

GUIDE POUR LA RÉALISATION D'ÉTUDES D'IMPACT SONORE ENVIRONNEMENTAL POUR LES ÉTABLISSEMENTS ET CHANTIERS

OCTOBRE 2018

D'ËMWELTVERWALTUNG

Am Déngscht vu Mënsch an Ëmwelt

BRUIT ENVIRONNEMENTAL



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère du Développement durable
et des Infrastructures

Administration de l'environnement

Guide pour la réalisation d'études d'impact sonore environnemental pour les établissements et chantiers

Rapport nr.: 936/21242235/01
Cologne, 16.10.2018

Mandataire :
TÜV Rheinland Energy GmbH
Am Grauen Stein
D – 51105 Cologne

Donneur d'ordre :
Administration de l'environnement
1, avenue du Rock'n'Roll
L - 4361 Esch-sur-Alzette

www.umwelt-tuv.de



energy@de.tuv.com

La reproduction partielle de ce rapport est soumise à autorisation écrite.

TÜV Rheinland Energy GmbH
D – 51105 Cologne, Am Grauen Stein
Tél.: +49 (0)221 806-5200, Fax: +49 (0)221 806-1349

- page vierge -

Guide pour la réalisation d'études d'impact sonore environnemental pour les établissements et chantiers

DONNEUR D'ORDRE :	Administration de l'environnement 1, avenue du Rock'n'Roll L - 4361 Esch-sur-Alzette
CONTACT	Frau Naegelen isabelle.naegelen@aev.etat.lu
OFFRE N° :	936/8438919/2017
N° DE COMMANDE :	936/21242235/01
N° DE CLIENT :	256680
COMMANDE DU :	13.12.2017
PERSONNE EN CHARGE :	M. Sc. Karin Steude Tél.: +49 221 806-2169 Email : Karin.Steude@de.tuv.com M. Sc. Sylvie Dugay Tél.: +49 221 806-2412 Email : Sylvie.Dugay@de.tuv.com
PERSONNE RESPONSABLE :	Dipl.-Ing. Ralf Job
ADRESSE :	TÜV Rheinland Energy GmbH Immissionsschutz / Lärmschutz Am Grauen Stein D – 51105 Cologne
NB DE PAGES :	26
RAPPORT DU :	16.10.2018
VERSION :	1.1 Le présent guide sera actualisé en cas de besoin. La version allemande est contractuelle.

Sommaire

	Page
1 Introduction.....	6
1.1 Contexte/Objectif	6
1.2 Bases légales.....	6
2 Exigences de contenu minimales des études d’impact sonore.....	7
2.1 Définition de la mission.....	7
2.2 Description de la zone d’étude.....	7
2.2.1 Description des lieux.....	7
2.2.2 Description des points récepteurs à l’aide des critères du règlement grand-ducal de 1979	9
2.3 Présentation du plan d’intervention	11
2.4 Description de la collecte des données.....	11
2.4.1 Données utilisées pour la modélisation	11
2.4.2 Description de l’établissement.....	12
2.4.3 Documentation des résultats de mesure	12
2.4.4 Description des sources de bruit	12
2.5 Calcul de propagation	13
2.6 Présentation des résultats	13
2.7 Qualité des résultats	14
2.8 Conclusion.....	14
2.9 Annexe.....	14
2.10 Exigences supplémentaires concernant le rapport.....	14
2.11 Transmission des données à l’Administration de l’environnement	15
3 Modélisation et calcul de propagation	16
3.1 Exigences concernant la nature, l’origine et l’actualité des données d’entrée	16
3.2 Exigences concernant le calcul de propagation	16
3.3 Indicateurs à utiliser.....	17
3.4 Exigences concernant la présentation des résultats	17
4 Mesures du niveau sonore	18
4.1 Normes de mesure	18
4.2 Exigences concernant l’équipement de mesure	19
4.3 Exigences concernant le protocole de mesure	19
4.4 Mesures à l’émission.....	20

4.5	Mesures à l'immission.....	20
Annexe 1 :	Lois, règlements et autres documents.....	22
Annexe 2 :	Glossaire	23
Annexe 3 :	Liste récapitulative des documents nécessaires	26

Remarque : *Le texte en italique fait référence aux notions expliquées dans le glossaire en annexe 2.*

1 Introduction

1.1 Contexte/Objectif

Le présent guide s'adresse en priorité aux experts qui conduisent des études d'impact sonore environnemental pour les établissements relevant du champ d'application du règlement grand-ducal de 1979 [2]. Ce guide fait prioritairement référence au bruit des installations industrielles, le bruit des chantiers sera ajouté dans une version ultérieure du présent guide. Dans un but de simplification on utilisera par la suite le terme de *bruit industriel* pour le bruit des installations industrielles.

Ce guide est le reflet des bonnes pratiques actuelles en matière d'établissement d'études d'impact sonore environnemental.

Le but de l'introduction du guide est d'harmoniser l'approche des différents acteurs et d'assurer la qualité des études.

1.2 Bases légales

L'établissement d'études d'impact sonore environnemental pour le *bruit industriel* est actuellement régi par les lois et règlements suivants :

- Loi du 21 juin 1976 relative à la lutte contre le bruit.
 - Règlement grand-ducal du 13 février 1979 concernant le niveau de bruit dans les alentours immédiats des établissements et des chantiers.
- Loi du 10 juin 1999 relative aux établissements classés.
 - Règlement grand-ducal du 10 mai 2012 relatif à la nomenclature et classification des établissements classés.
- Loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement.

Les versions actuelles ainsi que l'historique du développement des lois et règlements précités sont disponibles sur le site www.legilux.lu.

Ce guide concerne principalement l'établissement d'études d'impact sonore environnemental pour les installations industrielles *nécessitant une autorisation* dans le cadre de la loi du 10 juin 1999 [3]. Celles-ci sont éventuellement soumises à des exigences supplémentaires (cf. art. 9 du règlement grand-ducal du 13.02.1979 [2]).

Dans le cadre de l'évaluation des incidences environnementales (EIE), toutes les alternatives proposées doivent être évaluées dans l'étude d'impact sonore environnemental de façon qualitative ou quantitative.

