

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

DÉCEMBRE 2022

D'ËMWELTVERWALTUNG

Am Déngscht vu Mënsch an Ëmwelt



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Environnement, du Climat
et du Développement durable

Administration de l'environnement

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

version 1.4 du 15 décembre 2022

TABLEAU 0.1: VERSIONS DU GUIDE

Version	Description	Organisme en charge	Statut de publication
1.0	Guide du 12.07.2018	TÜV Rheinland Energy GmbH	Non publié
1.1	Guide du 16.10.2018	TÜV Rheinland Energy GmbH	Publié le 29.10.2018 sur emwelt.lu
1.2	Guide du 01.04.2020	Betavi/Schroeder Associés	Non publié
1.3	Guide du 16.03.2022	TÜV Rheinland Energy GmbH	Non publié
1.4	Guide du 25.11.2022	Administration de l'environnement	Publié le 15.12.2022 sur emwelt.lu

VERSION :

1.4

Le présent guide sera actualisé en cas de besoin. La version allemande est contractuelle.

Le Tableau 0.1 présente les différentes versions. Veuillez trouver la version la plus actuelle sur le site

<https://environnement.public.lu/fr/emweltprozeduren/Fo rmations/Guide-impact-sonore.html>.

CONTACT

Administration de l'environnement
Unité Surveillance et Evaluation de l'environnement
Isabelle Naegelen (isabelle.naegelen@aev.etat.lu)
1, avenue du Rock'n'Roll
L - 4361 Esch-sur-Alzette

Sommaire

	Page
1 Introduction	6
1.1 Contexte/Objectif	6
1.2 Bases légales	6
1.3 Présentation du plan d'intervention.....	7
2 Exigences de contenu minimales des études d'impact sonore	8
2.1 Définition de la mission	8
2.2 Description de la <i>zone d'étude</i>	9
2.2.1 Description des lieux	9
2.2.2 Description des points récepteurs à l'aide des critères du règlement grand-ducal modifié de 1979.....	10
2.3 Description de la collecte des données concernant l' <i>établissement / le chantier</i> et ses alentours.....	13
2.3.1 Données utilisées pour la modélisation	13
2.3.2 Description de l'établissement ou du chantier	13
2.3.3 Documentation des résultats de mesure	14
2.3.4 Description des sources de bruit.....	14
2.4 Calcul de propagation.....	15
2.5 Présentation des résultats	16
2.6 Qualité des résultats.....	16
2.7 Conclusion.....	16
2.8 Annexe	17
2.9 Exigences supplémentaires concernant le rapport	17
2.10 Transmission des données à l'Administration de l'environnement	18
3 Modélisation et calcul de propagation.....	19

3.1	Exigences concernant la nature, l'origine et l'actualité des données d'entrée.....	19
3.2	Exigences concernant le calcul de propagation.....	19
3.3	Indicateurs à utiliser	20
3.4	Exigences concernant la présentation des résultats	21
4	Mesures du niveau sonore	22
4.1	Normes de mesure	22
4.2	Exigences concernant l'équipement de mesure.....	23
4.3	Exigences concernant le protocole de mesure.....	23
4.4	Mesures à l'émission	24
4.5	Mesures à l'immission	24
Annexe 1 :	Lois, règlements et autres documents	25
Annexe 2 :	Glossaire	27
Annexe 3 :	Liste récapitulative des documents nécessaires	31

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



Ce pictogramme indique un point spécifique se rapportant au *bruit de chantier*.

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* et les *chantiers* relevant du champ d'application du règlement grand-ducal de 1979 [2].

Ce guide est le reflet des bonnes pratiques actuelles en matière d'élaboration 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'élaboration d'études d'impact sonore environnemental pour le *bruit d'établissement* et/ou *bruit de chantier* est actuellement régie par les lois et règlements suivants :

- Loi modifiée du 21 juin 1976 relative à la lutte contre le bruit [1].
 - Règlement grand-ducal modifié du 13 février 1979 concernant le niveau de bruit dans les alentours immédiats des établissements et des chantiers [2].
 - Règlement grand-ducal modifié du 21 décembre 2001 portant application de la directive 2000/14/CE du Parlement Européen et du Conseil du 8 mai 2000 concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destiné à être utilisés à l'extérieur des bâtiments [23].
- Loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés [3].
 - Règlement grand-ducal modifié du 10 mai 2012 portant nouvelles nomenclature et classification des établissements classés [5].
- Loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement [4].

Les versions actuelles à considérer ainsi que l'historique du développement des lois et règlements précités sont disponibles sur le site <http://www.legilux.lu/>.

Ce guide concerne principalement l'élaboration d'études d'impact sonore environnemental pour les *établissements* et *chantiers classés* dans le cadre de la loi modifiée du 10 juin 1999 [3]. Ceux-ci sont éventuellement soumis à des exigences supplémentaires (cf. art. 9 du règlement grand-ducal modifié du 13 février 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.

1.3 PRÉSENTATION DU PLAN D'INTERVENTION

Pour les études d'impact sonore environnemental réalisées par une personne agréée au titre de la loi du 21 avril 1993 [6], les éléments des chapitres 2.1, 2.2, 2.3 et 2.4 (détermination du *bruit d'établissement* ou de *chantier existant*, considération d'une partie seulement d'un *établissement*, *établissements* dans des zones d'activités autorisées etc.) ainsi que les critères d'évaluation selon le chapitre 3.3 sont à concerter préalablement avec l'Administration de l'environnement par le biais d'un plan d'intervention et à envoyer au plus tard un mois avant d'entamer une mission de surveillance, de réaliser une étude d'impact ou de procéder à une réception (E-mail : diversOA@aev.etat.lu).

