



Manuel du bruit routier - Aide à l'exécution pour l'assainissement – Etat décembre 2006

Annexe 4c

Version: 18.12.2007

> Manuel d'utilisation du module de calcul du CESP selon UV-0637

Module de calcul du caractère économiquement supportable et de la proportionnalité (CESP) des mesures de protection contre le bruit selon la méthode du Cahier de l'environnement n° 301 (OFEV), respectivement de la publication UV-0609 et des principes des annexes 4a et 4b du manuel pour l'assainissement du bruit routier (UV-0637).



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'Environnement
des Transports, de l'Energie et de la Communication DETEC
Office fédéral de l'environnement OFEV
Division Lutte contre le bruit

18 décembre 2007
OFEV, Division Lutte contre le bruit, 3003 Berne

Module de calcul; Environnement pratique UV- 0637, annexe 4:
Calcul du caractère économiquement supportable et de la proportionnalité
des mesures de protection contre le bruit d'après UV-0637
Manuel d'utilisation

Valeur juridique de cette publication

La présente publication est une aide à l'exécution élaborée par l'OFEV, en qualité d'autorité de surveillance, destinée en premier lieu aux organes d'exécution. Concrétisant certains termes juridiques indéfinis de lois et d'ordonnances, elle a pour but de favoriser l'application uniforme de la législation. En tenant compte de cette aide à l'exécution, les autorités exécutives peuvent partir du principe que leurs décisions seront conformes au droit fédéral. D'autres solutions sont également licites dans la mesure où celles-ci sont conformes au droit en vigueur. Les aides à l'exécution de l'OFEV (appelées aussi directives, instructions, recommandations, manuels, aides pratiques) paraissent dans la collection «L'environnement pratique».

Mention d'impression

Editeurs

Office fédéral de l'environnement (OFEV)
L'OFEV est un service du Département fédéral de l'Environnement, des Transports, de l'Energie et de la Communication (DETEC).

Auteurs

Grolimund & Partner AG, Berne: Toni Ziegler, Andreas Schluep
Email: bern@grolimund-partner.ch
T/F: 031 356 20 00/01

Groupe d'accompagnement OFEV

Gregor Schguanin, Division Lutte contre le bruit (OFEV)

Téléchargement

<http://www.bafu.admin.ch/publikationen> -> Bruit

(Pas de version imprimée disponible pour ce document)

© OFEV 2007

Table des matières	Page
1. Structure et domaine d'application du manuel	4
2. Principes de base pour l'application du module de calcul	6
3. Saisie des charges acoustiques	7
3.1 Données générales du projet	7
3.2 Saisie des charges acoustiques pour chaque récepteur	7
4. Saisie des coûts	10
5. Calcul détaillé de l'indice WTI (Indice du caractère économiquement supportable)	11
6. Calcul détaillé de l'indice Wlstr (Indice efficacité-route)	13
7. Résultats et rapport	14
 Annexes	
1 Annexe au module de calcul avec valeurs de référence	
2 Notions de base	
3 Exemple de calcul	
4 Abréviations	

1. Structure et domaine d'application du manuel

L'outil de calcul Excel décrit ci-après (UV-0637 annexe 4) permet de calculer et d'évaluer le caractère économiquement supportable et la proportionnalité des mesures de protection contre le bruit dans le cadre de projets d'assainissement phonique des routes, selon la méthode du Cahier de l'environnement n° 301 (OFEV), respectivement de la publication UV-0609, tout en respectant les principes de l'annexe 4a du manuel pour l'assainissement du bruit routier (UV-0637). Les bases de calcul des coûts sont publiées séparément dans l'annexe 4b dudit manuel.

Dans le cadre des projets d'assainissement du bruit routier, les charges acoustiques sont calculées pour chaque façade ou bâtiment à l'aide de programmes de calcul appropriés. Il convient donc de respecter un niveau de détail équivalent lors de l'application de la méthode SRU-301.

Le caractère économiquement supportable des mesures de protection contre le bruit peut être déterminé à l'aide du module de calcul, en se basant sur les valeurs d'immission calculées pour chaque objet ainsi que sur l'efficacité acoustique des mesures d'assainissement.

Le module de calcul est divisé en plusieurs feuilles correspondant aux étapes de travail suivantes:

- Charge acoustique: Saisie des charges acoustiques des variantes sans et avec mesures de protection, pour chaque bâtiment ou étage.
- Coûts : Saisie des coûts imputables au bruit des mesures de protection prévues et conversion automatique en coûts annuels.
- Rapport : Résumé des résultats relatifs à l'efficacité acoustique des mesures et au calcul du caractère économiquement supportable des mesures de protection contre le bruit (CESP).
- Détails WTI : Tableau détaillé pour le calcul du caractère économiquement supportable (efficacité, efficience)
- Détails WI : Tableau détaillé pour le calcul de l'indice efficacité-route (WIstr) destiné à l'enquête sur l'état d'avancement de l'assainissement du bruit routier d'après l'art.20 OPB (optionnel).

Les notions théoriques de base et leurs applications respectives sont décrites dans les chapitres suivants du manuel:

- Chap. 3-7: Saisie des données et indications pour les utilisateurs
- Annexe 1: Annexe au module de calcul avec valeurs de référence
- Annexe 2: Notions de base (formules et tableaux)
- Annexe 3: Exemple de calcul
- Annexe 4: Répertoire des abréviations

Lors de la saisie des données, veuillez respecter les règles générales suivantes:

- Les données ne doivent être introduites que dans les cellules jaunes prévues à cet effet. La modification des cellules protégées contenant des formules peut provoquer des résultats erronés.
- Le périmètre du projet doit être choisi de façon à inclure tous les objets soumis à des charges acoustiques supérieures à la limite VLI - 5 dBA dans le cas d'installations existantes ou supérieures à la limite VP - 5 dBA dans le cas d'installations nouvelles.
- Chaque bâtiment inclu dans ce périmètre doit posséder au moins un point de réception (BP). Le nombre de point peut être étendu à volonté, pour chaque étage par exemple. A chaque point de calcul du projet correspond une ligne de la feuille de calcul à compléter. Il est possible d'ajouter ou d'effacer des lignes en utilisant les commandes "insérer nouvelle ligne" ou "supprimer la dernière ligne". Le nombre de lignes est ensuite modifié automatiquement dans toutes les autres feuilles de calcul du module.

Le chapitre suivant décrit de quelle manière et à quel endroit la saisie des données doit être effectuée. La signification des étapes de calcul y est également décrite. Les notions de base nécessaires pour les différentes étapes sont présentées à l'annexe 2.