2 Exigences de contenu minimales des études d'impact sonore

2.1 Définition de la mission

Pour commencer il est nécessaire de délimiter la mission en considérant entre autres les points suivants :

- Occasion et cadre de l'étude d'impact sonore (demande d'autorisation, réception, EIE etc.).
- Fonction de l'évaluateur (par ex. en tant qu'*organisme agréé* au sens de la loi du 21.04.1993 [6]).
- État actuel de la planification sur lequel se base l'étude (mention des sources).
- Stratégie retenue pour établir les émissions et immissions de *bruit industriel* ainsi que l'évaluation des résultats.
- Le cas échéant les restrictions applicables à la *zone d'étude* concernant la lutte contre le bruit avec un renvoi explicite aux autorisations d'exploitation en vigueur selon la loi du 10. juin 1999 [3].

Note sur l'utilisation des documents d'autorisation :

Il faut distinguer 3 cas :

- A) Nouvelle installation ou augmentation d'un niveau de bruit déjà autorisé :
Il faudra vérifier s'il existe déjà une/des source(s) de *bruit industriel dans la zone d'étude*. Si c'est le cas il faudra demander au préalable auprès de l'Administration de l'environnement compétente (E-Mail : infos@aev.etat.lu; Tel : +352 405656-600) quelles sont les restrictions existantes en matière de lutte contre le bruit pour ces *établissements* existants. Les extraits pertinents des autorisations d'exploitation en vigueur devront être demandés et cités dans l'étude d'impact sonore environnemental.
- B) Implantation dans une zone d'activités disposant de contingents acoustiques :
L'autorisation d'exploitation de la zone d'activités doit être mise à disposition par l'exploitant. Il est généralement possible, après examen de la validité du document, de s'affranchir de déterminer le *bruit industriel existant*.
- C) Une autorisation d'exploitation a déjà fixé les niveaux de bruit à respecter par l'*établissement* : Si le projet ne change pas le cadre de l'autorisation d'exploitation on peut alors généralement, après examen de la validité du document, s'affranchir de déterminer le *bruit industriel existant*.

Note sur l'utilisation des études d'impact sonore environnemental existantes :

Les études d'impact sonore environnemental existantes peuvent être utilisées de façon informative dans une étude dans la mesure où celles-ci sont actuelles et où les paramètres utilisés dans ces études n'entrent pas en conflit avec les autorisations d'exploitation en vigueur.

2.2 Description de la zone d'étude

2.2.1 Description des lieux

L'implantation de l'*établissement* dans la *zone d'étude* doit être décrite selon les critères suivants :

- *Délimitation spatiale de l'établissement :*
 - Dénomination de l'établissement et des procédés imputés à celui-ci dans l'étude d'impact sonore environnemental à élaborer,
 - Brève description de la fonction de l'établissement,
 - Si une partie seulement d'un établissement est considérée – délimitation de celle-ci par rapport au reste de l'établissement.

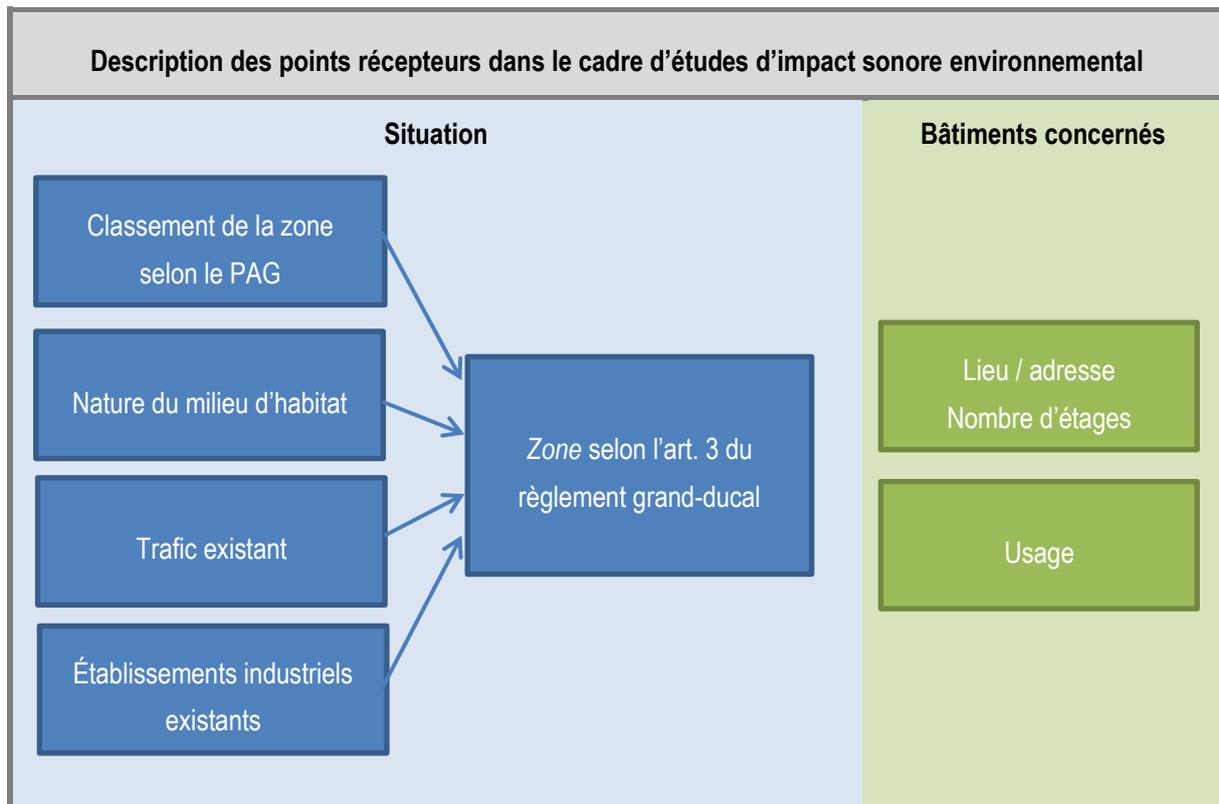
Cas particulier :

Lorsque le bruit de véhicules émis sur la voie publique est imputable à l'établissement uniquement (par exemple une voie d'accès extérieure utilisée uniquement par l'établissement) celui-ci est à prendre en compte lors du calcul de l'impact sonore au même titre que le bruit des véhicules à l'intérieur de la limite de l'établissement. Ce cas particulier est à discuter au préalable avec l'administration de l'environnement.

