

**CAHIER DE
L'ENVIRONNEMENT
n° 301**

Bruit

**Caractère
économiquement
supportable et
proportionnalité
des mesures de
protection contre
le bruit**

Impressum:

Editeur:

Office de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP

Auteurs:

Mark Egger, Dr. rer. pol., IC Infraconsult AG Berne
Georg Roth, dipl. Ing. ETH, IC Infraconsult AG, Berne
René Bayer, dipl. Ing. HTL, Balzari & Schudel AG, Berne
Karl Ludwig Fahrländer, Dr. iur., Berne

Groupe d'accompagnement:

Theo Kuentz, OFEFP, division Lutte contre le bruit
Fredy Fischer, OFEFP, division Lutte contre le bruit
Urs Walker, OFEFP, division Droit
Christian Albrecht, OFEFP, division Economie et technologie

Traduction:

Nathalie Deville, traductrice, dipl. ETI
Anne Aboh-Dauvergne, traductrice, dipl. ETI
Jean-Daniel Liegme, OFEFP

Commande:

Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage
Documnetation
3003 Berne

Fax +41 (0)31 324 02 16

E-Mail: docu@buwal.admin.ch

Internet: <http://www.admin.ch/buwal/publikat/f/>

Prix: Fr. 20.- (TVA incluse)

Copyright:

© OFEFP 1998

Table des matières

Abstracts	8
Préface	9
Résumé	11
1 INTRODUCTION	14
1.1 Problématique	14
1.2 Objectifs	14
1.3 Structure de la présente étude	14
2 NOTIONS DE CARACTÈRE ÉCONOMIQUEMENT SUPPORTABLE ET DE PROPORTIONNALITÉ	18
2.1 Analyse juridique	18
2.1.1 Les trois niveaux de la stratégie de protection contre le bruit	18
2.1.2 Caractère économiquement supportable	19
2.1.3 Proportionnalité	19
2.1.4 Pesée des intérêts	19
2.1.5 Installations privées, installations publiques	20
2.1.6 Conséquences pour le modèle	20
2.2 Analyse économique	21
2.2.1 Installations privées, installations publiques	21
2.2.2 Appréciation en termes d'économie d'entreprise ou en termes d'économie publique?	22
2.2.3 La pesée des intérêts du point de vue économique	25
2.2.4 Coût limite et utilité limite	27
2.2.5 Conséquences pour le modèle	28
3 ACOUSTIQUE	29
3.1 Gêne provoquée par le bruit	29
3.2 Valeurs limites d'exposition au bruit selon l'OPB	31
3.3 Typologie des mesures de protection contre le bruit	32
4 COÛT DES MESURES DE PROTECTION CONTRE LE BRUIT	33
4.1 Coût en termes d'économie d'entreprise (coût de l'installation)	33
4.1.1 Frais d'investissement	33
4.1.2 Coût d'exploitation et d'entretien	33
4.1.3 Multifonctionnalité	34
4.1.4 Répartition fonctionnelle	34
4.1.5 Délimitation temporelle	34

4.2	Coût en termes d'économie publique	34
4.3	Limites du système	35
5	UTILITÉ DES MESURES DE PROTECTION CONTRE LE BRUIT	37
5.1	Utilité en termes d'économie d'entreprise	37
5.2	Utilité en termes d'économie publique	37
5.2.1	L'utilité en termes d'économie publique, moyen pour éviter les coûts engendrés par le bruit	38
5.2.2	Coût du bruit en termes d'économie publique	38
5.2.3	Limite inférieure à partir de laquelle le bruit engendre des coûts en termes d'économie publique	39
6	EVALUATION MONÉTAIRE GRÂCE À LA MÉTHODE HÉDONISTE	41
6.1	Calcul du coût du bruit en termes d'économie publique	41
6.1.1	Coût des préjudices	42
6.1.2	Coût de la prévention	42
6.1.3	Disposition à payer	42
6.2	Remarques sur le choix du mode d'évaluation monétaire	43
6.3	La formation des prix selon la méthode hédoniste	44
6.3.1	Intégration de la matrice des objets (non exprimables en termes monétaires) et de la matrice des valeurs	44
6.3.2	Pertinence des résultats	45
6.3.3	Réserves	45
7	MODÈLE	49
7.1	Postulat	49
7.1.1	Efficience des mesures de protection contre le bruit	49
7.1.2	Efficacité des mesures de protection contre le bruit	49
7.1.3	Champ d'application du modèle	50
7.1.4	Périmètre du modèle	51
7.1.5	Réduction de la charge acoustique prise en compte dans le modèle	51
7.1.6	Densité de construction prise en compte dans le modèle	52
7.2	Eléments de méthode	53
7.3	Etape A: évaluation monétaire de l'utilité maximale possible	55
7.3.1	Formule permettant de calculer le coût du bruit en termes d'économie publique	55
7.3.2	Classes de bruit (i)	56
7.3.3	Surface brute au plancher par classe de bruit (BGF _i)	56
7.3.4	Dépassement moyen du niveau minimal (g _i)	56
7.3.5	Coefficient de loyer par classe de bruit (f _i)	57
7.3.6	Loyer annuel par m ² de surface brute au plancher (m)	58
7.3.7	Coûts induits par le bruit en termes d'économie publique en fonction des zones d'affectation	59
7.4	Etape B: rapport utilité-coût	60
7.4.1	Calcul du coût des mesures de protection contre le bruit	60
7.4.2	Calcul de l'utilité des mesures de protection contre le bruit	60
7.5	Problèmes de méthode non résolus	61

7.6	Evaluation de l'approche préconisée dans le modèle	62
7.7	Conséquences juridiques	64
7.7.1	Classification systématique	64
7.7.2	Signification pour le cas normal prévu dans la législation	64
7.7.3	Installations privées	64
7.7.4	Allègements accordés pour des installations publiques ou concessionnaires	65
7.7.5	Prévention	65
8	EXPLICATION DES ÉTAPES	67
8.1	Principes	67
8.1.1	Généralités	67
8.1.2	Etape A	67
8.1.3	Etape B	68
8.2	Etape A: évaluation monétaire de l'utilité maximale possible	69
8.2.1	Tableau synoptique des sous-étapes A.1 à A.5	69
8.2.2	Détail des étapes	70
8.2.3	Interprétation des résultats	81
8.3	Etape B: pesée des intérêts	82
8.3.1	Tableau synoptique des sous-étapes B.1 à B.7	82
8.3.2	Détail des étapes	83
8.3.3	Interprétation des résultats (pesée des intérêts)	93

Bibliographie

Annexes

- 1 Comparaison d'études portant sur le coefficient de loyer
- 2 Protection contre le bruit de la circulation routière à Aarwangen
Données générales
Etape A: évaluation monétaire de l'utilité maximale possible
Etape B: pesée des intérêts
- 3 Protection contre le bruit des chemins de fer à Rheinfelden
Données générales
Etape A: évaluation monétaire de l'utilité maximale possible
Etape B: pesée des intérêts
- 4 Protection contre le bruit d'une installation de tir à Hilterfingen
Données générales
Etape A: évaluation monétaire de l'utilité maximale possible
Etape B: pesée des intérêts
- 5 Avis de droit