2. EXIGENCES DE CONTENU MINIMALES DES ÉTUDES D'IMPACT SONORE

2.1 DÉFINITION DE LA MISSION

Tout d'abord, il est nécessaire de délimiter la mission de l'étude en considérant entre autres les points suivants :

- Raison et cadre de l'étude d'impact sonore (demande d'autorisation « commodo », réception d'un établissement classé, évaluation des incidences sur l'environnement (EIE), etc.).
- Fonction de l'évaluateur (par exemple, en tant que *personne agréée* au sens de la loi du 21 avril 1993 [6]).
- État actuel de la planification sur lequel se base l'étude (mention des sources utilisées).
- Nécessité de prendre en compte :
 - pour les *établissements*, le *bruit d'établissement existant*: voir la note suivante;
 - pour les *chantiers*, le *bruit existant*. Après consultation de l'Administration de l'environnement, il pourra être justifié de ne pas prendre en compte le *bruit des chantiers existants*.
- Stratégie retenue pour établir les émissions et immissions de bruit, 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 modifiée du 10 juin 1999 [3].

Note sur l'utilisation des documents d'autorisation (pour le *bruit d'établissement*) :

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 d'établissement* dans la *zone d'étude*. Si c'est le cas, il faudra demander au préalable auprès de l'Administration de l'environnement (E-mail : infos@aevev.etat.lu; Tél : +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 (par exemple, le nombre d'années de validité de l'autorisation depuis son attribution), de s'affranchir de déterminer le *bruit d'établissement 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 d'établissement 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 considérées 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* / du *chantier* dans la *zone d'étude* doit être décrite selon les critères suivants :

- Délimitation spatiale de l'*établissement* / du *chantier* :
 - Dénomination de l'*établissement* / du *chantier* et des procédés imputés à celui-ci dans l'étude d'impact sonore environnemental à élaborer.
 - Si une partie seulement d'un *établissement* / d'un *chantier* (ou encore différentes phases de *chantier*) est considérée – délimitation de celle-ci par rapport au reste de l'*établissement* / du *chantier*.

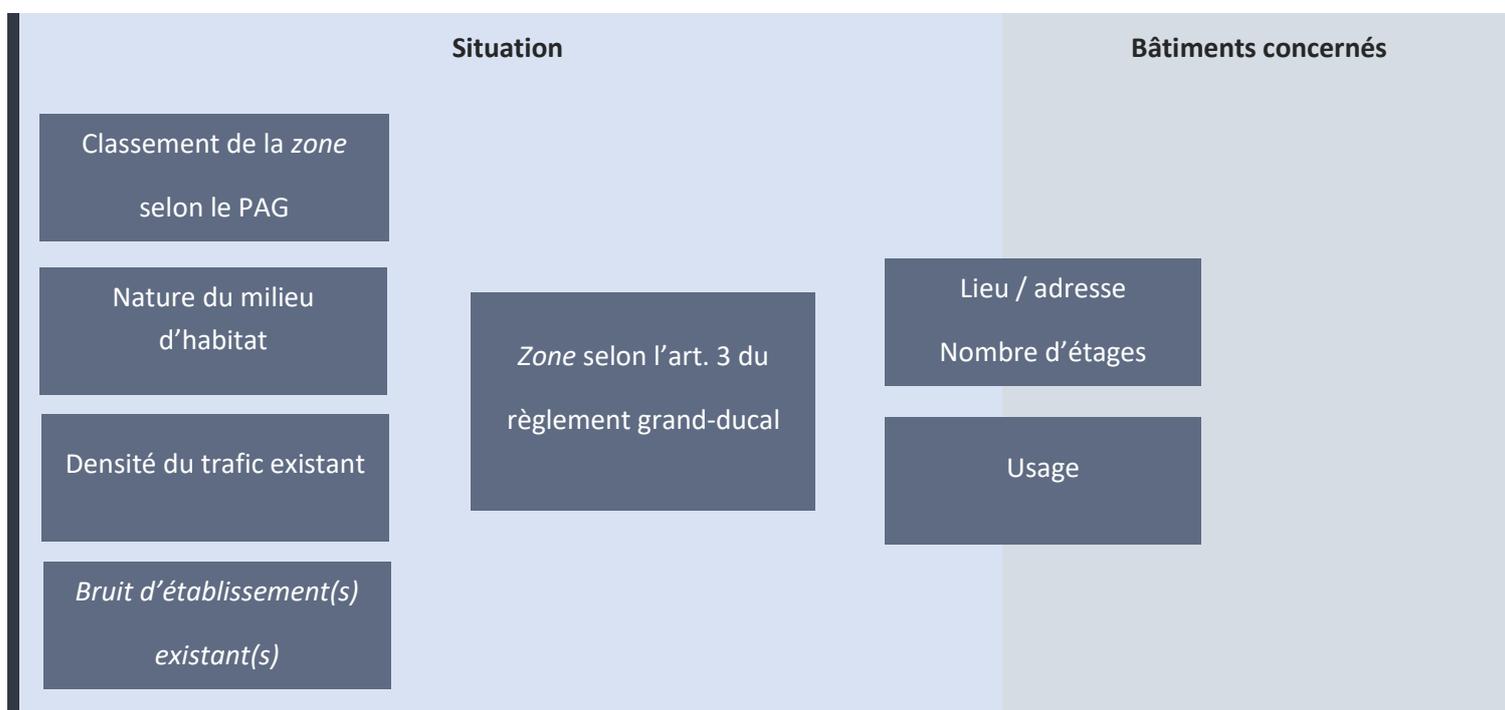
Cas particulier :

Lorsque le bruit de véhicules émis sur la voie publique est imputable principalement à l'*établissement* / au *chantier* uniquement (par exemple, une voie d'accès extérieure utilisée uniquement par l'*établissement* / le *chantier* en dehors de ses propres limites), 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* / du *chantier*. Ce cas particulier est à discuter au préalable avec l'Administration de l'environnement dans le cadre du plan d'intervention.