- Description de la *zone d'étude* (présence d'habitations, de zone d'activités, agriculture etc.) en spécifiant les distances entre ces bâtiments et l'établissement considéré ainsi que les conditions de propagation sonore pertinentes (topographie, environnement, bâtiments réflecteurs et/ou diffractants, plans réflecteurs, etc.)
- Représentation cartographique de la *zone d'étude* à l'aide d'un fond de carte adapté (carte topographique) sur laquelle sont représentés au minimum les délimitations de l'établissement et les *points récepteurs* pertinents.

2.2.2 Description des points récepteurs à l'aide des critères du règlement grand-ducal de 1979

Le classement des *points récepteurs* en *zones* telles que définies à l'art. 3 du règlement grand-ducal de 1979 [2] ne peut pas s'effectuer que sur la base des zones délimitées dans le PAG (Plan d'Aménagement Général) puisque les *zones* définies dans l'art. 3 englobent des critères supplémentaires qui vont au-delà de ceux du PAG. Il s'agit de la nature du milieu d'habitat, du *bruit industriel existant* (industriel et des infrastructures de transport). L'usage des bâtiments représentés par les *points récepteurs* est également à décrire.



En résultent les exigences suivantes concernant la description des *points récepteurs* pertinents dans le cadre d'une étude d'impact sonore environnemental :

- Déclaration d'un numéro de point récepteur unique avec mention du lieu / adresse, du nombre d'étages et des coordonnées (LUREF).

Cas particulier :

Attention à bien prendre en compte les surfaces non bâties du PAG indiquées comme surfaces constructibles avec usages sensibles.

Celles-ci ne sont pas à considérer lors de l'évaluation du *bruit de chantiers*.

- Utilisation du sol selon le PAG.
- Caractérisation textuelle des *points récepteurs* :
 - Nature du milieu d'habitat :
par ex. bâtiment isolé en extérieur, groupement de plus de cinq habitations (« agglomération »), centre-ville, zone d'activités.
 - Usage :
par ex. purement résidentiel, usage commercial avec ou sans locaux sensibles (par ex. bureaux, logements de fonction), usage temporaire (par ex. logements de vacances).
 - Description du trafic existant :
Les sources primaires d'information sur le bruit des infrastructures de transport (bruit routier, ferroviaire et aérien) sont les résultats de la cartographie du bruit la plus récente selon la directive européenne relative au bruit environnemental (2002/49/EC)¹ et/ou les résultats des comptages du trafic routier de l'Administration des Ponts et Chaussées². Des études détaillées du trafic peuvent aussi être utilisées. Les références correspondantes doivent être mentionnées.

Toutes les voies de circulation ayant un impact significatif sur les *points récepteurs* considérés sont à décrire.

En l'absence d'études détaillées du trafic on pourra décrire verbalement la situation rencontrée sur site.

La détermination du bruit des infrastructures de transport par calcul de propagation n'est en général pas nécessaire. Une description écrite suffit.

Pour la description des données de trafic routier on pourra utiliser – conformément aux pratiques usuelles – la classification suivante du TJM (Trafic Journalier Moyen) :

- Faible TJM < 1.000 véhicules sur 24 h
- Moyen TJM < 8.200 véhicules sur 24 h
- Fort TJM ≥ 8.200 véhicules sur 24 h

Cette classification est valable seulement pour un pourcentage habituel de véhicules lourds (cf. RLS-90, tableau nr. 3).

- *Bruit industriel existant* :
Indication du nom des sociétés voisines à l'origine du *bruit industriel existant*, de leur situation géographique, de leur activité et le cas échéant mention de l'autorisation d'exploitation selon la loi du 10 juin 1999 [3].

¹ Géoportail national officiel du Grand-Duché de Luxembourg, thème : environnement ; <http://map.geoportail.lu> (dernière visite : 24.01.2018).

² Portail des Ponts et Chaussées, Grand-Duché de Luxembourg ; <http://www.pch.public.lu/fr/info-traffic/comptage/index.html> (dernière visite : 24.01.2018).

- Documentation détaillée de chaque *point récepteur* (en annexe du rapport à produire) :
 - Photos et vues aériennes,
 - Repérage des *points récepteurs*, chacun sur une partie correspondante d'une carte topographique (ou fond de carte comparable) et du PAG (si disponible).

Les données ci-avant sont à vérifier lors d'une visite des lieux.

- Selon la mission à effectuer on soumettra une proposition de classement des *points récepteurs* selon les *zones* de l'art. 3 du règlement grand-ducal de 1979 [2].

Notes explicatives :

Définition des *niveaux de bruit à respecter* :

L'art. 3 du règlement grand-ducal de 1979 [2] s'adresse à tous les exploitants d'*établissements* concernés par la zone de validité de ce règlement. Ainsi les valeurs stipulées dans l'art. 3 ne représentent pas de niveaux de bruit à respecter pour un seul établissement. Le *niveau de bruit à respecter* par un établissement seul est en général inférieur au *niveau de bruit à respecter* par tous les établissements industriels existants. L'utilisation et la détermination des niveaux de bruit à respecter globalement et par l'établissement à considérer sont à clarifier dans le cadre de la concertation avec l'Administration de l'environnement.

Procédure pour les *établissements* déjà soumis à des contraintes de lutte contre le bruit :

Si on étudie le cas d'*établissements* ayant déjà une autorisation d'exploitation (par ex. dans le cadre d'un agrandissement de l'entreprise ou d'une mesure de réception) et pour lesquels les niveaux de bruit à respecter aux *points récepteurs* sont déjà fixés par cette dite autorisation, on pourra alors renoncer à une description détaillée des *points récepteurs* avec définition des *zones* comme indiqué au chapitre 2.2.2. Cependant la vérification du PAG en vigueur et une visite sur site seront nécessaires pour vérifier l'actualité des *points récepteurs*.

2.3 Présentation du plan d'intervention

Pour les études d'impact sonore environnemental réalisées en tant qu'organisme agréé selon la loi du 21 avril 1993 [6] il est nécessaire de clarifier par avance les contenus des chapitres 2.1, 2.2 et 2.4 ainsi que les critères d'évaluation (détermination du bruit *industriel existant*, considération d'une partie seulement d'un *établissement*, *établissements* dans des zones d'activités autorisées etc.) par le biais d'un plan d'intervention avec l'Administration de l'environnement.