Table des illustrations

Figure 2-1: Critères d'appréciation des mesures de protection contre le bruit en termes juridiques	21
Figure 2-2: Concordance du concept économique et du concept juridique pour les installations publiques et concessionnaires	26
Figure 2-3: Optimum de protection contre le bruit du point de vue économique	26
Figure 3-1: Proportion des personnes fortement gênées en fonction de l'exposition au bruit	29
Figure 3-2: Proportion de personnes moyennement gênées ou fortement gênées par le bruit du trafic routier, ferroviaire et aérien (aviation légère) en fonction du niveau moyen L_{eq} (en haut) et du niveau d'évaluation L_r (en bas)	30
Figure 3-3: Valeurs limite d'exposition aux immissions sonores en dB(A) (selon l'ordonnance sur la protection contre le bruit, installations de tir et aéroports militaires non compris)	31
Figure 6-1: Vue d'ensemble des modes d'évaluation monétaire du coût du bruit	41
Figure 7-1: Les paramètres d'efficacité et d'efficacités utilisés comme critères d'appréciation des mesures de protection contre le bruit	50
Figure 7-2: Réduction de la charge acoustique prise en compte dans le modèle (exemple d'une installation assainie)	52
Figure 7-3: Évaluation monétaire de l'utilité maximale possible (étape A) et pesée des intérêts (étape B)	
Figure 7-4: Comparaison des coûts induits par le bruit en fonction des zones d'affectation	60
Figure 8-1: Importance de la hauteur des immeubles dans le calcul des isophones de valeurs limites	71
Figure 8-2: Dépassements de valeurs limites hors du périmètre des isophones	72
Figure 8-3: Disparités géographiques de loyer selon le type de région	80
Figure 8-4: Diagramme efficacité/efficacité: classement des mesures	93
Figure 8-5: Évaluation des trois exemples annexés	94

Index des tableaux

Tableau 8-1: Étape A: évaluation monétaire de l'utilité maximale possible	75
Tableau 8-2: Dépassement moyen du niveau minimal (VLI-5, VP-5)	83
Tableau 8-3: Loyer annuel moyen au m^2	86
Tableau 8-4: Étape B: sous-étapes destinées à évaluer coût et utilité (pesée des intérêts)	88
Tableau 8-5: Inventaire des préjudices causés par les mesures de protection	92

Abréviations

AZ	indice d'utilisation
B	brasserie
B&S	Balzari & Schudel AG
BGF	surface brute au plancher
dB(A)	Décibel
DS	degré de sensibilité
f_i	facteur du loyer par classe de bruit (pourcentage du loyer par dB(A)
G	artisanat
g_i	Dépassement moyen du niveau minimal (VLI-5, VP-5) en dB(A) par classe de bruit
I	zone industrie
IC	IC Infraconsult AG
K	Centre
Ku	zone de cure
Leq	niveau moyen
LK	classe de bruit
LPE	loi sur la protection de l'environnement
Lr	niveau d'évaluation
LSM	mesure de protection contre le bruit
LWZ	zone agricole
M	loyer annuel par m ² de BGF classé selon 5 types de région
OPB	ordonnance sur la protection contre le bruit
USP	plan de protection des rives
VA	valeur d'alarme
VK	coût en termes d'économie publique
VK _{Lärm}	coût annuel du bruit en termes d'économie publique
VK _{Lärm mit LSM}	coût annuel induit par le bruit avec mesures de protection contre le bruit (LSM)
VK _{Lärm ohne LSM}	coût annuel induit par le bruit sans mesures de protection contre le bruit (LSM)
VLE	valeur limite d'exposition au bruit
VLI	valeur limite d'immission
VN	utilité en termes d'économie publique
VN _{LSM}	utilité annuelle des mesures de protection contre le bruit résultant de la différence entre le coût avec et sans mesures de protection contre le bruit (LSM)
VP	valeur de planification
W	zone d'habitation
WG	zone d'habitation et artisanale (zone mixte)
ZöN	zone d'utilité publique]

Abstract

In Anwendung des Umweltschutzgesetzes sind Lärmemissionen nach den Grundsätzen der *wirtschaftlichen Tragbarkeit* und der *Verhältnismässigkeit* zu begrenzen. Vorliegend wurde ein Verfahren entwickelt, das den Vollzug der entsprechenden Gesetzesartikel auf einer objektiven Basis ermöglicht. Grundlage hierfür ist eine Kosten / Nutzen Rechnung basierend auf dem hedonistischen Preisbildungsansatz.

Conformément à la loi sur la protection de l'environnement, les mesures destinées à limiter les émissions sonores doivent être *économiquement supportables* et doivent respecter le principe de la *proportionnalité*. Le procédé présenté ici permet d'appliquer les articles correspondants sur une base objective. Il repose sur un calcul de rentabilité fondé sur une approche hédoniste de la formation des prix.

In virtù della legge sulla protezione dell'ambiente le emissioni di rumore vanno limitate in base ai principi della *sostenibilità economica* e della *proporzionalità del rapporto costi-benefici*.

Nel caso specifico è stato sviluppato un procedimento che consente l'esecuzione dei rispettivi articoli di legge su basi oggettive. All'origine vi è un calcolo che tiene conto del rapporto costi-benefici fondato sulla formazione dei prezzi dall'approccio edonistico.

In the application of the Law relating to the Protection of the environment, noise emissions are to be limited on the basis of their *economic acceptability* and *proportionality*. In the present case, a system has been developed which makes it possible to apply the relevant Articles on an objective basis. The foundation for this is a cost-benefit calculation based on a hedonistic approach to price-setting .

Préface

Le bruit est nuisible. Les experts le disent depuis longtemps, et la population en prend de plus en plus conscience. Les effets du tapis sonore toujours plus épais qui nous entoure en permanence ne se limitent pas au désagrément et à des troubles de la concentration. Des recherches récentes ont montré que l'exposition croissante au bruit renforce massivement les risques de maladies cardio-vasculaires.

Face aux émissions sonores toujours plus fortes de notre société mobile, le législateur s'efforce de réduire les effets nuisibles du bruit. Si le bien-fondé des mesures prises est indiscutable, il n'en va pas de même pour leur financement et pour l'efficacité des moyens engagés.

La loi sur la protection de l'environnement et l'ordonnance sur la protection contre le bruit évoquent le principe de proportionnalité et prônent des mesures qui soient économiquement supportables, sans définir plus précisément ce qu'il faut entendre par là. L'idée est que ces mesures devraient être soumises au critère de rentabilité, qui détermine toutes les décisions de l'économie privée. L'application de ce critère n'affaiblirait pas la protection de l'environnement, mais permettrait bien plutôt d'inscrire les mesures de protection contre le bruit dans le contexte économique; on garantirait ainsi que ces mesures soient mieux acceptées, et donc plus efficaces.

Cependant, l'absence de critères et de règles permettant d'évaluer si une mesure est économiquement supportable ou proportionnelle aux nuisances qu'elle combat rend difficile, dans la pratique, l'exécution de la protection contre le bruit. Il faut donc clarifier ces recommandations afin qu'elles puissent être appliquées comme un instrument économique. Les experts de la protection contre le bruit disposeront alors d'un outil qui leur servira sur le plan juridique comme sur le plan pratique.

Le rapport que nous publions ici va dans ce sens. Il élabore un modèle de monétarisation des pollutions sonores et comble ainsi la lacune qui séparait l'intention des textes de loi de leur exécution rationnelle et efficace.