- Description de la *zone d'étude* (présence de *locaux sensibles* dans des zones d'habitations ou d'activités etc.) en spécifiant les distances entre ces bâtiments et l'*établissement* / le *chantier* considéré ainsi que les conditions de propagation sonore pertinentes (topographie, environnement, bâtiments réflecteurs et/ou diffractants, plans réfléchissants, 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* / du *chantier* et les *points récepteurs* pertinents.

2.2.2 DESCRIPTION DES POINTS RÉCEPTEURS À L'AIDE DES CRITÈRES DU RÈGLEMENT GRAND-DUCAL MODIFIÉ DE 1979

Le classement des *points récepteurs* en *zones* telles que définies à l'art. 3 du règlement grand-ducal modifié de 1979 [2] ne peut pas s'effectuer uniquement sur la base des zones délimitées dans le Plan d'Aménagement Général (PAG) 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, de la présence de *bruit d'établissement existant*, ainsi que de la densité du trafic existant. 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 (voir *point récepteur pertinent*).

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

- Utilisation du sol selon le PAG en vigueur.
- Caractérisation textuelle des *points récepteurs* :
 - Nature du milieu d'habitat :
par exemple, bâtiment isolé en *zone hors agglomération, agglomération, centre-ville, zone d'activités*.
 - Usage :
par exemple, purement résidentiel, usage commercial avec ou sans locaux sensibles (par exemple, bureaux ou logements de fonction), usage temporaire (par exemple, logements de vacances).
 - Description du trafic existant :
Les sources primaires d'information sur le bruit de la densité du trafic existant (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, si disponibles. 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 de la densité du trafic existant 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-19, tableau nr. 2 [20] ou RLS-90, tableau nr. 3 [19]).

- *Bruit d'établissement ou de chantier existant* :
Indication du nom des sociétés voisines à l'origine du bruit existant, de leur situation

¹ Géoportail national officiel du Grand-Duché de Luxembourg, thème : environnement ; <http://map.geoportail.lu> (dernière visite : 20.01.2022).

² Portail des Ponts et Chaussées, Grand-Duché de Luxembourg ; <https://travaux.public.lu/fr/infos-traffic.html> (dernière visite : 20.01.2022). Si les données correspondantes ne sont pas disponibles sur les portails publics, les chiffres du trafic peuvent être demandés aux Ponts et Chaussées.

géographique, de leur activité et le cas échéant mention de l'autorisation d'exploitation selon la loi du 10 juin 1999 [3].

Les chantiers étant limités dans le temps, leur présence en parallèle à l'*établissement* / au *chantier* à étudier doit être vérifiée.

- Documentation détaillée de chaque *point récepteur* (en annexe du rapport à produire) :
 - Photos des façades concernées (en vue aérienne qui informent sur l'orientation et la direction des façades),
 - Représentation 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 modifié de 1979 [2].

Pour les *chantiers*, des *niveaux de bruit à respecter* plus élevés sont autorisés en fonction de la *durée totale du chantier*, conformément à l'article 5 du règlement grand-ducal modifié de 1979 [2] (voir également le chapitre 0).

Notes explicatives :

Définition des *niveaux de bruit à respecter* :

L'art. 3 du règlement grand-ducal modifié de 1979 [2] s'adresse à tous les exploitants d'*établissements* et de *chantiers* relevant du champ d'application de ce règlement. Ainsi, les valeurs stipulées dans l'art. 3 ne représentent pas de *niveaux de bruit à respecter* pour un seul *établissement* ou *chantier*. Le *niveau de bruit à respecter* par un *établissement* ou un *chantier* seul est en général inférieur au *niveau de bruit à respecter* par tous les *établissements* et *chantiers* existants. L'utilisation et la détermination des *niveaux de bruit à respecter* globalement et par l'*établissement* ou le *chantier* 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 exemple, 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 0. Cependant, au cas où de nouveaux *points récepteurs* s'ajoutent, ceux-ci doivent être décrits de manière complémentaire conformément au chapitre 2.2.2.



Pour les *chantiers*, l'art. 5 du règlement grand-ducal de 1979 [2] autorise un dépassement des valeurs fixées aux articles 3 et 4 en fonction de la *durée totale du chantier*. Si cette disposition s'applique au *chantier* à étudier, il n'est pas nécessaire d'analyser le *bruit des établissements existants*.

2.3 DESCRIPTION DE LA COLLECTE DES DONNEES CONCERNANT L'ETABLISSEMENT / LE CHANTIER ET SES ALENTOURS

2.3.1 DONNÉES UTILISÉES POUR LA MODÉLISATION

Les données utilisées pour la modélisation (par exemple, 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).



Lors des calculs de *bruit de chantier*, la hauteur du terrain peut varier en fonction des différents scénarios d'exploitation. Dans ce cas, le pire cas possible (« worst case ») doit être pris en compte pour chaque scénario d'exploitation. En outre, il convient de décrire la hauteur du terrain ou le modèle de terrain (éventuellement adapté manuellement) utilisé comme base.

2.3.2 DESCRIPTION DE L'ÉTABLISSEMENT OU DU CHANTIER

La description de l'*établissement* permet d'obtenir une image générale des sources de bruit existantes 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 des émissions de bruit plus élevées.



Indications pour les *chantiers*:

- Il convient d'indiquer la *durée totale du chantier* dont il résulte éventuellement des *niveaux de bruit à respecter* plus élevés conformément à l'art. 5[2]. Toutes les phases de *chantier*, même si elles ne sont pas pertinentes du point de vue acoustique, doivent être prises en compte. En outre, les heures de travail quotidiennes sur le chantier doivent être indiquées.
- Les phases de *chantier* doivent être décrites en indiquant leurs durées et leurs activités projetées, de préférence sur la base d'un calendrier de *chantier*. Il convient d'indiquer les phases qui se déroulent simultanément afin de permettre la compréhension des scénarios pris en compte. L'emplacement des activités projetées doit être représenté sur un (ou plusieurs) plan(s) de situation, avec indication de la hauteur/profondeur de travail. Les données susmentionnées doivent être présentées avec précision pour la phase soumise à autorisation « commodo ».
- Le scénario de fonctionnement le plus défavorable doit être identifié. S'il n'est pas clairement identifiable, d'autres scénarios doivent être décrits.