2.4 Description de la collecte des données

2.4.1 Données utilisées pour la modélisation

Les données utilisées pour la modélisation (par ex. modèle numérique du terrain, bâtiments) sont à mentionner dans le rapport. La plausibilité et l'actualité de ces données est à vérifier dans le cadre d'une visite du site (cf. également chapitre 3).

2.4.2 Description de l'établissement

La description de l'*établissement* permet d'obtenir une image générale des sources de bruit présentes ou projetées sur le site. Leur temps d'utilisation doit être décrit de façon suffisamment précise pour en déduire un scénario correspondant à la période de référence à considérer (cf. également chapitre 3). Les „événements rares“ qui ne sont pas pris en compte dans le scénario doivent tout de même être décrits.

Événement rare :

Écart par rapport aux activités quotidiennes de l'établissement, dû à des particularités de fonctionnement prévisibles et engendrant un niveau de bruit plus élevé.

2.4.3 Documentation des résultats de mesure

Lorsque des mesures à l'émission sont nécessaires, que ce soit pour la détermination de la puissance acoustique des sources ou dans le cadre d'une réception, le protocole de mesure correspondant sera joint à l'étude d'impact sonore environnemental. Il comportera entre autres la date, l'état de fonctionnement de l'*établissement*, les appareils de mesure utilisés, la méthode et les résultats de mesure pour les sources significatives.

Les exigences concernant le procédé et l'équipement de mesure à utiliser sont détaillées au chapitre 0.

2.4.4 Description des sources de bruit

La description des sources de bruit doit comporter les points suivants (exigences minimales) :

- Numérotation unique,
- Origine et actualité des données (par ex. base de données, mesure, études, valeurs empiriques, données du constructeur),
- Type de source (ponctuelle, linéaire ou surfacique),
- Temps de fonctionnement sur la durée quotidienne de fonctionnement de l'*établissement*, sur la *période de référence* (jour, nuit) et sur la *durée de détermination* du niveau sonore (heure la plus bruyante en période jour / nuit), (voir paragraphe 3.3 et glossaire, période de détermination),
- Niveau de puissance acoustique de base, niveau de puissance acoustique pour la source / la période donnée,
- Pour les bâtiments disposant de surfaces rayonnant vers l'extérieur : évaluation des sources surfaciques (façades, toitures, fenêtres, portes etc.) avec description de la structure et mention de l'indice d'affaiblissement acoustique et du type de montage,
- Le cas échéant indication du *caractère tonal ou impulsif* des sources de bruit,
- Directivité des sources sonores,
- Documentation des spectres de fréquence par octave (éventuellement avec les graphiques en annexe), en cas d'indisponibilité de spectres de fréquence par octave, la qualité de l'étude est à commenter,

- Représentation des sources de bruit sur un plan du site avec une numérotation claire permettant de faire le lien entre le plan et la description des sources.

Sources de bruit fixes et mobiles :

Complémentairement à l'évaluation de l'impact global de l'établissement, il est d'usage de faire une évaluation de l'impact des *sources fixes* seules. Dans la description des sources, il est donc nécessaire de faire une séparation entre *sources fixes et sources mobiles*.

Il est à noter que les *sources fixes* englobent aussi bien les sources primaires de bruit (sources extérieures) que les sources de bruit secondaires (sources surfaciques de bâtiments rayonnant vers l'extérieur).

2.5 Calcul de propagation

Pour les calculs de propagation du *bruit industriel* dans l'environnement, la norme ISO 9613-2 [7] est à appliquer. D'éventuelles exceptions requièrent l'aval de l'Administration de l'environnement.

Les informations suivantes seront contenues dans le rapport :

- Logiciel utilisé pour le calcul de propagation (et sa version),
- Norme appliquée pour le calcul (ISO 9613-2 [7]),
- Paramètres de calcul significatifs.

En ce qui concerne les exigences imposées aux données d'entrée et aux paramètres de calcul, il y a lieu de se référer au chapitre 3.

2.6 Présentation des résultats

- Calcul des niveaux sonores aux *points récepteurs* pour les *périodes examinées* en indiquant l'étage significatif (hauteur du point récepteur).
- Création d'un tableau récapitulatif des niveaux sonores à l'immission pour l'ensemble des sources (fixes et mobiles) et pour les sources fixes seules pour chaque *point récepteur* et chaque *période de détermination*.
- Le cas échéant, comparaison des résultats avec les niveaux de bruit à ne pas dépasser sous condition de validation du plan d'intervention par l'Administration de l'environnement (voir « note sur l'utilisation des documents d'autorisation » au chapitre 2.1).
- Si nécessaire, description des mesures de réduction des niveaux sonores envisageables et des conditions à remplir afin de respecter les *niveaux de bruit autorisés*.
- Le cas échéant, création d'un tableau récapitulatif des niveaux sonores à l'immission prenant en compte les mesures de réduction (voir plus haut).
- La création de cartes de bruit peut être judicieuse dans certains cas à titre d'instrument complémentaire. On en décidera au cas par cas après consultation de l'Administration de l'environnement.

Il est néanmoins nécessaire de mentionner que les *niveaux de bruit industriels* représentés par une carte de bruit ne sont pas identiques aux résultats d'un calcul à un *point récepteur* car il existe une différence dans la prise en compte des réflexions au niveau des façades des bâtiments et des hau-

teurs de calcul. Pour cette raison on ne peut s'appuyer sur une carte de bruit pour vérifier le respect de *niveaux sonores autorisés* pour un établissement (voir aussi point nr. 1 de la DIN 18005 Partie 2 [13]).

2.7 Qualité des résultats

La qualité des résultats dépend fortement de la qualité des données d'entrée (hypothèses de calcul concernant le fonctionnement de l'établissement, puissance acoustique des sources).

Une détermination des incertitudes par le calcul n'est en général pas nécessaire pour autant qu'on apporte la preuve que les résultats obtenus sont fiables. Les hypothèses émises dans l'étude permettent de calculer un niveau de pression acoustique maximal sont à justifier.

2.8 Conclusion

Résumé de l'objectif de l'étude et des principaux résultats.

