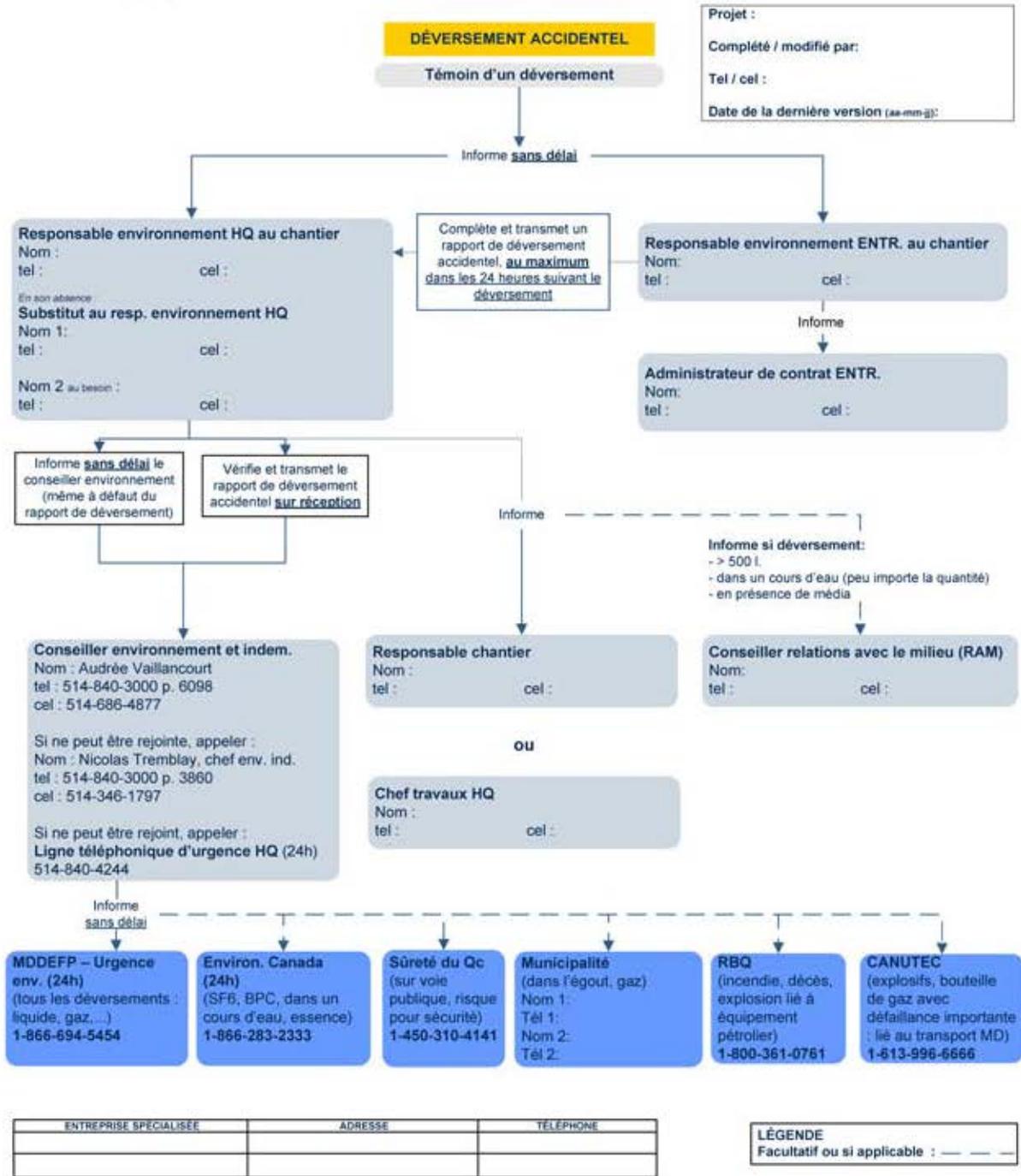
Date	Détail
2002-03-04	Version originale de la procédure TET-ENV-P-CONT003 découlant de la mise à jour de la méthode CEN-94-46-00 Personnes ayant participé à la rédaction : Blaise Gosselin, ing., Lignes, câbles et environnement, DESTT
2014-12-10	Révision complète de la procédure TET-ENV-P-CONT003 Personnes ayant participé à la rédaction : Blaise Gosselin, ing., Environnement, direction Plan et soutien opérationnel, HQT. Collaboration de Gilles Lemire, ing. Environnement, direction Ingénierie de production, HQÉSP.

Annexe QC-25

Schéma de communication Direction principale – Projets de transport et construction



Schéma de communication
 Direction principale – Projets de transport et construction





Imprimé sur du papier fabriqué au Québec contenant
100 % de fibres recyclées postconsommation.



2015E1233