- En cas de travaux d'excavation, la nature du sol doit être décrite. Les classes de sol selon la norme DIN 18300 [18] doivent être indiquées sur la base d'une expertise spécialisée.

2.3.3 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 la source, 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 4.2.

2.3.4 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 exemple, base de données, mesure, études, valeurs empiriques, données du constructeur),
- Temps de fonctionnement sur la durée quotidienne de fonctionnement, sur la *période de référence* et sur la *période de détermination* du niveau sonore (voir paragraphe 3.3 et glossaire),
- Niveau de puissance acoustique de base, niveau de puissance acoustique pour la source sur 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 (en cas d'indisponibilité de spectres de fréquence par octave, la qualité de l'étude est à commenter, cf. chapitre 3.1),
- 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,
- Hauteur des sources de bruit au-dessus du sol ou bien hauteur absolue.

Sources de bruit fixes et mobiles :

Complémentaire à l'évaluation de l'impact global de l'*établissement* ou du *chantier*, 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* (comme des parkings ou des poids lourds en circulation).

Il est à noter que les *sources fixes* englobent aussi bien les sources primaires de bruit (sources extérieures telles des tours de refroidissement, des extracteurs d'air ou des

cheminées) que les sources de bruit secondaires (sources surfaciques de bâtiments rayonnant vers l'extérieur comme les portes sectionnelles d'un hall de production).



Niveau de puissance acoustique des engins de chantier :

Dans le cadre des calculs de *bruit de chantier*, les valeurs limites autorisées selon les directives 2000/14/CE [21] et 2005/88/EG [22] (dite "directive Outdoor", transposée au Luxembourg par le règlement grand-ducal modifié du 21 décembre 2001 [23]) ou les niveaux de puissance acoustique issus d'études (telles que [24]) peuvent être utilisés pour caractériser les émissions sonores des engins et véhicules de chantier. Indépendamment de ces données (c'est-à-dire, en cas d'utilisation de la "directive Outdoor" ainsi que de valeurs de mesure et empiriques), il faut aussi veiller à ce que les niveaux de puissance acoustique considérés dépendent en partie fortement du processus de travail et du matériel travaillé (terre, roche) et qu'ils doivent être adaptés, le cas échéant, aux conditions locales / aux activités prévues (des informations plus précises à ce sujet figurent par exemple, dans [21], annexe III, partie A (générale) et partie B (spécifique aux machines)). Si des mesures spécifiques doivent être mises en œuvre pour limiter l'impact sonore, les données relatives au bruit des engins de chantier concernés doivent être indiquées avec précision.

2.4 CALCUL DE PROPAGATION

Pour les calculs de propagation du *bruit d'établissement* ou du *bruit de chantier aux points récepteurs*, la norme ISO 9613-2 [7] est généralement à appliquer.

Pour l'atténuation due à l'effet de sol A_{gr} , il convient de se baser généralement sur la méthode selon le point nr. 7.3.1 de la norme ISO 9613-2 [7] avec prise en compte du calcul de l'effet de sol en fonction de la fréquence.

Sources de bruit spécifiques :

Des exceptions existent pour des sources de bruit spécifiques (entre autres éoliennes, bruit de tir, contingentement, circulation sur les voies publiques - par exemple, pour la cartographie du bruit à grande échelle) et doivent être décrites dans le plan d'intervention.

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 considérés (par exemple, effet de sol, ordre de réflexion).

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.

2.5 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

- Calcul des niveaux sonores aux *points récepteurs pertinents* pour les *périodes de référence* en indiquant l'étage significatif (hauteur du *point récepteur*).

Il convient de noter que l'étage significatif peut varier en fonction du scénario (en particulier pour les calculs de *bruit de chantier*).

- Création d'un tableau récapitulatif des niveaux sonores à l'immission pour les sources fixes et mobiles seules et pour l'ensemble des sources (fixes et mobiles) pour chaque *point récepteur* et chaque *période de détermination*.
- 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 $(X_n + 0,5)$.
- Le cas échéant, comparaison des résultats avec les critères d'évaluation, en accord avec 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 à respecter*.
- 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 un outil judicieux dans certains cas à titre d'instrument complémentaire. La concertation à ce sujet se fait dans le cadre du plan d'intervention.

Il est néanmoins nécessaire de mentionner que les niveaux de bruit des *établissements* ou des *chantiers* 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 hauteurs de calcul. Pour cette raison, on ne peut pas s'appuyer sur une carte de bruit pour vérifier le respect de *niveaux de bruit à respecter* (voir aussi point nr. 1 de la DIN 18005 Partie 2 [16]).

2.6 QUALITÉ DES RÉSULTATS

La qualité des résultats dépend fortement de la qualité des données d'entrée (données relatives aux sources de bruit, indications sur le fonctionnement de l'exploitation, type de modélisation des sources, facteurs de sol, calcul de l'effet de sol en fonction de la fréquence, etc.) et est à déterminer avec une précision au moins égale à une incertitude de ± 2 dB(A) sur le niveau d'émission de la source

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 (cf. chapitre 4). Les hypothèses émises dans l'étude, permettant de calculer un niveau de pression acoustique maximal sont à justifier.

2.7 CONCLUSION

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

2.8 ANNEXE

Les informations suivantes sont à fournir en annexe :

- Bibliographie contenant les normes, directives et documents utilisés.
- Approbation du plan de travail par l'Administration de l'environnement pour le cas où l'étude a été réalisée par une personne agréée [6].
- Plan des sources de bruit.
- Rapport de mesures (si nécessaire).
- Tableaux détaillés des caractéristiques des sources considérées dans le modèle (type de source, longueur ou surface, coordonnées, niveau de puissance acoustique, niveau de pression acoustique à l'intérieur du bâtiment, indice d'affaiblissement acoustique, valeurs en bandes d'octave ou en tiers d'octave).
- Représentation des *points récepteurs* sur un extrait de plan (ou plusieurs), ainsi que leur documentation photographique (cf. chapitre 0).
- Tableaux détaillés des résultats du calcul de propagation pour les *points récepteurs pertinents* dans lesquels seront indiqués pour chaque *point récepteur* les niveaux d'immission partiels pour chaque source de bruit ainsi que les corrections (temporelles, et de directivité) et termes d'atténuation du son selon [7].