2.9 Annexe

Les informations suivantes sont à fournir en annexe :

- Bibliographie contenant les normes, directives et documents utilisés.
- Plan des sources de bruit.
- Rapport de mesures (si nécessaire).
- Tableaux détaillés des caractéristiques des sources considérées (type de source, coordonnées, longueur ou surface, niveau de puissance acoustique, niveau de pression acoustique à l'intérieur du bâtiment, indice d'affaiblissement acoustique, valeurs en bandes d'octave ou tiers d'octave).
- Représentation des *points récepteurs* sur un extrait de plan (ou plusieurs), éventuellement documentation photographique.
- Tableaux détaillés des résultats du calcul de propagation pour les *points récepteurs* significatifs dans lesquels seront indiqués pour chaque *point récepteur* les niveaux d'immission partiels pour chaque source de bruit ainsi que les corrections (temporelles, de directivité) et termes d'atténuation du son (divergence géométrique, absorption atmosphérique, effet de sol, diffraction).

La présence de tableaux détaillés d'émission et de propagation doit permettre de vérifier la plausibilité des hypothèses de calculs et des résultats du calcul de propagation.

2.10 Exigences supplémentaires concernant le rapport

Les exigences suivantes concernant le rapport sont à respecter :

- Mention d'une référence claire (numéro du rapport, numéro de dossier ou autre) ; date et signature de la personne en charge.
- Présence d'une table des matières.

- Les niveaux sonores mesurés et calculés sont à indiquer en dB(A) à l'unité près. On utilisera l'arrondi arithmétique sur la base du paragraphe 4.5.1 de la norme DIN 1333 de février 1992 pour les nombres positifs. Mathématiquement, l'arrondi de X_n (X_n étant X tronqué au multiple n de 10 souhaité, pour tout entier naturel n non nul) est égal à la partie entière de $(X_n+0,5)$.
- Exigences concernant les tableaux :
 - Usage d'une numérotation continue,
 - Légendes de tableaux uniformes,
 - Index des tableaux.
- Exigences concernant les illustrations :
 - Usage d'une numérotation continue,
 - Légendes d'illustrations uniformes,
 - Identification des *points récepteurs*, des installations, des sources etc.,
 - Utilisation d'un fond de carte ainsi que d'une échelle et d'une rose des vents afin de pouvoir s'orienter dans l'environnement,
 - Index des illustrations.

En rapport avec l'usage ultérieur des études d'impact sonore au format PDF on veillera particulièrement à la qualité et à la lisibilité des illustrations.

2.11 Transmission des données à l'Administration de l'environnement

La transmission des données à l'Administration de l'environnement doit être effectuée en conformité avec l'agrément délivré en vertu de la loi du 21.04.1993 [6].

3 Modélisation et calcul de propagation

Dans la plupart des cas, la détermination des niveaux de bruit générés par un *établissement* à un *point récepteur* par calcul de propagation acoustique est à privilégier à une mesure aux *points récepteurs*. Parfois, un calcul de propagation est même la seule méthode possible pour déterminer le niveau sonore à un *point récepteur* (par exemple lorsque le bruit ambiant est trop élevé, pour des *établissements* en projet, pour évaluer des variantes ou scénarios alternatifs ou lorsque les lieux sont inaccessibles).

3.1 Exigences concernant la nature, l'origine et l'actualité des données d'entrée

De manière générale on ne doit faire usage que de données d'entrée dont on a vérifié la pertinence et l'actualité (par ex. par une visite du site). Cela est valable entre autres pour :

- Les cartes d'arrière-plan,
- *Le modèle 3D des bâtiments* (niveau de détail LoD1 minimum),
- Les données topographiques pour le calcul du modèle numérique de terrain,
- Les données relatives aux sources de bruit.

Les données à l'émission peuvent provenir d'études, de valeurs empiriques, de vos propres mesures ou des données du constructeur (cf. aussi chapitre 2.4.4).

3.2 Exigences concernant le calcul de propagation

Particularités dans l'application de la norme ISO 9613-2 [7] dans le Grand-Duché de Luxembourg pour la détermination des niveaux sonores aux *points récepteurs* concernés :

- *La période de référence* s'étend de 7 h à 22 h en journée et de 22 h à 7 h la nuit,
- Le niveau acoustique moyen équivalent pondéré A par vent portant dans la direction de propagation est à utiliser selon l'équation 5 de la norme ISO 9613-2 [7], une correction météorologique C_{met} ne sera donc pas à prendre en compte ($C_0=0$ dB),
- Le calcul des niveaux sonores est à effectuer pour tous les étages et un nombre de points permettant à coup sûr de déterminer l'étage ou le point le plus exposé (à posteriori/après calculs) ou dans le cas de terrains non construits en accord avec le PAG (plan d'aménagement général), PAP (Plan d'Aménagement Particulier) ou le règlement communal sur les bâtisses pour le point le plus exposé du terrain à bâtir. En l'absence de renseignements une hauteur de 4 m en s'appuyant sur la norme DIN 45645-1 [11] sera fixée.
- Pour des sources de bruit atypiques (par la hauteur de la source ou le type de propagation) des règles spécifiques sont à respecter (par ex. le bruit de tir, éoliennes, cf. aussi chapitre 4.1).

L'utilisation des données spectrales est à favoriser pour les calculs acoustiques :

- Prise en compte des *bruits de basses fréquences* au *point récepteur*,
- Détermination de mesures de réduction des niveaux sonores à des fréquences adaptées (silencieux, capotages),
- Meilleure précision pour le calcul de propagation selon la norme ISO 9613-2 [7] (Atténuation due à l'absorption atmosphérique et à l'effet de sol).

3.3 Indicateurs à utiliser

La pratique courante consiste à déterminer les niveaux sonores équivalents L_{Aeq} pour les *périodes de référence* suivantes :

- l'heure la plus bruyante de la période jour (7 h - 22 h) et
- l'heure la plus bruyante de la période nuit (22 h - 7 h).

Dans des cas particuliers des indicateurs supplémentaires pourront être définis en accord avec l'Administration de l'environnement.

3.4 Exigences concernant la présentation des résultats

L'évaluation des résultats du calcul point par point nécessite les données suivantes :

- Indication de l'étage le plus exposé pour chaque *point récepteur*,
- Tableau récapitulatif représentant les niveaux sonores en provenance des *sources fixes* et de l'ensemble des sources (fixes et mobiles) pour tous les étages et l'étage le plus exposé de chaque *point récepteur*,
- Comparaison des résultats avec les critères d'évaluation issus de la concertation avec l'Administration de l'environnement,
- Le cas échéant création de cartes de bruit (cf. chapitre 2.6).