La colonne en marge renvoie aux cellules, lignes ou colonnes correspondantes dans les feuilles de travail de l'outil de calcul Excel.

2. Principes de base pour l'application du module de calcul

Les principes généraux fondamentaux pour l'application de la méthode sont décrits et documentés dans l'annexe 4a du manuel du bruit routier.

Principes énoncés dans UV-0637 annexe 4a

D'après le manuel du bruit routier (UV-0637), les valeurs significatives du caractère économiquement supportable et de la proportionnalité doivent être calculées pour tous les projets dont le coût total des mesures de protection excède Fr. 500'000.-. Dans le cas de plus petits projets, le facteur coût-utilité KNF (Fr. 5'000.- par dBA d'efficacité et par habitant) suffit comme base pour l'évaluation du caractère économiquement supportable et de l'efficacité des coûts. Pour ces derniers, il n'est pas impératif d'appliquer la méthode exposée ci-après.

Evaluation de projets \geq Fr. 500'000.-

Les valeurs significatives et les bases de calcul des coûts sont décrites et documentées dans l'annexe 4b du manuel du bruit routier.

Bases de calcul des coûts dans UV-0637 annexe 4b

Lorsqu'un projet est évalué à l'aide des instruments décrits ici, il convient de définir en premier lieu s'il s'agit d'une installation nouvelle ou existante.

Installation existante / nouvelle

Dans le cas d'installations existantes, le module de calcul correspondant est le suivant:

„WT UV-0637 Installations existantes.xlt“

Le module de calcul suivant s'applique quand à lui aux installations nouvelles:

„WT UV-0637 Installations nouvelles.xlt“

Lors de la saisie des données dans le module de calcul, il est conseillé de suivre la procédure suivante :

Procédure à suivre pour la saisie des données dans le module de calcul

Etape	Feuille de calcul dans le module	Chapitres du manuel
A Saisie des charges acoustiques	Charges acoustiques	3
B Saisie des coûts	Coûts	4
C Calcul détaillé de l'indice du caractère économiquement supportable (WTI)	Détails WTI	5
D Calcul de l'indice efficacité-route (Wlstr)	Détails WI	6
E Edition des résultats et d'un rapport	Rapport	7

Tableau 1: Procédure à suivre lors de la saisie des données dans le module de calcul

La saisie des données proprement dite a lieu au cours des étapes A et B. Les étapes C et D ont avant tout pour but de permettre à l'utilisateur de contrôler et de comprendre les étapes de calcul effectuées automatiquement. Le calcul des résultats intermédiaires est pris en charge par le module. Les résultats finaux sont résumés et mis en forme dans un compte-rendu final.

3. Saisie des charges acoustiques

Dans la feuille "charges acoustiques", on introduit les données générales du projet ainsi que les charges acoustiques déterminées à chaque objet pour les états avec et sans mesures de protection contre le bruit.

Feuille "Charges acoustiques"

3.1 Données générales du projet

Dans cette partie, le projet peut être décrit à l'aide d'un titre et d'indications sur le lieu, la situation et les mesures de protection prévues. D'autres informations complémentaires concernant le projet peuvent être introduites dans le champs remarques. Si plusieurs combinaisons de mesures sont étudiées dans le même périmètre d'investigation, il est recommandé de définir ici la variante en question avec la plus grande précision.

Enoncé du projet

3.2 Saisie des charges acoustiques pour chaque récepteur

Dans le cadre d'un projet d'assainissement du bruit routier (PAB), les calculs sont en général effectués pour chaque bâtiment. Lorsque des obstacles antibruit sont présents, les calculs sont détaillés jusqu'au niveau de la façade ou de l'étage. Il est ainsi possible d'attribuer aux charges acoustiques les surfaces de plancher correspondantes avec précision. Pour le calcul du caractère économiquement supportable et de l'efficacité acoustique des mesures, les charges acoustiques sans et avec mesures sont par conséquent également saisies pour chaque point de calcul (en général bâtiment ou étage) dans le module de calcul.

Chaque bâtiment exposé au bruit doit posséder un point de calcul (BP) des immissions au moins. Le nombre de point peut être augmenté à volonté pour atteindre une précision supérieure (p.ex. par étage ou appartement). Dans le module de calcul, une ligne doit être complétée pour chaque point de calcul défini.

1 point de calcul par ligne

Il existe néanmoins des exceptions, par exemple lorsque deux points situés au même étage sont utilisés pour le calcul des immissions d'un seul et même logement. Ce cas se produit par exemple lorsque le point le plus exposé au bruit diffère entre les variantes sans et avec mesures. Les caractéristiques des deux points concernés sont alors saisies sur une seule ligne, en introduisant pour chaque scénario la charge acoustique la plus élevée calculée pour logement.

Chaque point de calcul (BP) se voit attribuer un numéro de point ainsi que le numéro d'objet auquel il se rapporte. Lorsque plusieurs points de calcul sont saisis pour un même objet, le numéro d'objet n'est introduit que pour le premier point de calcul de la liste. Le module est en effet capable d'associer automatiquement les points sans numéro d'objet à l'objet dont le numéro a été indiqué en tête de liste. Le numéro de point sert quand à lui avant tout à faciliter l'identification des différents points de calcul. Par exemple, il est possible de reprendre directement les identificateurs du cadastre du bruit routier.

N° objet
N° point

Le numéro d'objet doit être un nombre entier positif. Les identificateurs tels que "1.1" ou "1a" ne sont pas admis. En revanche, le choix du numéro de point est totalement libre. Des identificateurs tels que "1.1", "1a" ou "1+2" sont possibles.

Dans la colonne "Etage", on introduit un nombre entier positif symbolisant l'étage pour chaque point de calcul:

Etage

- Rez-de-chaussée = 0
- 1er étage supérieur = 1
- 2e étage supérieur = 2 etc.

Un message d'erreur apparaît lors de l'actualisation du compte-rendu (voir chapitre 7) lorsque le champs „Etage“ est laissé vide pour un point de calcul.

Un degré de sensibilité doit être attribué à chaque point de calcul, de façon à ce que le module utilise les valeurs limites appropriées d'après l'annexe 3 de l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB).

Degré de sensibilité (DS)

Les degrés de sensibilité sont saisis à l'aide des lettres majuscules "I" et "V" (p.ex. II, III, IV). Lorsqu'un bâtiment est utilisé dans le cadre d'une exploitation ou d'un commerce (artisanat, bureau), la désignation du degré de sensibilité doit être complétée avec un "B" majuscule (p.ex. IIIB).