**Office fédéral de l'environnement,
des forêts et du paysage**

Division Lutte contre le bruit

Le chef

Urs Jörg

Résumé

La législation sur la protection de l'environnement (par ex. art. 11, 17, 25 LPE) et notamment la législation sur la protection contre le bruit (art. 7 à 10 et art. 14 OPB) utilisent les notions de « caractère économiquement supportable » et de « proportionnalités » sans les préciser ni les définir. La présente étude vise donc à éclaircir ces notions du point de vue juridique et du point de vue économique. On obtiendra ainsi des critères permettant d'élaborer un modèle pratique d'évaluation des mesures de protection contre le bruit.

L'analyse juridique conclut que la question du caractère économiquement supportable se pose dans tous les cas et que celle de la proportionnalité ne se pose que lorsque les valeurs limites prescrites (VLI) ne peuvent pas être respectées.

Les installations privées doivent être traitées différemment des installations publiques ou concessionnaires.

Pour les *installations privées*, l'ampleur des allègements possibles par rapport aux prescriptions légales de protection dépendra des résultats de l'analyse de proportionnalité (au sens strict du terme). Cette dernière portera essentiellement sur des aspects relevant de l'économie d'entreprise (comparaison avec une entreprise standard saine). Or, la définition des critères nécessaires à cet effet sort du cadre de la présente étude. Dès lors, on a dû renoncer à traiter la question des installations privées dans ce qui suit.

Pour les *installations publiques ou concessionnaires*, l'évaluation du caractère économiquement supportable et de la proportionnalité doit toujours avoir lieu dans le contexte de l'économie publique. L'analyse juridique conclut à la nécessité d'une pesée des intérêts publics et privés en présence. Transposée au domaine économique, cette pesée des intérêts débouche sur une comparaison entre le coût économique (coût limite) et l'utilité économique (utilité limite) des mesures de protection contre le bruit en termes d'économie publique. Le modèle développé est centré sur le recensement et sur la quantification de ces coûts.

Le *coût* des mesures de protection contre le bruit correspond aux moyens financiers mis en oeuvre pour la planification, la réalisation, l'exploitation et l'entretien de ces mesures. Ce coût est exprimé en termes annuels. Les aspects négatifs des mesures de protection en termes d'intégration au site et au paysage, d'écologie, de qualité de l'habitat, etc. ne sont pas quantifiés mais pris en compte sous la forme d'une évaluation qualitative.

L'*utilité* des mesures de protection contre le bruit est définie comme le coût en termes d'économie publique évité à la population concernée grâce aux dites mesures. La différence entre le coût du bruit sans mesures de protection et le coût du bruit avec mesures de protection correspond à l'utilité en termes d'économie publique des mesures. La présente étude ne prend en compte le coût du bruit en termes d'économie publique que pour des zones où le bruit dépasse les valeurs d'exposition légales. La limite inférieure fixée pour l'apparition du coût du bruit est inférieure de 5 dB(A) à la valeur d'exposition légale (VLI-5 pour les assainissements, VP-5 pour les nouvelles installations). L'évaluation monétaire du coût économique du bruit en termes d'économie publique se fait à partir du modèle hédoniste de formation des prix. Ce modèle permet, grâce à l'analyse du prix des loyers dans des zones résidentielles diversement exposées au bruit, de déterminer une disposition à payer pour la ré-

duction des nuisances sonores. Des études effectuées sur ce point en Suisse et à l'étranger montrent que le loyer augmente d'environ un pour cent lorsque le niveau sonore diminue d'un décibel (coefficient de loyer).

Le modèle comporte **deux étapes** tenant compte de l'état du projet de protection et du degré d'approfondissement requis:

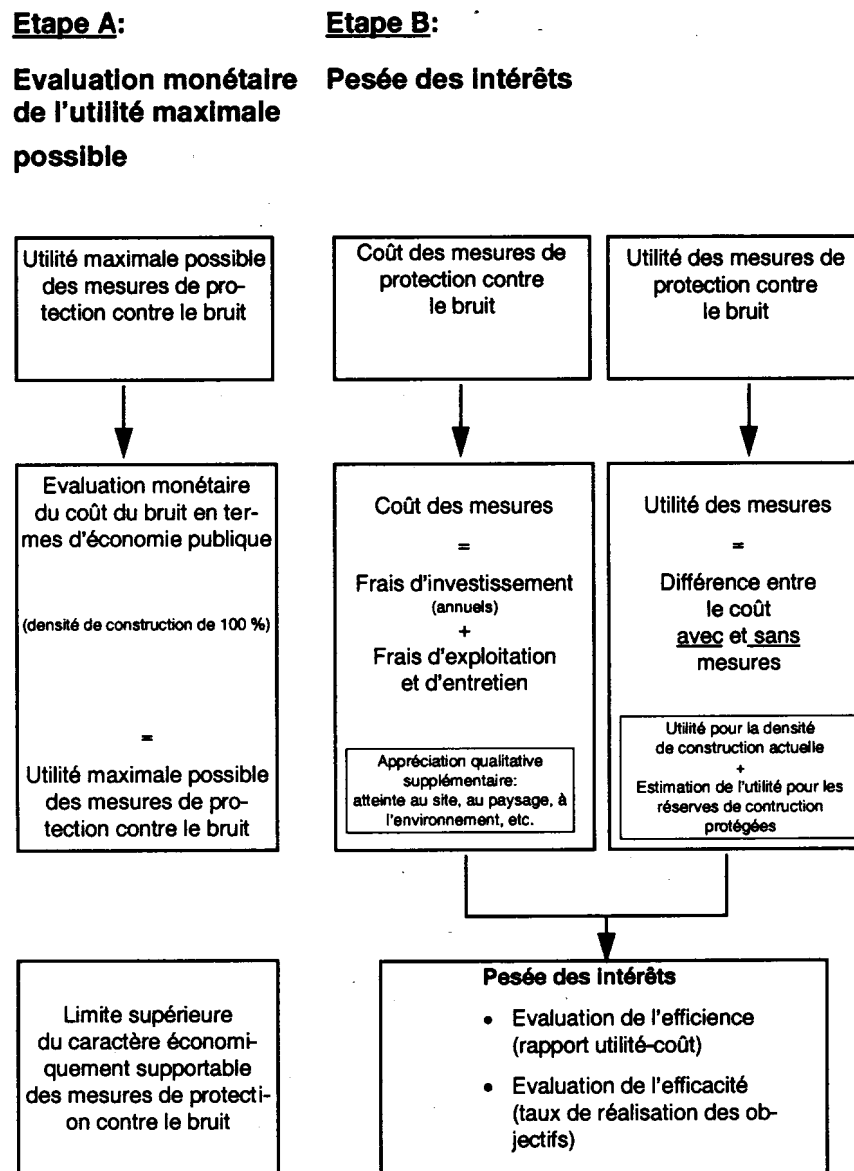


Schéma représentant les étapes A et B du modèle

Etape A: évaluation monétaire de l'utilité maximale possible

Il s'agit de dégager l'utilité maximale possible en termes d'économie publique des mesures de protection contre le bruit qui peuvent être prises au sein d'une zone présentant des dépassements de valeurs limites, **indépendamment** de toute mesure concrète. L'utilité maximale possible est obtenue lorsque les nuisances sonores sont inférieures d'au moins 5 dB(A) aux valeurs limites légales, c'est-à-dire lorsque les coûts en termes d'économie publique sont évités. En ce sens, l'utilité maximale possible correspond au coût du bruit en termes d'économie publique, coût qui est calculé à l'aide de l'approche hédoniste de formation des prix sur la base des surfaces de zones à bâtir présentant des dépassements de valeurs limites. Etant donné qu'il peut s'agir aussi bien de zones construites que non construites, il faut tenir compte d'une densité de construction de 100%. L'étape A a pour objet d'apporter les premiers éléments d'information permettant d'évaluer approximativement les coûts maximum des mesures de protection contre le bruit. Le coût du bruit en termes d'économie publique ainsi obtenu est identifié comme le **niveau maximal du caractère économiquement supportable et de la proportionnalité de la protection contre le bruit**.