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.

2.9 EXIGENCES SUPPLEMENTAIRES 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), ainsi que date et signature de la personne en charge.
- Présence d'une table des matières.
- 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.

2.10 TRANSMISSION DES DONNEES A L'ADMINISTRATION DE L'ENVIRONNEMENT

La transmission des données à l'Administration de l'environnement est à effectuer en conformité avec l'agrément délivré en vertu de la loi du 21 avril 1993 [6] (E-mail : etudesOA@aev.etat.lu).

3. MODÉLISATION ET CALCUL DE PROPAGATION

Dans la plupart des cas, la détermination des niveaux de bruit générés par un *établissement* ou un *chantier* 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 résiduel* est trop élevé, pour des *établissements* ou des *chantiers* en projet, pour évaluer des scénarios alternatifs ou lorsque les lieux de mesurage sont inaccessibles).

3.1 EXIGENCES CONCERNANT LA NATURE, L'ORIGINE ET L'ACTUALITE DES DONNEES D'ENTREE

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

- Les cartes d'arrière-plan et les images aériennes,
- Le *modèle 3D des bâtiments* (niveau de détail LoD1 minimum),
- Les données topographiques (points ou lignes de hauteurs) pour le calcul du modèle numérique de terrain,
- L'*excavation*, pour le *bruit de chantier*,
- Les données relatives aux sources de bruit.

Ces données à l'émission peuvent provenir d'études, de valeurs empiriques, de propres mesures ou de données du constructeur (cf. aussi chapitre 0).

Dans ce dernier cas, il est recommandé de travailler avec des valeurs d'exigence en ce qui concerne les incertitudes (par exemple, $L_{WA,d}$ = valeur d'émission sonore à nombre unique selon la norme EN ISO 4871 [14], qui comprend déjà toutes les incertitudes et représente donc la limite supérieure).

3.2 EXIGENCES CONCERNANT LE CALCUL DE PROPAGATION

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

- Deux *périodes de référence*, à savoir : jour (de 7 h à 22 h) et nuit (de 22 h à 7 h),
- L_{AT} (DW), le niveau de bruit 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.

- Les paramètres environnementaux pour le calcul doivent être définis comme suit :
 - Humidité de l'air : 70%
 - Température : 10°C
 - Pression atmosphérique : 1013.3 mbar.
- Pour des sources de bruit atypiques (par la hauteur de la source ou sa directivité), des règles spécifiques sont à respecter (par exemple, le bruit de tir, éoliennes, cf. aussi chapitre 4.1).

L'utilisation des données spectrales validées est à favoriser pour les calculs acoustiques. Il en résulte, par exemple, les avantages suivants :

- Prise en compte des *bruits de basses fréquences* au *point récepteur*,
- Détermination de mesures de réduction des niveaux sonores à des fréquences adaptées telles des silencieux ou des encapsulages,
- 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 de bruit L_{AT} (DW) (niveau de bruit moyen équivalent pondéré A par vent portant dans la direction de propagation) 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.



Pour le *bruit de chantier*, il convient de déterminer et de présenter, en plus de la *période de détermination* « heure la plus bruyante de la journée », les niveaux de bruit équivalents L_{Aeq} pour l'ensemble de la *période de référence* en journée (7 à 22 heures, soit une période de référence de 15 heures).

Pour les travaux effectués après 19 heures, il convient en outre de considérer « l'heure la plus bruyante entre 19 et 22 heures ». Dans ce cas, les niveaux de bruit équivalents L_{Aeq} doivent également être déterminés et représentés pour cette *période de référence*.

Les travaux de chantier sont en principe interdits la nuit à l'intérieur des agglomérations. Cependant, il est possible de demander une dérogation **avant le début des travaux** (E-mail : bruit@aev.etat.lu).

3.4 EXIGENCES CONCERNANT LA PRESENTATION DES RESULTATS

L'évaluation des résultats du calcul ponctuel (en un point à la fois) 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*, des *sources mobiles* et de l'ensemble des sources (fixes et mobiles) pour tous les étages et l'étage le plus exposé de chaque *point récepteur* pour la *période de référence* considérée,
- Comparaison des résultats avec les critères d'évaluation issus de la concertation avec l'Administration de l'environnement (par exemple, *niveaux de bruit à respecter*),
- Le cas échéant, création de cartes de bruit (cf. chapitre 2.5).



Cas particulier des engins de chantier, qui ont été définis par une source surfacique :

Dans la pratique courante, les engins de chantier sont modélisés par des sources (de bruit) surfaciques en fonction de l'étendue de la surface dans laquelle on projette leur utilisation. Les niveaux de bruit moyens pondérés A représentent donc les niveaux de bruit moyens pour une utilisation uniforme de tous les engins de chantier répartis sur l'ensemble de la surface.

Si le rapport entre la distance de la source surfacique et le *point récepteur* et l'étendue des sources surfaciques est faible³, les niveaux de bruit peuvent être plus ou moins élevés selon la position ponctuelle des engins de chantier et des procédés sur cette source surfacique en comparaison à l'approche simplifiée de la répartition uniforme de la puissance acoustique sur toute la source surfacique. Dans ce cas, il convient également d'indiquer l'écart maximal entre le niveau de bruit moyen considérant toute la source surfacique et le niveau de bruit dans la configuration la plus défavorable des engins de chantier et des procédés.

³ Voir, par exemple, à ce sujet le point 4.1.3 de la norme DIN 18005 [16].