4 Mesures du niveau sonore

Concernant les mesures, il convient de différencier les mesures des sources à l'émission et les mesures des niveaux sonores aux *points récepteurs*.

Les mesures des sources de bruit à l'émission peuvent être nécessaires dans les cas suivants (cf. chapitre 4.4) :

- Collecte de données pour déterminer les niveaux de puissance acoustique et les caractéristiques spectrales des sources de bruit comme données d'entrée pour un calcul de propagation,
- Mesure de réception de sources de bruit dans le cadre d'une vérification des contraintes imposées par les autorisations d'exploitation.

Les mesures des niveaux sonores aux points récepteurs peuvent être nécessaires dans les cas suivants (cf. chapitre 4.5) :

- Mesures de réception aux *points récepteurs* dans le cadre d'une vérification des contraintes imposées par une autorisation d'exploitation,
- Plaintes de voisinage,
- Détermination de la *charge acoustique existante* aux alentours immédiats d'un établissement,
- Mesures à un point de référence pour la vérification des résultats du calcul de propagation.

4.1 Normes de mesure

Les normes le plus souvent utilisées lors de mesures de niveaux sonores, autant pour les émissions que pour les immissions, sont listées ci-après. Cette liste ne prétend pas être exhaustive. Des normes comparables de pays voisins peuvent éventuellement être utilisées après concertation.

- Appareils de mesure :
EN 61672-1 : Electroacoustique - Sonomètres - Partie 1 : Spécifications, date de publication : 01.12.2013.
- Mesures à l'émission pour déterminer les niveaux de puissance acoustique :
EN ISO 3740, Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit - Guide pour l'utilisation des normes de base, date de publication : 01.11.2000.
EN ISO 3744, Acoustique - Détermination des niveaux de puissance et d'énergie acoustiques émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique - Méthodes d'expertise pour des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant, date de publication : 01.10.2010.
EN ISO 3747, 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 d'expertise et de contrôle pour une utilisation in situ en environnement réverbérant, date de publication : 01.12.2010.
ILNAS-EN ISO 9614-1, Acoustique - Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit - Partie 1: Mesurages par points (ISO 9614-1 : 1993), date de publication : 01.08.2009.
ILNAS-EN ISO 9614-2: Acoustique - Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit - Partie 2 : Mesurage par balayage (ISO 9614-2 : 1996), date de publication : 01.08.1996.

EN ISO 9614-3, Acoustique - Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit - Partie 3 : Méthode de précision pour mesurage par balayage, date de publication : 01.08.2009.

EN ISO 15186-2 Acoustique - Mesurage par intensité de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 2 : Mesurages in situ, date de publication : 01.06.2003.

VDI 3745 Blatt 1 „Beurteilung von Schießgeräuschimmissionen, Ausgabe 01.05.1993 (Au Luxembourg les chapitres 1 à 4 sont appliqués).

EN 61400-11 (VDE 0127-11): Windenergieanlagen – Teil 11: Schallmessverfahren.

- Mesures à l'immission :

DIN 45680 « Mesurage et évaluation d'immission de bruits de fréquences graves dans le voisinage », date de publication : 01.03.1997.

DIN 45680 Supplément 1 « Mesurage et évaluation d'immission de bruits de fréquences graves dans le voisinage - Lignes directrices pour l'évaluation des installations industrielles », date de publication : 01.03.1997.

4.2 Exigences concernant l'équipement de mesure

Des sonomètres intégrateurs de classe de précision 1 selon la norme EN 61672-1 [11] sont à utiliser.

Les exigences contenues en annexe du règlement grand-ducal de 1979 [2] concernant les sonomètres (IEC N° 123 / IEC N° 179 – plus tard IEC 651 et IEC 804) ne sont plus en vigueur. La norme EN 61672-1 [11] est à appliquer.

Les informations sur le type, la classe de précision, l'étalonnage et le calibrage des appareils sont à inclure dans le rapport de mesure. Les appareils de mesure utilisés doivent être étalonnés (tous les 2 ans). Un calibrage des sonomètres est à effectuer avant et après chaque mesurage à l'aide du calibrateur associé au sonomètre.

4.3 Exigences concernant le protocole de mesure

Le rapport de mesure doit contenir les informations suivantes :

- Généralités :
 - Désignation de l'*établissement* / brève description des sources considérées,
 - Localisation des sources sonores mesurées sur un plan de situation,
 - Date et horaire des mesures,
 - Conditions météorologiques durant les mesures (direction et vitesse du vent, précipitations, température, pression atmosphérique, humidité),
 - Appareils de mesure utilisés,
 - Méthodes de mesure et d'analyse utilisées,
 - État de fonctionnement de l'*établissement* durant les mesures,
 - Présence de bruit résiduel durant les mesures et correction des niveaux sonores si nécessaire,
 - Photos des sources de bruit.

- Résultats de mesure et analyse :
 - Les mesures sont à effectuer et à documenter en bandes d’octaves ou en tiers d’octaves.
 - Valeurs mesurées à documenter :
 - L_{Aeq} : niveau sonore moyen pondéré A,
 - L_{AFmax} : valeur maximale du niveau de pression acoustique pondéré A.
 - Les valeurs de mesurage supplémentaires suivantes sont à documenter au besoin :
 - L_{AFTeq} : niveau sonore comme déterminé par la norme DIN 45641 (Takt maximal) (Takt = 5s),
 - L_{AF90} : niveau de bruit dépassé sur 90% de la période de mesure avec pondération A;
 - L_{AF95} : niveau de bruit dépassé sur 95% de la période de mesure avec pondération A;
 - L_{AF99} : niveau de bruit dépassé sur 99% de la période de mesure avec pondération A;
 - Documentation compréhensible de la détermination du niveau de puissance acoustique à partir des valeurs mesurées (distance de mesure, corrections effectuées etc.).
 - La présence de bruit à caractère *tonal, impulsif ou de basses fréquences* est à documenter le cas échéant.

4.4 Mesures à l’émission

Lors de la réalisation de mesures à l’émission on cherchera à se conformer au mieux à la classe de précision 2 selon les normes EN ISO 3744 [9] / EN ISO 3747 [10].