Etape B: pesée des intérêts

L'étape B a pour objet la pesée des intérêts en présence d'un point de vue économique. L'efficacité et l'efficacités des mesures de protection contre le bruit seront déterminées.

- Le calcul de l'**efficacités** s'effectue en rapportant le coût des mesures à leur utilité (efficacités = rapport utilité-coût). L'efficacités sert également d'étalon pour apprécier le caractère économiquement supportable des mesures.

Les coûts dont il faut tenir compte ici sont les frais d'investissement ainsi que tous les frais d'exploitation et d'entretien, calculés en valeur annuelle. L'évaluation qualitative des coûts est justifiée lorsqu'il est nécessaire de modifier un projet en fonction d'intérêts prépondérants relevant de la protection des sites et du paysage.

- L'**efficacités** correspond au taux de réalisation des objectifs. Elle indique le degré de protection atteint par rapport aux exigences légales (respect des valeurs limites d'exposition).

Le diagramme efficacité/efficacités permet de visualiser la relation existant entre l'efficacités et l'efficacités. Il donne pour chaque mesure préconisée, en fonction du résultat de la pesée des intérêts, une recommandation quant à la finalisation ou non du projet.

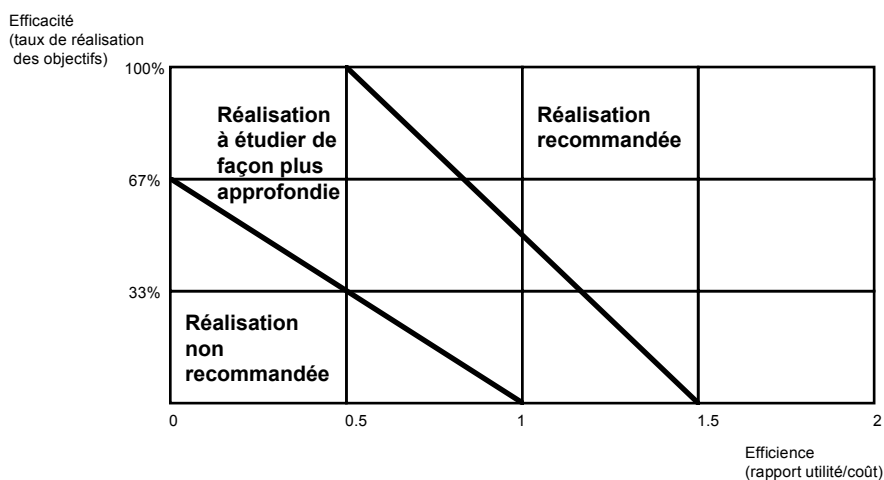


Diagramme efficacité/efficacités

1 Introduction

1.1 Problématique

La législation sur la protection de l'environnement (art. 11, 17 et 25 LPE) et notamment les prescriptions relatives à la protection contre le bruit (art. 7 à 10 et art. 14 OPB) utilisent deux notions, à savoir le qualificatif de « économiquement supportable » et le terme de « proportionnalité », qui ne sont par ailleurs ni précisées ni définies.

A partir de quel moment une mesure de protection contre le bruit cesse-t-elle d'être « économiquement supportable » et où commence et finit la proportionnalité? Il n'existe à ce jour aucun critère sérieux permettant de qualifier avec certitude le caractère « économiquement supportable » ou la « proportionnalité » des mesures de protection contre le bruit. Il n'existe pas non plus de critères d'appréciation analogues dans d'autres domaines de la protection de l'environnement. La présente étude est donc destinée à combler ce vide.

A l'heure où les deniers publics diminuent et où le débat politique sur le rapport utilité-coût des mesures de protection de l'environnement s'accroît, il importe plus que jamais de savoir jusqu'à quel point les mesures découlant de la loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE) et de l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) sont « économiquement supportables » et « proportionnées ».

1.2 Objectifs

Le rapport d'expertise qui suit vise à éclaircir le sens juridique et économique des notions de « caractère économiquement supportable » et de « proportionnalité » et à fixer les paramètres nécessaires à leur appréciation. Ce travail permettra de déterminer la marge de manœuvre existante à l'intérieur du cadre juridique actuel pour l'exécution des prescriptions de protection contre le bruit.

Plus concrètement, la présente étude vise à trouver un procédé, ou modèle, d'objectivation permettant de juger au cas par cas, pour des projets spécifiques, si l'application des prescriptions légales est économiquement supportable et proportionnée. Ce modèle devra permettre une appréciation objective en fonction des exploitants d'installation et des genres de bruit concernés, dans le cadre de nouvelles installations, d'installations modifiées ou d'assainissements. Il servira d'outil d'appréciation aux demandeurs de permis de construire, aux chargés de projets, aux personnes affectées par le bruit et aux responsables d'exécution.

1.3 Structure de la présente étude

Le rapport suivant est subdivisé en deux parties.

La première partie fixe la base théorique. Les éléments juridiques et économiques nécessaires à l'établissement du modèle seront analysés et développés.

La seconde partie constitue l'aide à l'exécution proprement dite. Conçue à la manière d'un mode d'emploi, elle comporte, outre une introduction d'ordre méthodologique au modèle, une description détaillée des étapes à suivre ainsi que des conseils pour l'interprétation des résultats.

Première partie: bases théoriques

Concepts	chapitre 2
Analyse juridique	
Analyse économique	
Acoustique	chapitre 3
Coût des mesures de protection contre le bruit	chapitre 4
Utilité des mesures de protection contre le bruit	chapitre 5
Evaluation monétaire grâce à la méthode hédoniste de formation des prix	chapitre 6

Deuxième partie: aide à l'exécution

Modèle (postulat et concepts)	chapitre 7
Explication détaillée des étapes	chapitre 8

Annexe

Exemples d'application:
- Mesures contre le bruit de la circulation routière: Aarwangen
- Mesures contre le bruit des chemins de fer: Rheinfelden
- Mesures contre le bruit d'une installation de tir: Hilterfingen
Avis de droit (texte intégral)

Partie I

Bases théoriques

2 Notions de caractère économiquement supportable et de proportionnalité

2.1 Analyse juridique

Résumé de l'avis de droit de K.L. Fahrlander¹.

Dans le droit en vigueur, le « caractère économiquement supportable » et la « proportionnalité » des mesures de protection contre le bruit sont définis presque exclusivement par des *notions juridiques indéterminées* (caractère économiquement supportable, disproportionné, intérêts publics prépondérants, charge disproportionnée, entrave excessive à l'exploitation ou frais disproportionnés) (cf. art. 11, 2e al. LPE, art. 17, 1er al. LPE, art. 25, 2e al. LPE, art. 7, 8, 13 et 14 OPB). La présente étude fournit donc un modèle capable de conférer un sens concret aux notions de « caractère économiquement supportable » et de « proportionnalité ».