4. MESURES DU NIVEAU SONORE

Concernant les mesures, il convient de différencier les mesures des sources à l'émission (du côté des sources) 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 les autorisations d'exploitation,
- Plaintes de voisinage,
- Détermination du *bruit d'établissement* ou du *bruit de chantier existant* aux alentours immédiats d'un *établissement* ou d'un *chantier* (cf. chapitre 2.1),
- Mesures à un point récepteur / 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 avec l'Administration de l'environnement.

- 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 3746, Acoustique - Détermination des niveaux de puissance et d'énergie acoustiques 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, date de publication : 01.12.2010 (en allemand 01.03.2011).
 - 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 :

ISO 1996-1:2016 Acoustique — Description, mesurage et évaluation du bruit de l'environnement — Partie 1: Grandeurs fondamentales et méthodes d'évaluation

ISO 1996-2:2017 Acoustique — Description, évaluation et mesurage du bruit de l'environnement — Partie 2: Détermination des niveaux de pression acoustique

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 [13] 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 [13] est actuellement 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. Un calibrage des sonomètres à l'aide du calibrateur associé au sonomètre est à effectuer avant et après chaque mesurage.

4.3 EXIGENCES CONCERNANT LE PROTOCOLE DE MESURE

Le rapport de mesure devrait 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,
 - Personne ayant effectuée les mesures : nom et fonction (*personne agréée* ou autre expert),
 - Conditions météorologiques durant les mesures (direction et vitesse du vent, précipitations, température, pression atmosphérique, humidité),
 - Appareils de mesure et type de boule de protection anti-vent utilisés,
 - Méthodes de mesure et d'analyse utilisées,
 - État de fonctionnement des sources de bruit considérées durant les mesures,
 - Présence de *bruit résiduel* durant les mesures et correction des niveaux sonores, si appliquées,
 - Le cas échéant, 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.
 - La durée de mesure, représentative en ce qui concerne les émissions sonores à contrôler, est à indiquer.
 - Les valeurs mesurées sont 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 minimum à la classe de précision 2 selon les normes EN ISO 3744 [9] / EN ISO 3747 [11].

4.5 MESURES À L'IMMISSION

Lors de la réalisation de mesures à l'immission, on suivra les exigences en vigueur (en concertation avec l'Administration de l'environnement) (cf. aussi à ce sujet DIN 45645 Teil 1 [13]) :

- Choisir un lieu de mesure approprié⁴,
- Faire une correction pour le *bruit résiduel*, si nécessaire,
- Prendre en compte le statut opérationnel réel de l'*établissement* ou du *chantier*, 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 en niveau sonore, *tonals* ou *impulsifs*),
- N'effectuer les mesures à l'immission que dans des conditions météorologiques appropriées et favorables à la propagation des sons (par exemple, vent portant).
Lorsque les conditions météorologiques sont inappropriées, comme par exemple, par fortes pluies, chute de neige, vitesses de vent élevées ou sols gelés ou couverts de neige, les mesures à l'immission ne devraient pas être effectuées.

: Lois, règlements et autres documents

- [1] Loi modifiée du 21 juin 1976 relative à la lutte contre le bruit.
- [2] Règlement grand-ducal modifié du 13 février 1979 concernant le niveau de bruit dans les alentours immédiats des établissements et des chantiers.
- [3] Loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés.
- [4] Loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement.
- [5] Règlement grand-ducal modifié du 10 mai 2012 portant nouvelle 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 tâches 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 3740, Akustik - Bestimmung des Schalleistungspegels von Geräuschquellen — Leitlinien zur Anwendung der Grundnormen, Ausgabe 01.11.2000.
- [10] 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 -

⁴ Pour les mesures de niveau sonore qui ne sont pas réalisées dans le cadre de la loi modifiée du 10 juin 1999, il faut se référer ici à l'annexe du règlement grand-ducal modifiée de 1979 [2].

Méthodes d'expertise pour des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant », date de publication : 01.10.2010.

- [11] EN ISO 3746, Akustik - Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 3 über einer reflektierenden Ebene, Ausgabe 01.03.2011
- [12] 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.
- [13] EN 61672-1 : Electroacoustique - Sonomètres - Partie 1 : Spécifications, date de publication : 01.12.2013.
- [14] EN ISO 4871 „Akustik – Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten (ISO 4871:1996)“, Ausgabe August 2009.
- [15] DIN 45645 „Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen“, Teil 1: „Geräuschemissionen in der Nachbarschaft“, Ausgabe 01.07.1996.
- [16] DIN 18005 „Schallschutz im Städtebau“, Teil 1: „Grundlagen und Hinweise für die Planung“, Ausgabe Juli 2002.
- [17] DIN 18005 „Schallschutz im Städtebau“, Teil 2: „Lärmkarten – Kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen, Ausgabe 01.09. 1991.
- [18] DIN 18300 „VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV – Erdarbeiten).
- [19] Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, RLS-90 Ausgabe 1990. Der Bundesminister für Verkehr, Abt. Straßenbau.
- [20] Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, RLS 19 Ausgabe 2019. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV 052).
- [21] Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2000 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen.
- [22] Richtlinie 2005/88/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2005 zur Änderung der Richtlinie 2000/14/EG über die Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen.
- [23] Règlement grand-ducal modifié du 21 décembre 2001 portant application de la directive 2000/14/CE du Parlement Européen et du Conseil du 8 mai 2000 concernant le rapprochement

des législations des Etats membres relatives aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destiné à être utilisés à l'extérieur des bâtiments.

[24] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden 2004.

[25] DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen“, Ausgabe Januar 2018.