Pour le calcul de l'indice efficacité-route (WIstr) et du nombre de personnes exposées au bruit au delà des valeurs limites (VLI, VA), chaque point de calcul doit se voir attribuer le nombre d'unités d'habitation (WE) qu'il représente. Une unité d'habitation est définie comme suit:

Unités d'habitation (WE)

- Immeuble collectif: 1 unité d'habitation (WE) = 1 appartement
- Maison individuelle: 1 unité d'habitation (WE) = 1 maison
 - si la maison a 2 étages: 1 étage = 1/2 WE
 - si la maison a 3 étages: 1 étage = 1/3 WE, etc.

La détermination du nombre d'unités d'habitation s'effectue sur place et en tenant compte de l'affectation des locaux sensibles au bruit:

- Habitation: On attribue à chaque point de calcul le nombre d'unités d'habitation correspondant et on admet une occupation forfaitaire de 3 personnes par unité.
- Autres affectations: Dans le cas de locaux d'exploitation sans émissions notables de bruit, comme p.ex. bureaux, restaurants, écoles, bâtiments publics, églises, etc. on admet le nombre moyen de personnes présentes en continu (écoliers, employés) durant la période d'évaluation considérée (jour / nuit). Les clients ou visiteurs ne sont pas comptabilisés. Pour les hôtels, on estime le nombre de personnes sur la base de l'occupation moyenne. En divisant le nombre de personnes estimé par 3, on obtient le nombre d'unités d'habitation à introduire dans la ligne correspondante du module de calcul.
- Parcelles non construites viabilisées avant le 1.1.1985: En l'absence de projet de construction concret, le nombre potentiel de personnes exposées au bruit est estimé sur la base du plan de zone en vigueur. Dans les zones d'habitation, on admet 1 WE par 100 m² de surface brute de plancher.

Le nombre d'unités d'habitation ne doit pas nécessairement être déterminé pour un projet lorsque seul l'indice du caractère économiquement supportable (WTI) des mesures de protection antibruit est calculé. Néanmoins, en l'absence de ces données, la feuille "Rapport" (voir chap. 7) ainsi que les sections "Efficacité des mesures de protection contre le bruit" et "Enquête conformément à l'art. 20 OPB" ne seront que partiellement voire pas du tout complétées.

Lorsque des terrains non bâtis et viabilisés avant le 1.1.1985 sont contenus dans le périmètre d'investigation, leur surface peut être considérée comme réserve de construction dans le cadre du calcul de l'utilité supplémentaire. Ces objets doivent être caractérisés avec un "x" minuscule dans la colonne "Parc."

Parcelles non bâties

La densification des parcelles déjà partiellement bâties est considérée comme nulle dans le module de calcul. Par conséquent, les surfaces potentiellement batissables de ces parcelles ne sont pas considérées en tant que réserves de construction et n'apparaissent ainsi pas dans l'utilité supplémentaire lors du calcul du CESP

A chaque point de calcul est attribuée la surface de plancher exposée au bruit ($GF_{\text{lärm}}$) correspondante en m^2 . En fonction du niveau de détail du projet, cette surface peut être celle d'un appartement, d'un étage voire de tout un bâtiment.

Surface de plancher exposée au bruit ($GF_{\text{lärm}}$)

Les charges acoustiques déterminées à l'aide d'un programme de calcul pour les deux états sans et avec mesures ainsi que pour les deux périodes d'évaluation jour et nuit sont introduites dans les colonnes du module prévues à cet effet.

Charges acoustiques effectives sans/avec mesures

Lorsqu'un obstacle antibruit existant est remplacé dans le cadre de l'assainissement, son effet sur la propagation du bruit doit impérativement être ignoré lors du calcul des immissions de l'état dit sans mesures d'assainissement (état initial). Concrètement, les charges acoustiques à introduire dans le module se rapportent ainsi à un état sans mesures antibruit.

Lorsqu'un obstacle antibruit existant peut être modifié ou complété (p.ex. rallongement, surélévation) sans démantèlement de l'édifice existant, les charges acoustiques de l'état initial doivent être calculées avec les mesures existantes.

L'efficacité acoustique des mesures de protection contre le bruit se calcule à l'aide de la différence des charges acoustiques sans et avec mesures pendant la période d'évaluation la plus critique. Lorsque les charges acoustiques diurnes excèdent celles nocturnes de plus de 10 dBA, la période diurne est déterminante. Dans tous les autres cas, l'efficacité acoustique des mesures se rapporte aux valeurs de la période nocturne. Ainsi, l'efficacité acoustique des mesures rapporté est toujours celle de la période déterminante pour le caractère économiquement supportable.

Efficacité des mesures

4. Saisie des coûts

La feuille de travail destinée à la saisie des coûts est divisée en deux tableaux. Les coûts des mesures dans le champs de propagation du bruit (p.ex. parois antibruit, couvertures) sont introduits dans le premier des deux tableaux.

Feuille de travail
"Coûts"

Le deuxième tableau contient les coûts des revêtements de route peu bruyants. Dans un premier temps, les coûts des revêtements peu bruyants sont comparés à ceux d'un revêtement de référence. Le calcul du caractère économiquement supportable ne tient compte que des coûts supplémentaires induits par le revêtement peu bruyant par rapport au revêtement de référence.

Les coûts des fenêtres antibruit ne sont pas pris en compte, car celles-ci sont assimilées à des mesures de compensation, non d'assainissement.

Fenêtres antibruit

Une ligne du tableau est à compléter pour chaque type de mesure dans le champs de propagation du bruit (p.ex. parois antibruit, couvertures). En tout, il est possible de saisir les coûts de 6 différents types de mesures.

Description des
coûts par catégorie de mesures

Dans le cas d'un assainissement de revêtement, le type et le prix par m² du nouveau revêtement doivent être indiqués. Les cellules de couleur grise situées en fin de liste se rapportent au revêtement de référence. Les part des coûts imputable au bruit est déterminée par rapport au revêtement de référence.

Les coûts d'investissement, déterminés sur la base des documents de projet existants, doivent être introduits pour chaque type de mesure dans la colonne prévue à cet effet. En l'absence de coûts spécifiques, les valeurs indicatives de l'annexe 4b du manuel du bruit routier (UV-0637) doivent être utilisées.