4.5 Mesures à l’immission

Lors de la réalisation de mesures à l’immission on suivra les exigences en vigueur (cf. aussi à ce sujet DIN 45645 Teil 1 [11]) :

- Choisir un lieu de mesure approprié³,
- Faire une correction pour le bruit résiduel si nécessaire,
- Prendre en compte le statut opérationnel réel de l’*établissement*, le cas échéant par une simulation des procédés,
- Choisir une durée de mesurage suffisante à la détermination de résultats représentatifs (en particulier dans les cas de bruits variables ou impulsifs),
- N’effectuer les mesures à l’immission que dans des conditions météorologiques appropriées et favorables à la propagation des sons (par ex. vent portant). Lorsque les conditions météorologiques sont inappropriées (fortes pluies, chute de neige, vitesses de vent élevées ou sols gelés ou couverts de neige), les mesures à l’immission sont à reporter.

³ Pour les mesures de niveau sonore qui ne sont pas réalisées dans le cadre de la loi du 10 juin 1999 il faut se référer ici à l’annexe du règlement grand-ducal de 1979 [2].

Abteilung Immissionsschutz / Lärmschutz

Rédigé par :



M. Sc. Karin Steude

Vérfié par :



Dipl.-Ing. Ralf Job



M. Sc. Sylvie Dugay

Cologne, 16.10.2018
936/21242235/01

Annexe 1: Lois, règlements et autres documents

- [1] Loi du 21 juin 1976 relative à la lutte contre le bruit.
- [2] Règlement grand-ducal du 13 février 1979 concernant le niveau de bruit dans les alentours immédiats des établissements et des chantiers.
- [3] Loi du 10 juin 1999 relative aux établissements classés.
- [4] Règlement grand-ducal du 7 mars 2003 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement.
- [5] Règlement grand-ducal modifié du 10 mai 2012 relatif à la nomenclature et classification des établissements classés.
- [6] Loi du 21 avril 1993 relative à l'agrément de personnes physiques ou morales privées ou publiques, autres que l'Etat pour l'accomplissement de missions techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement.
- [7] ISO 9613-2 « Acoustique - Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre - Partie 2 : Méthode générale de calcul », date de publication : 01.12.1996.
- [8] DIN 45680 « Mesurage et évaluation d'immission de bruits de fréquences graves dans le voisinage », date de publication : 01.03.1997.
- [9] EN ISO 3744, « 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 - Méthodes d'expertise pour des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant », date de publication : 01.10.2010.
- [10] EN ISO 3747, « Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique - Méthode de comparaison pour une utilisation in situ », date de publication : 01.12.2010.
- [11] EN 61672-1 : Electroacoustique - Sonomètres - Partie 1 : Spécifications, date de publication : 01.12.2013.
- [12] DIN 45645 „Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen“, Teil 1: „Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft“, Ausgabe 01.07.1996.
- [13] DIN 18005 „Schallschutz im Städtebau“, Teil 2: „Lärmkarten – Kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen, Ausgabe 01.09. 1991.
- [14] Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, RLS-90 Ausgabe 1990. Der Bundesminister für Verkehr, Abt. Straßenbau.

Annexe 2: Glossaire

Agglomération (geschlossene Wohnsiedlung)	Au sens de l'article 2 du règlement grand-ducal de 1979 il s'agit d'un ensemble d'au moins cinq maisons d'habitation servant, d'une façon permanente ou pendant au moins trois mois dans l'année, à l'habitation humaine et situées dans un rayon de cent mètres. Une propriété qui, quoique non bâtie actuellement, est susceptible d'être couverte par une autorisation de bâtir en vertu de la réglementation communale existante, est à considérer au même titre que les habitations mentionnées ci-dessus.
Bruit de basse fréquence (Tieffrequente Geräusche)	Bruit ayant une part d'énergie dominante dans les bandes de fréquence < 90 Hz
Bruit industriel (Gewerbelärm)	Niveau sonore causé par les <i>établissements</i> .
Bruit industriel existant (Vorbelastung)	Niveau sonore existant à un <i>point récepteur</i> donné, induit par les établissements aux alentours et ne prenant pas en compte l' <i>établissement</i> considéré.
Bruit industriel global (Gesamtbelastung)	Niveau sonore causé par tous les <i>établissements</i> ayant une influence sur le <i>point récepteur</i> considéré.
Bruit industriel spécifique (Zusatzbelastung)	Niveau de bruit induit par l' <i>établissement</i> considéré (<i>sources fixes et mobiles</i>) à un <i>point récepteur</i> donné et s'ajoutant au niveau de bruit existant.
Bruit résiduel (Fremdgeräusch)	Niveau sonore mesuré en l'absence du bruit émis par l'établissement à caractériser.
Caractère impulsif (Impulshaltigkeit)	Selon l'annexe du règlement grand-ducal de 1979, un bruit est impulsif lorsqu'il dépasse de manière répétée le niveau sonore de base d'au moins 10 dB(A). Dans ce cas, le L_{Aeq} déterminé est à majorer de 5 dB. Le niveau sonore maximum Takt (Takt = 5s) pondéré A défini par la norme DIN 45641 peut être utilisé pour permettre de repérer un bruit impulsif lors de mesures à l'émission / à l'immission.
Caractère tonal Tonhaltigkeit	Bruit ayant une tonalité émergente visible dans le spectre en tiers d'octave et perceptible de façon subjective.