: **Glossaire**

Agglomération (Geschlossene Wohnsiedlung)	Au sens de l'article 2 du règlement grand-ducal modifié 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 (le centre du cercle ne se trouve pas nécessairement sur l'un des bâtiments d'habitation). 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 de chantier (Baulärm)	Niveau sonore causé par un <i>chantier</i> .
Bruit d'établissement (Anlagenlärm)	Niveau sonore causé par un <i>établissement</i> .
Bruit existant (Geräuschvorbelastung)	Niveau sonore existant à un <i>point récepteur</i> donné, induit par les <i>établissements / chantiers</i> aux alentours et ne prenant pas en compte l' <i>établissement / le chantier</i> considéré.
Bruit d'établissement global (Gesamtbelastung Anlagenlärm)	Niveau sonore causé par tous les <i>établissements</i> existants ou projetés ayant une influence sur le <i>point récepteur</i> considéré.
Bruit de chantier global (Gesamtbelastung Baulärm)	Niveau sonore causé par tous les <i>chantiers</i> existants ou projetés ayant une influence sur le <i>point récepteur</i> considéré, pour autant que ceux-ci puissent se superposer dans le temps.
Bruit résiduel	

(Fremdgeräusch)	Niveau sonore mesuré en l'absence du bruit émis par l' <i>établissement</i> ou le <i>chantier</i> à évaluer.
Bruit spécifique (Zusatzbelastung)	Niveau de bruit induit par l' <i>établissement</i> ou le <i>chantier</i> considéré (<i>sources fixes et mobiles</i>) à un <i>point récepteur</i> donné et s'ajoutant au <i>niveau de bruit existant</i> .
Caractère impulsif (Impulshaltigkeit)	<p>Selon l'annexe du règlement grand-ducal de 1979, un bruit est impulsif lorsqu'il dépasse de manière répétée le niveau mesuré à un point récepteur donné d'au moins 10 dB(A). Dans ce cas, le L_{Aeq} y déterminé est à majorer de 5 dB.</p> <p>Le niveau sonore maximum Takt (Takt = 5s) pondéré A peut être utilisé pour permettre de repérer un bruit impulsif lors de mesures à l'immission. Des précisions complémentaires à l'évaluation du caractère impulsif selon le règlement grand-ducal de 1979 sont en cours d'élaboration et seront publiés dans une instruction séparée par l'Administration de l'environnement.</p>
Caractère tonal (Tonhaltigkeit)	Bruit ayant une tonalité émergente visible dans le spectre en tiers d'octave et perceptible de façon subjective (selon norme DIN 45681).
Chantier (Baustelle)	Au sens de l'article 2 du règlement grand-ducal de 1979, il s'agit de tout <i>chantier</i> de construction, d'aménagement, de réparation, de terrassement ou d'entreposage, public ou privé. Un chantier peut également être un <i>établissement classé</i> .
Durée totale du chantier (Gesamtbaustellendauer)	Durée projetée pour la réalisation de toutes les phases de chantier, même si elles ne sont pas pertinentes du point de vue acoustique (démolition, excavation, remblaiement et construction).
EIE (UVP)	Evaluation des incidences sur l'environnement (en allemand « Umweltverträglichkeitsprüfung », abrégé UVP) selon [4].
Établissement classé (Genehmigungsbedürftige Anlage)	<i>Établissement classé</i> (chantier inclus) selon la loi modifiée du 10 juin 1999.
Établissement (Anlage)	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. Un établissement peut également être un <i>établissement classé</i> .

Zone hors agglomération (Außenbereich)	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“).
Modèle de bâtiments 3D (3D-Gebäudemodell)	Pour les modèles de bâtiments en 3D, on différencie les niveaux de détail LoD1 et LoD2 (Level of Detail) : LoD1 : Modèle de blocs. Les bâtiments sont représentés par des polygones (surface de base du bâtiment) extrudés (hauteur du bâtiment) avec des toitures plates. LoD2 : Modèle de structures. En plus du modèle LoD1 on attribue aux bâtiments une typologie de toitures et surface thématiquement différenciées (par exemple, toit en bâtière ou en croupe).
Niveau de bruit à respecter / Niveau de bruit spécifique à respecter (Immissionsrichtwert / Spezifischer Immissionsrichtwert)	<i>Niveau de bruit à respecter</i> globalement (par l’établissement à considérer et les établissements existants ; ou par le <i>chantier</i> à considérer et les <i>chantiers</i> existants) en tenant compte de la classification de l’habitat en <i>zones</i> selon l’article 3 du règlement grand-ducal modifié de 1979. Le <i>niveau de bruit spécifique à respecter</i> par l’établissement ou le <i>chantier</i> à considérer peut être inférieur au <i>niveau de bruit à respecter</i> globalement et doit, le cas échéant, considérer le <i>bruit d’établissement</i> ou <i>de chantier existant</i> . Ces niveaux à respecter sont à définir et à utiliser dans le cadre de l’étude en concertation avec l’Administration de l’environnement.
Personne agréée (Zugelassene Stelle)	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 (points de compétences concernés ici : B1 et E2)
Période de détermination (Bezugsperiode)	D’après l’annexe du règlement grand-ducal modifié de 1979, la période de détermination dépend des circonstances du lieu ainsi que de la nature et des caractéristiques 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 <i>période de référence</i> , autant pour les mesures que pour les calculs. 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 <i>périodes de détermination</i> du niveau sonore. Le choix d’une <i>période de détermination</i> alternative est à clarifier avec l’Administration de l’environnement.