Coûts d'investissement

Lorsqu'une mesure de protection contre le bruit (MPB) existante est remplacée, les coûts non amortis ainsi que les coûts de démantèlement de ladite mesure doivent être inclus dans les coûts d'investissement. Lorsque les MPB existantes sont modifiées (p.ex. rallongement ou surélévation) sans démantèlement préalable, seuls sont pris en compte les coûts supplémentaires induits par les transformations.

En cas de remplacement d'un revêtement, les coûts d'investissement du nouveau revêtement sont à indiquer dans la cellule correspondante. Les coûts d'investissement du revêtement de référence, utilisés pour la comparaison avec le nouveau revêtement, sont déterminés automatiquement par le module de calcul.

Les coûts d'investissement sont convertis en coûts annuels à l'aide de la méthode des annuités, en tenant compte des amortissements, de l'intérêt sur le capital et des frais annuels récurrents liés à l'entretien et à l'exploitation du revêtement. Avec la méthode des annuités, la valeur en capital de l'investissement est répartie sur la durée de vie des mesures en tenant compte des intérêts (voir aussi l'annexe 2, formules 1 + 2). Les données suivantes sont requises pour le calcul des coûts annuels (voir propositions de valeurs dans le tableau de la feuille de travail "Coûts"):

Coûts annuels

- La valeur en capital d'un investissement est calculée à l'aide de l'intérêt sur le capital fixé dans l'annexe 4b du manuel du bruit routier.
- On admet une durée de vie standard des MPB sur laquelle est répartie la valeur en capital des mesures prévues
- L'exploitation et l'entretien des MPB induisent des coûts récurrents d'une année à l'autre. Dans le module de calcul, ces frais sont spécifié sous forme d'une part des coûts d'investissement en pourcents.

Intérêts sur le capital

Durée de vie

Part pour l'exploitation et l'entretien

Les coûts financiers, d'amortissement, d'exploitation et d'investissement sont calculés et affichés dans le module de calcul sur la base des paramètres ci-dessus.

5. Calcul détaillé de l'indice WTI (Indice du caractère économiquement supportable)

La feuille de travail "Détails WTI" permet un contrôle des calculs du caractère économiquement supportable et ne nécessite aucune saisie directe de données.

Feuille de travail
"Détails WTI"

La charge acoustique par unité de surface est obtenue par le produit suivant: dépassement effectif de la limite inférieure (dBA) x surface de plancher exposée au bruit (GF_{larm}) (voir annexe 2, formule 3). La limite inférieure se situe 5 dBA en deçà des valeurs limites de l'ordonnance sur la protection contre le bruit (installations existantes: VLI -5 dBA, installations nouvelles: VP -5 dBA).

Charge acoustique par unité de surface

Les charges acoustiques sont divisées en 4 classes de bruit différentes et définies de la manière suivante:

Classes de bruit (CB)

- CB 1: La charge acoustique est supérieure à la valeur d'alarme (VA).
- CB 2: La charge acoustique est comprise entre la valeur limite d'immission (VLI) et la valeur d'alarme (VA).
- CB 3: La charge acoustique est comprise entre VLI -5dBA et VLI dans le cas d'installations existantes, respectivement entre la valeur de planification VP et la VLI dans le cas d'installations nouvelles.
- CB 4: Cette classe de bruit n'intervient que dans le cas d'installations nouvelles pour les charges acoustiques comprises entre VP -5 dBA et VP.

Pour le calcul des coûts du bruit en termes d'économie publique, on admet tout d'abord un loyer annuel moyen par m^2 de surface construite (annexe 4b, UV-0637). Pour chaque décibel de dépassement de la limite inférieure et en utilisant des coefficients de loyer différents d'une classe à l'autre, on calcule (voir annexe 2, formule 4) une perte de valeur exprimée en pourcents du loyer annuel moyen .

Loyer / coefficient de loyer

Dans le modèle SRU n° 301, les coefficients de loyer ont été fixés pour les 4 classes de bruit (CB) de la manière suivante (en % par dBA):

- CB 1: 1.0%
- CB 2: 0.9%
- CB 3: 0.8%
- CB 4: 0.8%

Contrairement au modèle SRU n°301, il est recommandé de choisir la moyenne Suisse comme loyer annuel moyen, ceci afin d'éviter que les coûts du bruit calculés pour les régions avec des loyers annuels élevés (p.ex. dans les villes) soient plus élevés que ceux calculés dans une situation comparable en campagne. Ceci serait en effet contraire aux principes de l'OPB et à l'égalité de traitement des personnes.

Le loyer moyen annuel est à indexer à l'année de référence utilisée pour la détermination des coûts annuels. Les valeurs de référence en vigueur sont publiées et actualisées périodiquement dans l'annexe 4b du manuel du bruit routier (UV-0637). Les coefficients de loyer et le loyer annuel moyen peuvent être modifiés dans la feuille de travail "Détails WTI". Néanmoins, de telles modifications des valeurs prescrites ne doivent être entreprises que dans des cas exceptionnels.

Le calcul des coûts du bruit en termes d'économie publique est effectué séparément pour les états sans et avec mesures selon la méthode décrite ci-dessus. Dans les deux variantes, les coûts du bruit (préjudices) sont calculés alternativement avec et sans les coûts supplémentaires pour les terrains non bâtis.

Coûts du bruit en termes d'économie publique

Les coûts supplémentaires sont déterminés pour les terrains non bâtis uniquement (zones de construction viabilisées). En effet, dans le cas des terrains déjà bâtis, il est admis que les espaces encore disponibles ne seront pas occupés par de nou-

velles construction dans l'avenir et que la surface habitée soumise au bruit n'augmentera pas.

Afin de déterminer l'utilité annuelle des mesures antibruit en termes d'économie publique, il est dans un premier temps nécessaire de calculer la différence entre les coûts globaux du bruit pour les variantes sans et avec mesures de protection.

Utilité des mesures en termes d'économie publique

La pesée des intérêts et l'évaluation finale n'ont véritablement lieu qu'à partir de cette sous-étape. Au cours des étapes suivantes, on calcule les valeurs significatives que sont l'efficacité (rapport utilité / coût) et l'efficacités (degré de réalisation des objectifs en pourcent du niveau de protection exigé par la loi).

L'efficacité exprime le rapport entre l'utilité et les coûts. Elle est l'un des critères nécessaires à l'évaluation du caractère économiquement supportable des mesures (voir annexe 2, formule 5).

Efficience

La détermination de l'efficacité s'effectue en comparant les assainissements nécessaires d'après la loi (LPE, OPB) alternativement avec et sans MPB.