2.1.1 Les trois niveaux de la stratégie de protection contre le bruit

La législation en matière de protection de l'environnement est fondée sur une stratégie de protection contre le bruit à trois niveaux. En application du principe de prévention, partout applicable dans le droit relatif à la protection de l'environnement (art. 1, 2e al. 2 LPE), les émissions doivent être limitées à la source, à titre préventif et indépendamment de leur importance, dans la mesure que permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable (art. 11, 2e al. LPE). Si cela ne suffit pas à éviter des atteintes nuisibles ou incommodantes, les valeurs limites d'immissions devront être respectées en principe au moyen d'une limitation plus sévère des émissions (deuxième niveau) (art. 11, 3e al. LPE, règle fondamentale). Des mesures passives d'isolation acoustique des bâtiments n'entrent en ligne de compte que pour les installations publiques ou concessionnaires, et seulement si l'on déroge à la règle fondamentale et si l'on accorde des allègements (art. 17 LPE, art. 25, 2e al. LPE, art. 7 à 10 OPB, art. 13 à 15 OPB). Les trois niveaux s'appliquent aux notions juridiques indéterminées contenues dans le droit relatif à la protection de l'environnement. Cependant, la limitation plus sévère des émissions (deuxième niveau) a lieu sans intervention des notions juridiques indéterminées jusqu'à ce que des allègements soient accordés. On peut donc en conclure que les notions juridiques indéterminées à analyser concernent la prévention et les allègements. Elles s'appliquent aux nouvelles installations (art. 25 LPE), aux installations modifiées (art. 8 OPB) et aux assainissements (art. 16 sv. LPE). A cet égard, comme il n'existe de disposition spéciale que pour les installations (notamment) modifiées (art. 8, 2e al. OPB), la présente étude n'établit de distinction qu'entre les nouvelles installations et l'assainissement (lorsque cette distinction est nécessaire). La terminologie utilisée dans la législation relative à la protection de l'environnement pour déterminer l'ampleur des mesures de protection contre le bruit et le degré de rigueur admissible se rattache à ce principe des trois niveaux (premier

¹ Le texte intégral de l'avis de droit figure à l'annexe 5.

niveau, caractère économiquement supportable; deuxième niveau, proportionnalité; troisième niveau, intérêts prépondérants).

2.1.2 Caractère économiquement supportable

La notion de caractère économiquement supportable sert, dans le cadre de la prévention, à déterminer, parmi plusieurs mesures techniques et mesures d'exploitation entrant en ligne de compte pour limiter les émissions, celle qui s'impose dans le cas d'espèce. Pour des installations publiques ou concessionnaires, il y a lieu de déterminer la mesure de la prévention au moyen d'une pesée des intérêts en présence. Pour les installations privées au contraire, il faut procéder à une analyse de proportionnalité (au sens strict du terme) sur la base d'une comparaison avec une entreprise standard saine du secteur économique concerné.

2.1.3 Proportionnalité

La législation relative à la protection contre le bruit utilise (avec des nuances diverses) la notion de proportionnalité. Il s'agit d'un exemple atypique de recours au principe constitutionnel tacite de la proportionnalité. En l'occurrence, les contenus partiels de ce principe que sont l'aptitude et la nécessité n'ont guère de pertinence car les dispositions de protection contre le bruit sont généralement appropriées et par ailleurs indispensables pour faire prévaloir le droit de la population à être protégée. Ainsi demeure pour les installations privées la proportionnalité au sens strict du terme et, avec elle, la question de savoir s'il y a disproportion, pour le propriétaire de l'installation tenu d'assurer une protection contre le bruit, entre l'objectif de l'intervention (protection contre le bruit) et l'effet de cette intervention (limitation des émissions réalisable). Par contre, pour ce qui est des installations publiques ou concessionnaires, la comparaison nécessaire des intérêts publics en présence étendrait de manière inadmissible l'analyse de la proportionnalité au sens strict du terme. Cette comparaison doit donc s'effectuer dans le cadre d'une pesée des intérêts en présence. C'est dire que, dans le cas d'installations privées, l'importance du principe constitutionnel de la proportionnalité se limite essentiellement à une analyse de proportionnalité au sens strict du terme.

2.1.4 Pesée des intérêts

Pour déterminer le caractère économiquement supportable et la proportionnalité des mesures de protection contre le bruit, ce sera en premier lieu, pour les installations publiques tout au moins, la pesée des intérêts publics et privés en présence qui sera déterminante. La pesée des intérêts, opérée par le juge ou par les autorités, doit permettre de cerner concrètement le champ d'action des normes juridiques et des biens juridiques à l'intérieur du cadre fixé par la législation. Ce faisant, il ne faudra pas se limiter à une pesée des intérêts concrets des participants mais aussi comparer, en premier lieu, des dimensions idéelles et normatives. A cet égard, donc, la pesée des intérêts est aussi une pesée de biens, laquelle ne peut être effectuée abstraitement car les biens juridiques ne peuvent être classés dans une hiérarchie fixe de valeurs. Il faut donc tenter, en procédant à un inventaire des intérêts contradictoires et en y incorporant des alternatives, de pondérer et d'optimiser les intérêts en présence. Pour les installations publiques, ce processus d'optimisation comporte une composante d'économie publique non négligeable; il se rapproche d'une procédure tendant à déterminer l'efficacité économique d'alternatives. Dans le cadre de la pesée des intérêts, on

recherchera aussi le point d'intersection entre utilité limite et coût limite. Ce faisant, on veillera à ce que les intérêts en présence soient pondérés, en raison surtout des prescriptions de la constitution et de la législation (règle fondamentale), et l'on tiendra compte du fait que le processus d'optimisation est dès lors influençable (en raison de décisions politiques).

2.1.5 Installations privées, installations publiques

La déduction (dogmatique) des notions juridiques indéterminées figurant dans le droit relatif à la protection de l'environnement et permettant de déterminer le caractère économiquement supportable et la proportionnalité des mesures de protection contre le bruit prouve qu'il faut établir une distinction, d'une manière qui n'apparaît pas directement dans la législation, entre les installations privées et les installations publiques. En ce qui concerne les installations privées, la prévention, dès lors que l'on ne peut de toute façon se fonder sur les valeurs de planification, doit être mesurée en comparaison avec une entreprise standard du secteur économique concerné. Les allègements doivent être accordés sur la base d'une analyse de proportionnalité au sens strict du terme. En ce qui concerne les installations publiques, on doit recourir à l'analyse de proportionnalité dans tous les cas.

Du point de vue juridique, la modélisation de paramètres permettant de déterminer les allègements dans le cas d'installations fixes bruyantes, *publiques ou concessionnaires*, n'est pas seulement admissible; elle s'impose pour optimiser la nécessaire pesée des intérêts. Les critères de pesée des intérêts valables d'un point de vue juridique seront ceux qui se rapprocheront - sous réserve de pondération des intérêts en présence - de la *détermination du point optimal commun entre le coût limite et l'utilité limite* telle qu'on la pratique en économie publique. En outre, il faudra inclure dans la modélisation des paramètres recherchés la hiérarchisation des mesures de protection contre le bruit mentionnée à l'article 17, 2e alinéa OPB (évaluation de l'urgence des mesures), ainsi que les prescriptions figurant aux articles 10, 2e alinéa, lettre b, 14, 1er alinéa, lettre b et 15, 3e alinéa, lettre b de l'OPB (protection des sites, de la nature et du paysage, sécurité de la circulation et de l'exploitation, défense générale, affectation des locaux).