<p>Chantier (Baustelle)</p>	<p>Au sens de l'article 2 du règlement grand-ducal de 1979 il s'agit de tout chantier de construction, d'aménagement, de réparation, de terrassement ou d'entreposage, public ou privé.</p>
<p>Établissement classé (Genehmigungsbedürftige Anlage)</p>	<p>Établissement classé selon la loi du 10 juin 1999.</p>
<p>Établissement industriel (Anlage)</p>	<p>Au sens de l'article 2 du règlement grand-ducal de 1979 il s'agit de toute entreprise industrielle, artisanale, commerciale, agricole ou viticole, publique ou privée.</p>
<p>Extérieur d'une agglomération (Außenbereich)</p>	<p>Zone extérieure à une „agglomération“, comprenant des habitations éparses au caractère rural / de hameau. (< 5 maisons servant à l'habitation humaine dans un rayon de 100 mètres – voir la notion complémentaire d'„agglomération“).</p>
<p>Modèle de bâtiments 3D (3D-Gebäudemodell)</p>	<p>Pour les modèles de bâtiments en 3D, on différencie les niveaux de détail LoD1 et LoD2 (Level of Detail) :</p> <p>LoD1 : Modèle de blocs. Les bâtiments sont représentés par des polygones (surface de base du bâtiment) extrudés (hauteur du bâtiment) avec des toitures plates.</p> <p>LoD2 : Contient des bâtiments avec une typologie de toitures et surface thématiquement différenciées (par ex. toit en bâtière, en croupe).</p>
<p>Niveau de bruit à respecter (Immissionsrichtwert / Teil-Immissionsrichtwert)</p>	<p>Niveau de bruit à respecter (par l'établissement à considérer + les établissements industriels existants) et tenant compte de la classification de l'habitat en zones selon l'article 3 du règlement grand-ducal de 1979. Le niveau de bruit à respecter par l'établissement à considérer peut être inférieur au niveau à respecter globalement et doit, le cas échéant, considérer le bruit industriel existant. Ces niveaux à respecter sont à définir et à utiliser en concertation avec l'Administration de l'environnement.</p>
<p>Organisme agréé (Zugelassene Stelle)</p>	<p>Organisme appelé à accomplir diverses missions techniques d'étude et de vérification dans le cadre de la protection de l'environnement et agréé dans le cadre de la loi du 21 avril 1993 par l'Administration de l'environnement (points de compétences concernés ici : B1 et B2)</p>
<p>Période de détermination du L_{Aeq} (Bezugsperiode)</p>	<p>D'après l'annexe du règlement grand-ducal de 1979, la durée de détermination du L_{Aeq} dépend des circonstances du lieu et de la nature du bruit et doit être suffisamment représentative des variations du niveau sonore. Elle peut varier de 30 minutes jusqu'à la durée totale d'une période donnée, autant pour les mesures que pour les calculs.</p>

Dans la pratique courante, l'heure la plus bruyante de la période jour et l'heure la plus bruyante de la période nuit sont choisies comme durées de détermination du niveau sonore. Le choix d'une durée alternative est

à clarifier avec l'Administration de l'environnement.

Périodes de référence (Bezugszeitraum)	Les périodes de référence sont : le jour de 7 h à 22 h la nuit de 22 h à 7 h.
Point récepteur significatif (maßgeblicher Immissions- sort)	<p>D'après les articles 2 et 3 du règlement grand-ducal de 1979 le point récepteur significatif est la propriété bâtie ou susceptible d'être bâtie la plus proche dans laquelle séjournent des personnes de façon permanente.</p> <p>Dans la pratique courante ce sont les pièces à usage sensible les plus exposées qui sont considérées comme points récepteurs significatifs. Ce ne sont pas forcément les <i>points récepteurs</i> les plus proches ; le point peut être plus éloigné mais plus exposé ou bien être dans une zone avec des niveaux à respecter plus bas. Les points récepteurs sont à placer de la manière suivante :</p> <ul style="list-style-type: none">• Pour les établissements : à la limite de la surface dédiée selon la réglementation communale à la construction de locaux sensibles. Si la hauteur maximale de la construction est définie dans le PAP ou PAG, celle-ci sera prise en compte, sinon le point sera placé à 4m au-dessus du sol sur le modèle de la norme DIN 45645-1 [11]• Pour les chantiers : à 0,5 m de la façade, à l'extérieur de la fenêtre ouverte d'une pièce à utilisation sensible.• Pour les pièces mitoyennes à l'<i>établissement</i> considéré, dans le cas de l'évaluation du bruit solidien et des <i>bruits de basses fréquences</i> le <i>point récepteur</i> est à l'intérieur de la pièce à considérer.
Sources fixes (stationäre Quellen)	Elles comprennent les sources fixes extérieures (par ex. installation de ventilation ou de refroidissement) et les éléments des bâtiments (façades, toitures) susceptibles de rayonner en direction des zones d'immission.
Zones de bruit (Lärmzone)	Zones définies d'après la nature de l'habitat selon l'article 3 du règlement grand-ducal de 1979 auxquelles correspondent un niveau de bruit à respecter par l'ensemble des établissements et des chantiers.
Zone d'étude (Untersuchungsbereich)	Le zone d'étude comprend l'établissement à considérer, les points récepteurs significatifs ainsi que tout établissement ou infrastructure de transport ayant un impact sonore significatif sur les points récepteurs déterminés.

Annexe 3: Liste récapitulative des documents nécessaires

- **Autorisation d’exploitation de l’établissement et études acoustiques existantes, le cas échéant** (cf. chapitres 2.1 et 2.2.2).
Contact Administration de l’environnement : E-Mail: infos@aev.etat.lu; Tel: +352 405656-600
- **Fonds de carte** (Cartes topographiques, images aériennes, unités administratives – cf. chapitres 2.2.1, 2.2.2 et 3.1).
Géoportail national du Grand-Duché de Luxembourg, Thème: grand public, ACT; <http://map.geoportail.lu> (dernière visite le 27.02.2018).
- **PAG ou PAP** dans leur version la plus actuelle (cf. chapitres 2.2.1 et 2.2.2).
Géoportail national du Grand-Duché de Luxembourg, Thème: PAG, ACT; <http://map.geoportail.lu> (dernière visite le 27.02.2018) ou administration communale compétente.
- **Données bruit et trafic** (cf. chapitre 2.2.2).
Géoportail national du Grand-Duché de Luxembourg, Thème: Environnement, bruit;; <http://map.geoportail.lu> (dernière visite le 27.02.2018).
Portail des Ponts et Chaussées, Grand-Duché de Luxembourg; <http://www.pch.public.lu/fr/info-traffic/comptage/index.html> (dernière visite le 27.02.2018).
- **Bâtiments** (cf. chapitres 2.4.1 et 3.1).
Géoportail national du Grand-Duché de Luxembourg, Thème: Grand public, infrastructure et communication; <http://map.geoportail.lu> (dernière visite le 27.02.2018).
- **Topographie** (cf. chapitres 2.4.1 et 3.1).
Géoportail national du Grand-Duché de Luxembourg, Thème: Grand public, Couverture du sol, morphométrie / Modèle numérique de terrain (prototype); <http://map.geoportail.lu> (dernière visite le 12.06.2018).
- **Description de l’établissement** (cf. chapitres 2.4.2 et 3.1).