Efficacité

L'efficacité sans et avec mesures est obtenue en effectuant la somme des surfaces de bâtiment exposées au bruit multipliées par leurs dépassements respectifs des valeurs limites (en l'occurrence VLI pour les installations existantes, VP pour les installations nouvelles). L'efficacité des mesures de protection contre le bruit est calculée à l'aide de la formule 6 dans l'annexe 2.

6. Calcul détaillé de l'indice Wlstr (Indice efficacité-route)

L'indice efficacité-route (Wlstr) est calculé dans la feuille de travail "Détails WI". Hormis les indications concernant les unités d'habitation (WE) introduites dans la feuille "Charges acoustiques" il n'est pas nécessaire de saisir davantage de données pour cette opération. Selon le manuel du bruit routier (UV-0637), l'indice Wlstr n'est pas nécessaire pour l'évaluation de la proportionnalité des mesures. Néanmoins, sa détermination (UV-0637 annexe 5) est importante pour l'enquête sur l'état d'avancement de l'assainissement phonique des routes au sens de l'art. 20 de l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB).

Feuille de travail
"Détails WI"

Les étapes de calcul de l'indice Wlstr sont détaillées ci-après dans le but d'en faciliter la compréhension.

L'indice Wlstr est déterminé uniquement pour les programmes d'assainissement en projet ou en cours d'exécution concernant la catégorie des „autres routes“ dans le cadre de l'enquête selon l'art. 20 OPB. Seuls sont considérées les mesures situées dans le champs de propagation du bruit (parois antibruit, buttes). Les coûts et l'efficacité acoustique de l'assainissement phonique des routes n'en font pas partie. Par conséquent, les indices Wlstr déterminés pour des projets comprenant un assainissement du revêtement sont inutilisables dans le cadre de l'enquête au sens de l'art. 20 OPB. En revanche, les coûts et l'efficacité acoustique de l'assainissement des revêtements de route sont à indiquer entre parenthèses.

Wlstr

L'indice Wlstr s'obtient par le rapport entre les coûts des mesures dans le champs de propagation et leur utilité (efficacité acoustique x nombre de personnes concernées). L'efficacité acoustique d'une mesure y est pondérée en fonction de la charge acoustique et de l'affectation des zones (voir annexe 2, formule 7).

Lorsque l'indice Wlstr est utilisé pour l'enquête selon l'art. 20 OPB, les coûts des MPB doivent être calculés à l'aide de prix standards uniformisés, à savoir 1'000 CHF par m² de paroi ou de butte antibruit. De manière à faciliter les comparaisons de projets, cette valeur standard peut être utilisée même lorsque les coûts réels sont connus. Cela dit, il faut garder à l'esprit que cette valeur uniformisée est valable que pour le calcul de l'indice Wlstr uniquement et qu'elle n'est en aucun cas applicable au calcul de l'indice du caractère économiquement supportable (WTI), pour lequel les coûts doivent être connus avec la plus grande précision possible (voir chapitre 4).

Coûts

Le calcul de l'utilité ne prend en compte que les points de calcul pour lesquels les valeurs limites d'immission (VLI) sont dépassées à l'état initial sans assainissement.

Utilité

L'efficacité acoustique des mesures est divisée en plusieurs catégories, en fonction de la charge acoustique, puis pondérée à l'aide des facteurs de pondération de l'annexe 1. La pondération tient compte de la période déterminante (jour/nuit).

L'efficacité acoustique pondérée, multipliée au nombre de personnes exposées, permet d'obtenir l'utilité des mesures de protection contre le bruit.

7. Résultats et rapport

Aucune saisie de données n'est nécessaire dans la feuille de travail "Rapport". Les résultats y sont automatiquement compilés et présentés sous la forme d'un compte-rendu.

Feuille de travail
"Rapport"

L'affichage des résultats dans les champs prévus à cet effet nécessite une actualisation du rapport. Pour lancer l'actualisation, il suffit de cliquer sur la commande ("actualiser le rapport") en haut à droite de la feuille de travail.

Le compte-rendu est divisé en cinq parties dont le contenu est commenté ci-après.

Les données de projet décrites dans le chapitre 3.1 sont reprises ici, principalement dans le but de favoriser la distinction des différentes variantes de calcul et des différentes mesures de protection antibruit étudiées.

Enoncé du projet

Lors de l'actualisation du rapport, l'efficacité acoustique des variantes de mesures étudiées est représentée par bâtiment et par étage. L'efficacité acoustique est systématiquement affichée pour le point le plus exposé de l'étage et du bâtiment correspondant. Pour les bâtiments comportant plus de 4 étages, la colonne "> 4.OG" affiche la valeur du point le plus exposé à partir du 4e étage.

Efficacité des
mesures de protection
contre le bruit

Le nombre de personnes concernées par un dépassement des valeurs limites est affiché pour les états sans et avec MPB. Dans le cas d'installations existantes, toutes les personnes exposées au delà de la valeur limite d'immission VLI sont comptabilisées. Dans le cas d'installations nouvelles, ce sont les personnes exposées au delà de la valeur de planification VP qui sont comptabilisées.

La dernière colonne affiche les dépassements les plus élevés de chaque bâtiment (installations existantes: dépassement VLI, installations nouvelles: dépassement VP), calculés avec les mesures de protection antibruit prévues.

Le total des coûts d'investissement ainsi que les coûts annuels par type de mesure sont affichés dans la section "Coûts des mesures de protection contre le bruit". Le total des coûts d'investissement est utilisé pour le calcul de l'indice Wlstr, tandis que le total des coûts annuels est utilisé pour le calcul de l'indice WTI.

Coûts des mesures

Le préjudice annuel, c.à.d. le coût annuel du bruit en terme d'économie publique, est indiqué pour les situations sans et avec mesures dans la section "Caractère économiquement supportable des mesures". L'utilité annuelle des mesures étudiées s'obtient en calculant la différence du préjudice des deux états avec et sans mesures.

Caractère économique-ment
supportable des
mesures

Le rapport indique également la proportion de l'utilité totale attribuée aux objets dont la charge acoustique est comprise entre: VLI - 5 dBA et VLI pour les installations existantes, VP - 5 dBA et VP pour les installations nouvelles.

L'appréciation globale d'un projet, dans le sens de la pesée des intérêts exigée par la loi, s'appuie sur le diagramme efficacité versus efficacité, lequel permet de classer, de comparer et d'optimiser les mesures de protection antibruit (voir annexe 2, explications concernant le chapitre 7). L'indice du caractère économiquement supportable (WTI) est calculé à l'aide des paramètres efficacité et efficacité décrits dans le chapitre 5, en utilisant la formule 8 de l'annexe 2.