2.1.6 Conséquences pour le modèle

Le modèle à mettre au point ne porte pas sur la règle générale mais sur les *exceptions*, à savoir sur les allègements qui peuvent être, comme l'indiquent les articles 7 et 25 LPE, accordés « dans certains cas particuliers ».

Lorsqu'un allègement est sollicité, l'appréciation en termes juridiques du caractère économiquement supportable et de la proportionnalité doit avoir lieu d'après les critères suivants:

Niveaux de la stratégie de protection contre le bruit prévu par l'OPB	Critères d'évaluation du caractère économiquement supportable et de la proportionnalité des mesures de protection contre le bruit	
	Installations privées	Installations publiques / concessionnaires
Prévention (1er niveau)	Analyse de proportionnalité au sens strict du terme (comparaison avec une entreprise standard)	Pesée des intérêts en présence
Limitation plus sévère des émissions (2e niveau)	Analyse de proportionnalité au sens strict du terme (rapport protection/effets)	Pesée des intérêts en présence
Isolation acoustique des bâtiments existants (3e niveau)	---	Pesée des intérêts en présence

Figure 2-1: Critères d'évaluation des mesures de protection contre le bruit en termes juridiques

Pour l'octroi d'allègements, il importe en particulier de savoir si les mesures de protection contre le bruit répondent adéquatement aux objectifs de protection fixés par la législation. Le critère déterminant à cet égard est l'efficacité des mesures concernées (taux de réalisation des objectifs).

2.2 Analyse économique

2.2.1 Installations privées, installations publiques

Comme l'indique le tableau 2-1, l'évaluation du caractère économiquement supportable et de la proportionnalité pour les *installations privées* doit être une étude de proportionnalité au sens strict du terme. Cette dernière doit consister soit en une comparaison avec une entreprise standard saine (niveau 1), soit en une analyse du rapport protection/effets (niveau 2). Dès lors, les critères d'analyse décisifs en la matière sont des critères relevant de l'économie d'entreprise, les paramètres d'économie publique utilisés pour fixer des mesures de protection ou accorder des allègements étant, quant à eux, relégués au second plan. Or, comme nous le verrons plus loin (chap. 2.2.2.2), une étude de proportionnalité fondée strictement sur des critères relevant de l'économie d'entreprise sort du cadre de la présente étude car la définition des paramètres pertinents (entreprise standard saine) est une tâche extrêmement complexe. Il faut donc renoncer à traiter le cas des installations privées dans la présente étude.

Pour les installations *publiques ou concessionnaires*, en revanche, la question du caractère économiquement supportable et de la proportionnalité (notions réunies ci-après sous le vocable unique de « caractère économiquement supportable » est au coeur de l'interrogation sur l'ampleur des exigences légales de protection contre le bruit. Cette question est traitée dans l'étude suivante sous la forme d'une pesée d'intérêts.

Tant du point de vue économique que du point de vue juridique, la notion abstraite de caractère économiquement supportable offre une marge d'interprétation importante. A notre

connaissance, la seule analyse économique existante sur ce point est celle réalisée par Stadler² en 1986, postérieurement à l'introduction de la loi sur la protection de l'environnement afin d'éclaircir la signification économique de cette notion. Schrade³ a repris cette étude dans son commentaire sur la loi sur la protection de l'environnement. La présente étude s'appuie elle aussi sur les conclusions de Stadler, qu'elle présente en les développant.

2.2.2 Appréciation en termes d'économie d'entreprise ou en termes d'économie publique?

D'un point de vue économique, il s'agit surtout de savoir si la notion de « mesures de protection contre le bruit économiquement supportables » relève de l'économie d'entreprise ou de l'économie publique. En effet, les critères d'appréciation diffèrent radicalement suivant l'optique choisie:

- Si l'on se place dans l'optique de *l'économie d'entreprise*, l'analyse reste limitée à la seule institution ou à entreprise tenue de financer la ou les mesures de protection.
- Si au contraire on se place dans l'optique de *l'économie publique*, le caractère économiquement supportable dépend de l'ensemble des conséquences socio-économiques. Le cadre de l'analyse est donc l'économie publique prise dans sa globalité.

2.2.2.1 Caractère économiquement supportable en termes d'économie publique

Analysée en termes d'économie publique, le caractère économiquement supportable ne dépend pas seulement des coûts et de l'utilité au sein d'une exploitation et d'un acteur ou d'acteurs donnés (coûts et utilité internes) mais aussi des coûts et de l'utilité qui incombent ou bénéficient aux tiers ou à la société dans son ensemble (coûts et utilité externes). Le point de départ d'une telle analyse est en effet le système socio-politique dans lequel on évolue, lequel est porteur d'un idéal, à savoir l'accroissement du bien-être ou de la qualité de la vie. De cet idéal découle la formule magique des six objectifs clés de la politique économique: la croissance économique, le plein emploi, l'équilibre social, la stabilité des prix, la qualité de l'environnement et l'équilibre des échanges extérieurs⁴. Les coûts et l'utilité des mesures de protection contre le bruit doivent donc être mesurés à l'aune de ces objectifs de politique économique.

L'analyse du caractère économiquement supportable en termes d'économie publique doit prendre en compte tous les effets cités précédemment. Elle doit mettre en balance tout ce que le domaine étudié compte de succès (lesquels sont des progrès sur la voie de l'idéal à atteindre) et tout ce que le domaine compte d'échecs (considérés comme des obstacles à la réalisation de l'idéal). Dans cette pesée, les coûts (obstacles, échecs) ne doivent pas l'emporter sur l'utilité (qui est la somme de tous les succès). Autrement dit, une mesure de protection contre le bruit n'est supportable en termes d'économie publique que si son utilité en termes d'économie publique se révèle supérieure à ses coûts en termes d'économie publique.

² Stadler Th. 1986: Die wirtschaftliche Tragbarkeit im Umweltschutzgesetz - Ein Beitrag zur Klärung des Begriffs aus ökonomischer Sicht, Bundesamt für Umweltschutz (heute : BUWAL), Dienst für Umweltplanung und -ökonomie, 12. November 1986 (internes Papier)

³ Schrade A. 1987: Kommentar zum Umweltschutzgesetz, Band 2, Art. 11, S. 19ff

⁴ Frey R.L.: Wirtschaft, Staat und Wohlfahrt, Basel/Frankfurt-am-Main, 1994, S. 91

Cette définition est proche de l'interprétation juridique selon laquelle le caractère économiquement supportable équivaut à une pesée d'intérêts, c'est-à-dire à un processus pondéré d'optimisation des intérêts particuliers et des intérêts publics.

Pour peser les intérêts affectés par les mesures de protection contre le bruit, il faut disposer de critères de mesure politiques et sociaux qui permettent de mesurer l'effet de ces mesures de protection contre le bruit. Néanmoins, il n'existe pas, pour mesurer la disposition à abaisser les exigences (coûts) ou à dépasser les objectifs fixés (utilité), de système d'évaluation qui soit généralement reconnu et dès lors susceptible de faire foi. C'est pourquoi la création de ce cadre normatif doit être entreprise.