Période de référence (Bezugszeitraum)	Les périodes de référence sont : <ul style="list-style-type: none">- le jour de 7 h à 22 h,- la nuit de 22 h à 7 h.
Locaux sensibles (Schutzbedürftige Räume)	Pièces d'un bâtiment dans lesquelles des personnes séjournent et ont droit à une protection contre le bruit conformément à la norme DIN 4109 [25] (par exemple, dans le cas d'une cuisine-salle à manger, d'un salon, d'une chambre à coucher, mais pas dans le cas d'une cuisine ou d'une salle de bains).
Point récepteur (Immissionsort)	Voir <i>point récepteur pertinent</i> .
Point récepteur pertinent (Maßgeblicher Immissionsort)	<p>D'après les articles 2 et 3 du règlement grand-ducal modifié de 1979, le <i>point récepteur pertinent</i> est la propriété bâtie (pour les <i>établissements</i> et les <i>chantiers</i>) ou susceptible d'être bâtie (pour les <i>établissements</i>) la plus proche dans laquelle séjournent des personnes soit de façon continue, soit à des intervalles réguliers ou rapprochés. Dans la pratique courante, ce sont les pièces à usage sensible les plus exposées qui sont considérées comme <i>points récepteurs pertinents</i>. Ce ne sont pas forcément les <i>points récepteurs</i> les plus proches ; le <i>point récepteur pertinent</i> peut être plus éloigné mais plus exposé ou bien être dans une zone avec des niveaux à respecter plus bas. Les <i>points récepteurs pertinents</i> sont à placer de la manière suivante :</p> <ul style="list-style-type: none">• À l'extérieur à 0,5 m de la façade, au milieu de la fenêtre ouverte d'une <i>pièce à protéger</i> (par exemple, selon la norme DIN 4109 [25]) où règne l'impact sonore le plus élevé de la façade.• Pour les <i>établissements</i> : à la limite de la surface dédiée à la construction de locaux sensibles selon la réglementation communale. Le <i>point récepteur</i> doit être positionné, soit en bordure des limites de construction, soit en l'absence de limites de construction à 3 mètres de la limite de la zone constructible et le plus près possible de l'<i>établissement</i> considéré. Si la hauteur maximale de la construction est définie dans le Plan d'Aménagement Particulier (PAP), celle-ci sera prise en compte, sinon le point sera placé à 4 m au-dessus du sol sur le modèle de la norme DIN 45645-1 [15].• Remarque pour les <i>chantiers</i> : en raison des différentes hauteurs et positions des sources la hauteur du <i>point récepteur significatif</i> peut varier en fonction de la phase de chantier ou du scénario d'exploitation.• 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 significatif</i> est à l'intérieur de la <i>pièce à protéger</i> où le plus haut niveau pour ce type de bruit est atteint. <p>Dans le cas de mesures il est possible, si nécessaire, de choisir sur le chemin de propagation des points de mesure de remplacement à une distance suffisante de la façade.</p>

Sources fixes (Stationäre Quellen)	<p>Les sources fixes comprennent les sources fixes extérieures (par exemple, installation de ventilation ou de refroidissement) et les éléments des bâtiments (façades, toitures) susceptibles de rayonner en direction des zones d'immission.</p> <p>Pour les <i>chantiers</i> : les sources quasi-fixes, c'est-à-dire dont la mobilité est limitée pendant la durée du chantier (par exemple, compresseurs, générateurs électriques, concasseur etc.) sont également catégorisées comme sources fixes.</p>
Sources mobiles (Mobile Quellen)	<p>Les sources mobiles comprennent les sources mobiles situées à l'air libre (par exemple, les déplacements et les (dé)chargements de camions, la manutention de matériaux (à l'extérieur d'un hall, à l'intérieur les sources devraient être attribuées au hall en tant que sources fixes), les machines de traitement des sols (rouleaux compresseurs), etc.</p>
Zones (de bruit) (Lärmzone)	<p>Zones définies d'après la nature de l'habitat selon l'article 3 du règlement grand-ducal modifié de 1979, auxquelles correspondent un niveau de bruit à respecter par l'ensemble des <i>établissements</i> et des <i>chantiers</i>.</p>
Zone d'étude (Untersuchungsgebiet)	<p>La zone d'étude comprend l'<i>établissement</i> ou le <i>chantier</i> à considérer, les <i>points récepteurs pertinents</i> ainsi que tout <i>établissement</i> et/ou <i>chantier</i> ou densité de trafic ayant un impact sonore significatif sur les <i>points récepteurs pertinents</i> déterminés.</p>

: **Liste récapitulative des documents nécessaires**

- **Autorisation d'exploitation de l'établissement et études acoustiques existantes, le cas échéant** (cf. chapitres 2.1 et 0).
Contact Administration de l'environnement : Email: infos@aev.etat.lu; Tel: +352 405656-600.
- **Fonds de carte** (Cartes topographiques, images aériennes, unités administratives – cf. chapitres 0, 0 et 3.1).
Géoportail national du Grand-Duché de Luxembourg, Thème: grand public, ACT; <http://map.geoportail.lu> (dernière visite le 20.01.2022).
- **PAG ou PAP** dans leur version la plus actuelle en vigueur (cf. chapitres 0 et 0).
Géoportail national du Grand-Duché de Luxembourg, Thème: PAG, ACT; <http://map.geoportail.lu> (dernière visite le 20.01.2022) ou administration communale compétente.

- **Données bruit et trafic** (cf. chapitre 0).
Géoportail national du Grand-Duché de Luxembourg, Thème: Environnement, bruit,;
<http://map.geoportail.lu> (dernière visite le 20.01.2022).
Portail des Ponts et Chaussées, Grand-Duché de Luxembourg; <https://travaux.public.lu/fr/infos-traffic.html> (dernière visite le 20.01.2022).
- **Bâtiments** (cf. chapitres 0 et 3.1).
Géoportail national du Grand-Duché de Luxembourg, Thème: Grand public, infrastructure et communication; <http://map.geoportail.lu> ou
<https://data.public.lu/fr/datasets/batiments-3d-lod-1-level-of-detail-1-1/> (dernière visite le 20.01.2022).
- **Topographie** (cf. chapitres 0 et 3.1).
Géoportail national du Grand-Duché de Luxembourg, Thème: Grand public, Couverture du sol, cadastre ; <http://map.geoportail.lu> ou <https://lidar.geoportail.lu/> ou encore <https://data.public.lu/fr/datasets/lidar-2019-modele-numerique-de-la-surface-mns/> (dernière visite le 20.01.2022).
- **Description de l'établissement** (cf. chapitres 0 et 3.1) ainsi que plan de situation du projet.