Les valeurs obtenues pour l'efficacité, l'efficacité et l'indice WTI sont représentées à la fois dans un tableau et dans un diagramme efficacité vs. efficacité pour la densité de construction actuelle et pour la densité de construction avec utilité supplémentaire (c.à.d. en considérant les parcelles non bâties)

La section "Enquête conformément à l'art. 20 OPB (Etat de l'assainissement du bruit routier)" présente diverses informations d'importance pour l'enquête selon l'art. 20 OPB, comme par exemple les valeurs des indices W_{lstr} (avec et sans pondération) décrits dans le chapitre 6, de même que divers chiffres concernant le bilan global de l'assainissement.

Dans cette section, la situation phonique avant et après l'assainissement est décrite à l'aide du nombre de personnes et de bâtiments exposés au bruit au delà des limites légales (installations existantes: VLI et VA, installations nouvelles: VP et VLI). A cela s'ajoute la quantité de bâtiments concernés par un dépassement des valeurs limites (installations existantes: VLI, installations nouvelles: VP) dans la situation initiale sans assainissement, chez lesquels les nuisances sonores ont été réduites de 1 dBA au minimum et à un étage au moins grâce à l'assainissement.

L'indice W_{lstr} non pondéré est calculé similairement à l'indice W_{lstr} pondéré, à la différence près que l'efficacité des mesures n'est pas répartie dans différentes catégories pondérées lors du calcul de l'utilité. L'utilité est obtenue en multipliant l'efficacité acoustique des mesures non pondérée par le nombre de personnes concernées par un dépassement des valeurs limites.

Dans les cas suivants, les valeurs calculées dans cette section ne sont pas utilisables pour l'enquête selon l'art. 20 OPB:

- Les installations nouvelles ne sont pas concernées par l'enquête selon l'art. 20 OPB. Seules les installations existantes sont à prendre en compte.
- L'indice W_{lstr} calculé ne peut pas être utilisé pour l'enquête lorsqu'il prend en compte l'efficacité acoustique et les coûts de l'assainissement d'un revêtement. Seules les mesures de protection dans le champs de propagation du bruit peuvent être évaluées à l'aide de l'indice W_{lstr} .
- L'indice W_{lstr} calculé ne peut pas être utilisé pour l'enquête lorsque les coûts des mesures de protection dans le champs de propagation du bruit se basent sur un prix de base autre que 1000 CHF/m².

Bien que les valeurs W_{lstr} ne puissent pas être utilisés pour l'enquête dans ces quelques cas, ils fournissent néanmoins un bon aperçu de la situation acoustique des projets en offrant une bonne base de décision et de justification pour la réalisation ou au contraire l'abandon d'une variante de mesures.

Annexes

- 1 Annexe au module de calcul avec valeurs de référence
- 2 Notions de base
- 3 Exemple de calcul
- 4 Abréviations

Annexe au module de calcul avec valeurs de référence

Valeurs significatives / valeurs indicatives

Feuille de travail "Détails WTI"

Coefficients de loyer pour 4 classes de bruit en % par dBA:

Classe de bruit 1: 1.0%

Classe de bruit 2: 0.9%

Classe de bruit 3: 0.8%

Classe de bruit 4: 0.8%

Feuille de travail "Détails Wlstr"

Charge acoustique		Facteurs de pondération de l'utilité	
Jour	Nuit	Habitation	Artisanat / Exploitation
> 75	> 65	3	3
70 - 75	60 - 65	3	2
65 - 70	55 - 60	2	1
60 - 65	50 - 55	1	0.5
55 - 60	45 - 50	0.5	0.2
50 - 55	40 - 45	0.2	-

Notions de base

Explications complémentaires au chapitre 4

Formule 1: Calcul du coût annuel des mesures de protection contre le bruit [Fr./an].

$$Coûts\ annuels = \frac{Investissements}{100} \cdot \left(\left(\frac{i}{1 - \left(1 + \frac{i}{100}\right)^{-n}} \right) + Part\ investissements\ pour\ entretien \right)$$

Investissements : Coûts d'investissement d'une mesure de protection contre le bruit [Fr.]

i : Intérêts sur le capital [%]

n : Durée de vie d'une mesure de protection contre le bruit [années]

Part investissements pour entretien : Pourcentage des coûts d'investissement destiné à l'entretien et à l'exploitation [%]

Formule 2: Calcul du surcoût annuel induit par la mise en oeuvre d'un revêtement peu bruyant [Fr./an].

$$Surcoût\ revêt.\ peu\ bruyant = Coût\ annuel_{Revêt.\ peu\ bruyant} - Coût\ annuel_{Revêt.\ référence}$$

Coût annuel_{Revêt. peu bruyant} : Coût annuel du revêtement peu bruyant [Fr.]

Coût annuel_{Revêt. référence} : Coût annuel du revêtement de référence [Fr.]

Explications complémentaires au chapitre 5

Formule 3: Calcul de la charge acoustique par unité de surface d'un point de calcul (L_{BP} [dBA*m²]).

$$L_{BP} = \Delta dBA \cdot GF_{l\grave{a}rm}$$

ΔdBA : Dépassement effectif de la limite VLI-5 (installation existante) et VP-5 (installation nouvelle) [dBA].

$GF_{L\grave{a}rm}$: Surface brute de plancher exposée au bruit associée à un point de calcul donné [m²].

Formule 4: Calcul des coûts du bruit en termes d'économie publique ($VK_{l\grave{a}rm}$ [Fr./a]) dans la zone sélectionnée.

$$VK_{l\grave{a}rm} = L_{BP} \cdot MF \cdot \overline{JMP}$$

MF : Coefficient de loyer [%/dBA].