2.2.2.2 *Caractère économiquement supportable en termes d'économie d'entreprise*

L'étude du caractère économiquement supportable en termes d'économie d'entreprise requiert une étude au niveau de la seule entreprise. A la question de savoir quelles mesures de protection contre le bruit sont économiquement supportables pour une entreprise, on ne peut répondre qu'au vu du potentiel économique de l'entreprise elle-même. L'inconvénient notable de cette optique réside dans le fait qu'elle contredit le critère de l'égalité de traitement en matière de protection contre le bruit et qu'elle tend à favoriser la perpétuation des structures existantes: les entreprises en bonne santé risquent de se voir imposer des critères plus sévères que les entreprises en difficulté quant au caractère économiquement supportable des mesures requises.

Dans une analyse en termes d'économie d'entreprise, c'est la capacité de survie de l'entreprise qui représente le seuil critique d'admissibilité des mesures envisagées. Ce seuil critique peut être déterminé en fonction des gains de l'entreprise et de ses liquidités. Ainsi, du point de vue de l'économie d'entreprise, une mesure de protection contre le bruit n'est économiquement supportable que si l'entreprise peut continuer à réaliser des gains garantissant sa pérennité et si l'application de cette mesure de protection ne la prive pas de ses liquidités.

Encore faut-il préciser que dans un système d'économie de marché, ni la notion de *gains* ni celle de *liquidités* ne sont objectivement quantifiables. A notre avis, une analyse effectuée du point de vue de l'économie d'entreprise sur la base des gains et des liquidités de l'entreprise est un procédé inadéquat dans la pratique, et ce pour plusieurs raisons:

- Elle ne prend en compte que le potentiel économique individuel de l'entreprise sans comparaison avec d'autres entreprises du même secteur économique. Dès lors, le principe qui sous-tend l'obligation d'assainissement ne peut être appliqué de manière équitable. En effet, dans ce cas, les entreprises jugées économiquement faibles seront largement dispensées des mesures de protection contre le bruit, ce qui aura pour effet de perpétuer la structure existante, retombée quant à elle très discutable du point de vue de la politique de la concurrence.
- Une telle méthode d'analyse comporte aussi des problèmes pratiques intrinsèques: comment en effet calculer les gains espérés et les liquidités d'une entreprise? Pour ce faire, il serait déraisonnable de tabler uniquement sur les données fournies par l'entreprise elle-même car cette dernière dispose toujours d'une certaine liberté au niveau du facturier. Pour avoir une image fiable de la situation de l'entreprise, il faudrait, selon les cas, effectuer une analyse financière poussée, ce qui représenterait une somme de travail considérable.

- Le critère des gains n'est pas utilisable pour les entreprises publiques ou concessionnaires puisque celles-ci ne travaillent pas uniquement dans une optique de profit: leur vocation est en effet aussi de fournir des prestations d'utilité publique (exemple: les CFF, les entreprises de transport concessionnaires, les PTT). Or, les exploitants d'installations bruyantes telles que les routes, les chemins de fer ou les installations de tir sont justement pour la plupart des entreprises publiques ou concessionnaires (Confédération, cantons, communes, CFF, entreprises de transport concessionnaires, etc.). Pour toutes ces institutions, donc, le critère des gains est inutilisable.
- Les chiffres disponibles dans le cadre de l'économie d'entreprise ne tiennent pas compte des coûts externes de l'activité économique.

L'analyse en termes d'économie d'entreprise du caractère économiquement supportable doit être élargie au moyen d'une comparaison avec une *entreprise standard*. Ce faisant, on partirait du potentiel économique d'une entreprise fictive dotée d'une assise saine, d'équipements de production modernes et d'un management compétent. Par ailleurs, cette *entreprise standard* ne pourrait être un étalon pertinent qu'en ayant été définie comme établissement-type du secteur d'activité concerné. Le caractère économiquement supportable des mesures de protection contre le bruit serait alors mesuré pour cette entreprise standard d'après les critères cités plus haut (gains et liquidité) et le résultat obtenu donnerait une norme pour l'ensemble du secteur économique concerné. Cette manière de procéder fournirait certes une base d'appréciation objective. Toutefois, cette méthode serait elle aussi problématique puisque la définition même de l'entreprise standard est une tâche laborieuse et compliquée. Une telle démarche est donc à exclure dans le cadre de la présente étude.

2.2.2.3 Conclusions

La manière de considérer le caractère économiquement supportable des mesures de protection contre le bruit varie donc considérablement selon l'optique choisie - économie publique ou économie d'entreprise. Cet écart de perception provient de ce que, dans l'optique de l'économie d'entreprise, les *effets externes* du bruit ne sont pas pris en compte. Ces effets traduisibles en termes de coûts ou d'utilité ne sont pas imputés à l'auteur du bruit (exploitant de l'installation) mais à des tiers (riverains, voisins) ou à la collectivité.

Le bruit a pour particularité de ne générer pratiquement que des coûts externes. Or, ces coûts n'apparaissent pas dans la comptabilité de l'entreprise auteur du bruit car ce dernier, ou plus exactement le bien d'environnement qu'est la tranquillité, n'a pas de prix exprimable en termes monétaires. Les exploitants d'installations peuvent ainsi répercuter les coûts générés par leurs installations sur la collectivité, autrement dit à l'échelon de l'économie publique.

Le fait de ne pas prendre en compte les coûts externes conduit à une fixation des prix erronée. En termes d'économie publique, on ne peut influencer sur l'utilisation des ressources au moyen des prix et n'en tirer une utilité maximale possible que si *tous* les coûts, autrement dit les coûts internes *et* les coûts externes, sont pris en compte, autrement dit internalisés. Dès lors, si l'on tient compte de l'objectif de croissance qualitative, l'optique de l'économie publique est clairement préférable à celle de l'économie d'entreprise pour analyser le caractère économiquement supportable des mesures de protection contre le bruit.

L'insuffisance de l'analyse en termes d'économie d'entreprise vient de ce qu'elle ne tient compte que des coûts générés par les mesures de lutte contre le bruit (du point de vue de l'exploitant de l'installation) sans faire cas de leur utilité (du point de vue des personnes affectées par le bruit).

2.2.3 La pesée des intérêts du point de vue économique

L'analyse juridique conclut que pour les installations publiques ou concessionnaires, l'appréciation du caractère économiquement supportable passe par une pesée pondérée des intérêts publics et des intérêts privés⁵. Cette pesée des intérêts ne peut être effectuée qu'en termes d'économie publique. Dès lors, le critère d'appréciation obligatoire est celui du caractère économiquement supportable *en termes d'économie publique*.

Du point de vue économique, la pesée des intérêts vise à fixer la mesure de protection contre le bruit qui, en termes d'économie publique, offrira un degré d'utilité maximal pour un coût minimal, tout en répondant du mieux possible aux prescriptions légales.

Dès lors, il convient de souligner deux éléments qui sont d'une égale importance pour la pesée des intérêts.

D'une part, la pesée des intérêts consiste à comparer le coût limite et l'utilité limite des mesures de lutte contre le bruit pour l'économie publique. Le rapport utilité-coût ainsi obtenu permet de jauger le caractère économiquement supportable des mesures en termes d'économie publique et il est également défini ici comme critère *d'efficacité* des mesures de protection.

D'autre part, l'évaluation de l'efficacité des mesures fait elle-même partie de la pesée des intérêts: dans quelle mesure les objectifs prescrits par la législation sont-ils atteints? La réponse à cette question nous donne le taux de réalisation des objectifs, qui décrit l'efficacité des mesures.

Le schéma suivant illustre la relation entre le concept juridique et le concept économique applicable aux installations publiques ou concessionnaires.