\overline{JMP} : Loyer annuel moyen au m² [Fr./m²*a]

Formule 5: Calcul de l'efficience [-].

$$\text{Efficience} = \frac{\text{utilité annuelle}}{\text{coût annuel}} = \frac{VK_{\text{lärm,ohne}} - VK_{\text{lärm,mit}}}{\text{coût annuel}}$$

$VK_{\text{Lärm,ohne}}$: coût total imputable au bruit, sans MPB [Fr./a]

$VK_{\text{Lärm,mit}}$: coût total imputable au bruit, avec MPB [Fr./a]

Formule 6: Calcul de l'efficacité [%].

$$\text{Efficacité} = \frac{\sum_i GF_{\text{Lärm,ohne,LK}_i} \cdot \Delta dBA_{\text{LK}_i} - \sum_i GF_{\text{Lärm,mit,LK}_i} \cdot \Delta dBA_{\text{LK}_i}}{\sum_i GF_{\text{Lärm,ohne,LK}_i} \cdot \Delta dBA_{\text{LK}_i}} \cdot 100$$

$GF_{\text{Lärm,mit,LK}_i}$: surface brute de plancher exposée au bruit, avec MPB, dans la classe de bruit i [m^2] ($i = 1, 2$)

$GF_{\text{Lärm,ohne,LK}_i}$: surface brute de plancher exposée au bruit, sans MPB, dans la classe de bruit i [m^2] ($i = 1, 2$)

ΔdBA_{LK_i} : Dépassement effectif de la VLI (installation existante) ou de la VP (installation nouvelle) [dBA], pour les points de calcul dans les classes de bruit $i = 1, 2$

Explications complémentaires au chapitre 6

Formule 7: Formule pour le calcul de l'indice efficacité-route pondéré (WIstr [Fr./dBA*personne*an])

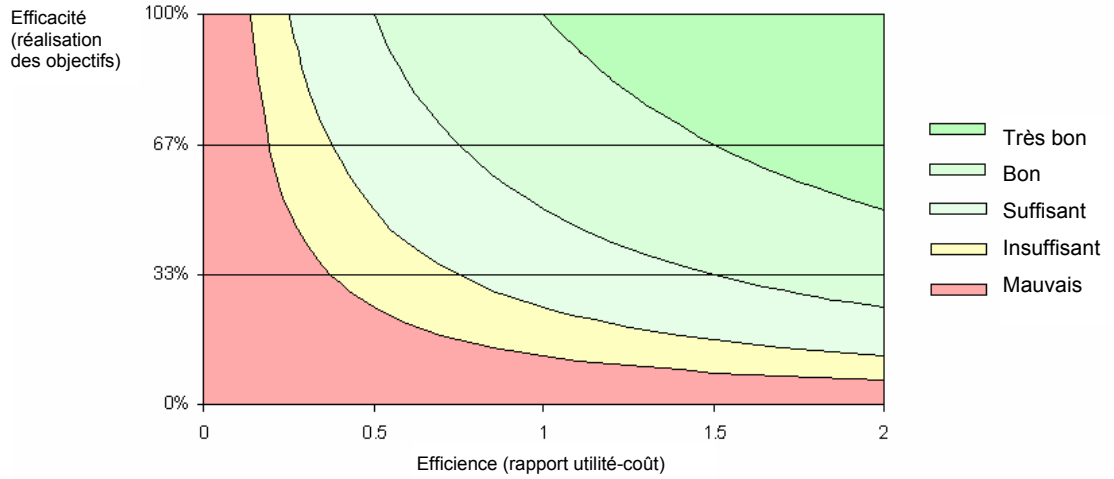
$$WIstr = \frac{\text{Coûts d'investissement}}{\sum \Delta dBA_{\text{pondéré}} \cdot WE \cdot 3}$$

$\Delta dBA_{\text{pondéré}}$: Dépassement effectif pondéré de la VLI (installation existante), ou de la VP (installation nouvelle) [dBA]

WE : Quantité d'unités d'habitation attribuée à chaque point de calcul. (hypothèse 3 personnes par WE).

Explications complémentaires au chapitre 7

Figure 1: Diagramme efficacité versus efficacité avec catégories optimisées.



Formule 8: Calcul de l'indice WTI

$$WTI = \frac{\text{Efficacité} \cdot \text{Efficacité}}{25}$$

Appréciation:

$WTI > 4.0$	-	très bon
$WTI > 2.0$	-	bon
$WTI \geq 1.0$	-	suffisant
$WTI < 1.0$	-	insuffisant
$WTI < 0.5$	-	mauvais

Exemple de calcul



Figure 2: Illustration 3D d'un exemple de calcul

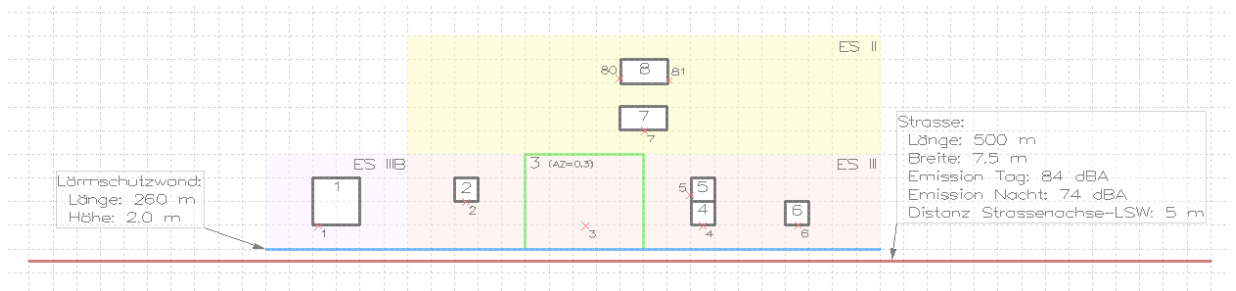


Figure 3: Plan de l'exemple de calcul

Informations concernant les dimensions de l'exemple:

La figure 3 contient une grille (10m x 10m) en trame de fond. A l'exception de la route, tous les objets sont parfaitement alignés sur ce canevas. L'axe de la route se trouve à une distance de 5m par rapport à la paroi antibruit. Les caractéristiques des bâtiments et parcelles sont les suivantes:

N° objet.	Type	Nombre d'étages	GF _{lärm} par étage	Haut. bâtiment	WE par étage
1	Bâtiment	1	400 m ²	3.50 m	1
2	Bâtiment	6	100 m ²	17.00 m	1
3	Parcelle	2	300 m ²	-	3
4	Bâtiment	1	100 m ²	3.50 m	1
5	Bâtiment	1	100 m ²	3.50 m	1
6	Bâtiment	2	100 m ²	7.00 m	0.5
7	Bâtiment	3	200 m ²	9.00 m	1
8	Bâtiment	3	200 m ²	9.00 m	1

Tableau 2: Propriétés des bâtiments et parcelles

Similairement à la figure 3, les points de calcul doivent être positionnés aux endroits les plus exposés des bâtiments. Il a été admis une hauteur 1.70 m pour tous les points situés au rez-

de-chaussée. Les étages supérieurs se situent systématiquement 2.80 m en dessus de l'étage précédent. Les hauteurs respectives des points récepteurs sont donc les suivantes: 1er étage: 4.50 m, 2e ét.: 7.30 m, 3e ét.: 10.10 m, 4e ét.: 12.90 m et 5e ét.: 15.70 m. Les dimensions de la route et de la paroi antibruit sont représentées dans la figure 3. L'efficacité acoustique de l'assainissement du revêtement est de -1 dBA.

Données concernant les coûts:

- Coût de la paroi antibruit prévue: 1'000 CHF/m².
- Remplacement du revêtement existant par un macrorugueux (AC MR8): 34 CHF/m².
- Sauf indication contraire, application systématique des principes du module de calcul (voir aussi UV-0637, annexe 4b).
- Année 2007 choisie comme référence (loyer annuel moyen: 150 Fr./m² par année).

Charges acoustiques

Les calculs du bruit ont été effectués sans tenir compte des réflexions. Les charges acoustiques calculées pour l'état sans assainissement sont représentées ci-après:

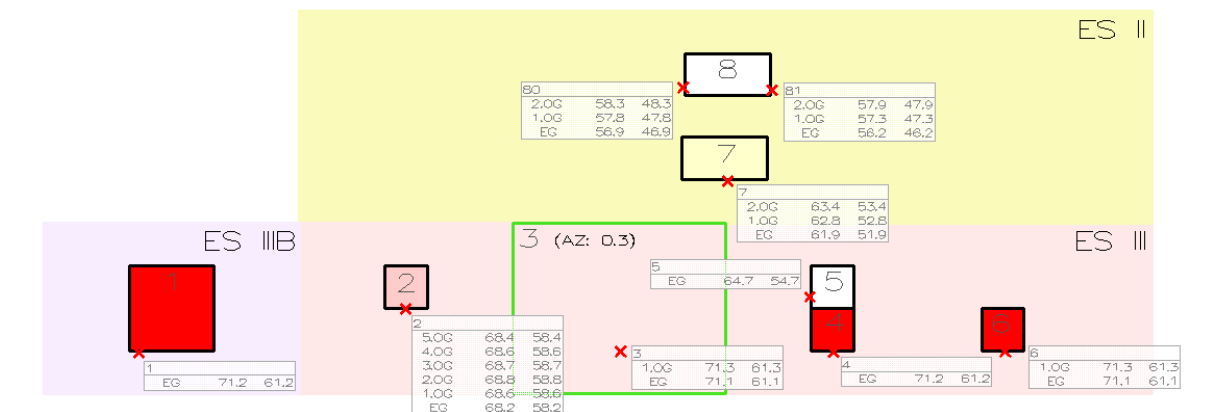


Figure 4: Charges acoustiques valables pour l'état sans assainissement

Pour le scénario avec assainissement (paroi antibruit et remplacement du revêtement), les charges acoustiques résultantes sont les suivantes:

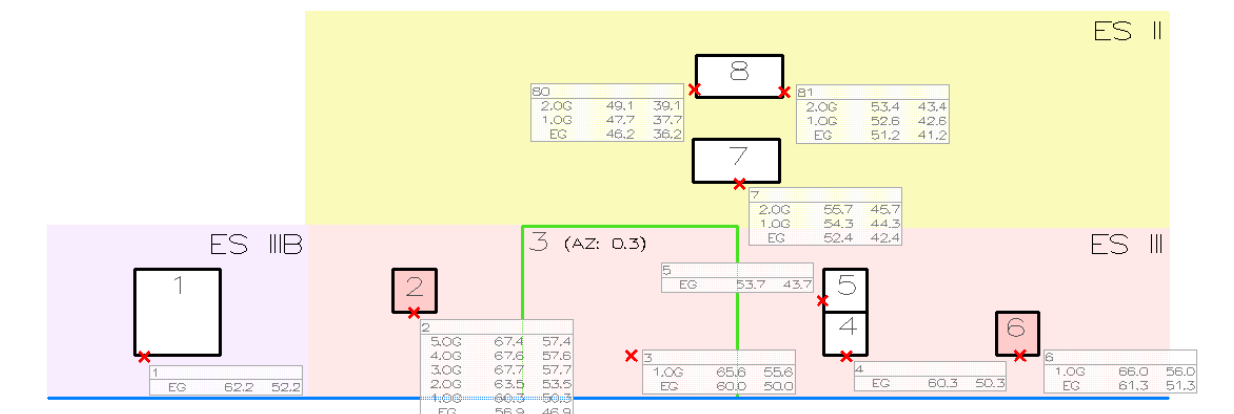


Figure 5: Charges acoustiques valables pour l'état avec assainissement

Abréviations

VA	Valeur d'alarme
AZ	Indice d'utilisation (<i>Ausnutzungsziffer</i>)
OFEV	Office fédéral de l'environnement
BP	Point de calcul (<i>Berechnungspunkt</i>)
dBA	Niveau acoustique pondéré A, en décibels
DS	Degré de sensibilité
GF _{lärm}	Surface brute de plancher exposée au bruit
VLI	Valeur limite d'immission
JMP	Loyer annuel moyen par m ² (<i>Mittlerer Jahresmietpreis</i>)
KNF	Facteur coût-utilité (<i>Kosten-Nutzen-Faktor</i>)
CB	Classes de bruit
MPB	Mesures de protection contre le bruit
OPB	Ordonnance sur la protection contre le bruit
PAB	Projet d'assainissement du bruit
L _{BP}	Charge acoustique du point concerné
MF	Coefficient de loyer (<i>Mietpreisfaktor</i>)
VP	Valeur de planification
CB	Cadastré du bruit routier
SRU	Cahier de l'environnement (<i>Schriftenreihe Umwelt</i>)
LPE	Loi sur la protection de l'environnement
VK _{Lärm,mit}	Coûts du bruit en termes d'économie publique, avec MPB (<i>Volkswirtschaftliche Kosten des Lärms, mit Lärmschutzmassnahmen</i>)
VK _{Lärm,ohne}	Coûts du bruit en termes d'économie publique, sans MPB (<i>Volkswirtschaftliche Kosten des Lärms, ohne Lärmschutzmassnahmen</i>)
WE	Unité d'habitation (<i>Wohneinheit</i>)
Wlstr	Indice efficacité-route (<i>Wirkungs-Index-Strasse</i>)
WTI	Indice du caractère économiquement supportable (<i>Index wirtschaftliche Tragbarkeit</i>)
CESP	Caractère économiquement supportable et proportionnalité des mesures de protection contre le bruit.