⁵ L'analyse juridique révèle que la question du caractère économiquement supportable et de la proportionnalité des mesures de protection contre le bruit ne se pose que lorsque l'exploitant de l'installation bruyante requiert un allègement des prescriptions légales.

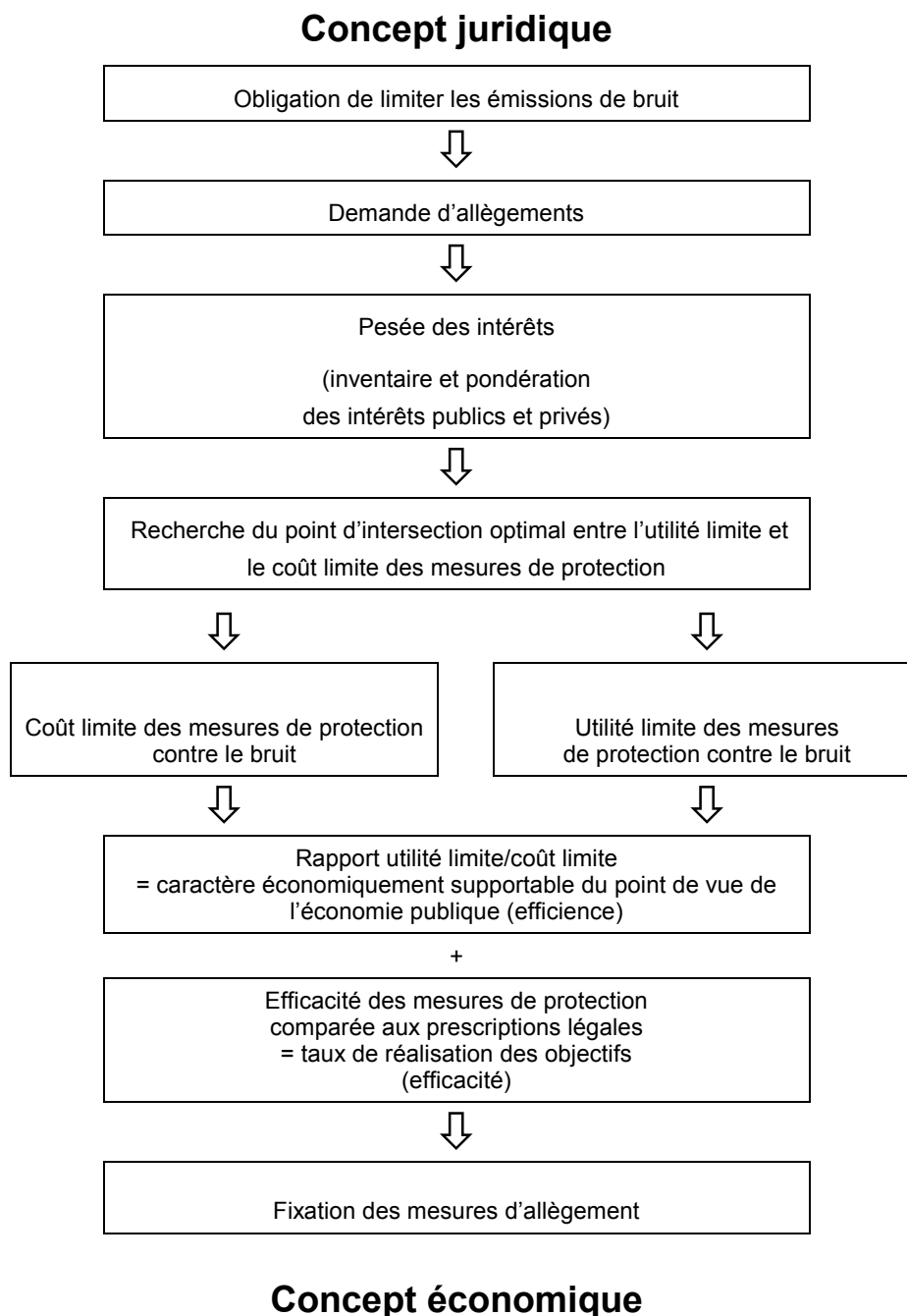


Figure 2-2: Relation entre le concept économique et le concept juridique pour les installations publiques ou concessionnaires

2.2.4 Coût limite et utilité limite

Par *coût limite* de la protection contre le bruit, il faut entendre le coût à consentir pour la réduction d'une unité supplémentaire (par ex. 1 dB(A)).

Par *utilité limite* de la protection contre le bruit, il faut entendre l'utilité que représente chaque unité de bruit supprimée pour les personnes affectées.

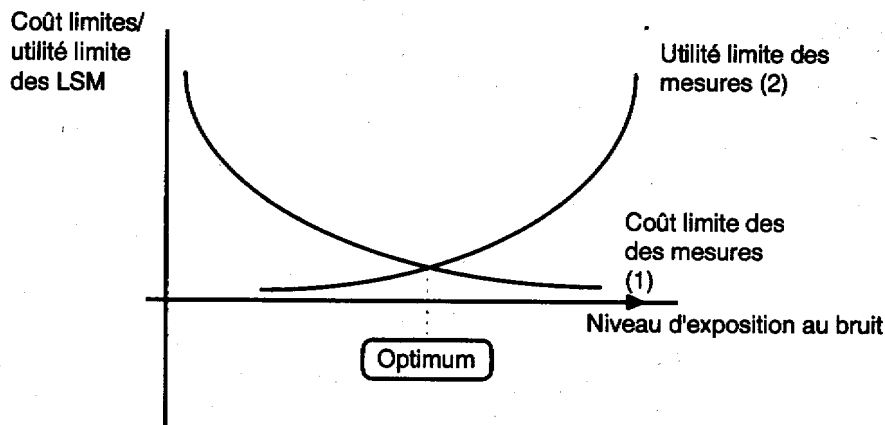


Figure 2.3: Optimum de protection contre le bruit du point de vue économique

Le tracé de la courbe du coût limite (1) montre que pour un niveau d'exposition au bruit élevé, la suppression d'une unité de bruit est relativement bon marché. Au contraire, plus le niveau d'exposition au bruit est bas, plus la réduction d'une unité de bruit revient cher. Examinée d'un autre point de vue, la courbe montre que le coût de la protection contre le bruit s'élève de manière disproportionnée au fur et à mesure de l'augmentation des mesures de protection.

Symétriquement, l'aspect de la courbe de l'utilité limite (2) montre que plus l'exposition au bruit est importante, plus la protection contre le bruit acquiert de la valeur. En effet, plus l'exposition au bruit est importante, plus l'utilité par unité de protection s'accroît. Lorsque le niveau d'exposition diminue, l'utilité par unité diminue de manière disproportionnée.

Du point de vue économique, l'exposition au bruit « optimale » se trouve au point où le coût limite et l'utilité limite sont égaux, autrement dit au point d'intersection des deux courbes (cf. fig. 2-3). Toute protection supplémentaire (à gauche de l'optimum) engendre des coûts plus élevés qu'elle n'est utile. En revanche, lorsque l'exposition au bruit est élevée (à droite de l'optimum), toute mesure supplémentaire vaut la peine d'être prise car son utilité est supérieure aux coûts qu'elle engendre.

Le degré optimal de protection se trouve là où le coût limite des mesures de protection est égal à l'utilité limite. Nous considérons cet optimum du point de vue de l'économie publique comme le seuil du caractère économiquement supportable des mesures de protection contre le bruit et par là même comme le seuil d'efficacité de ces mesures.

Tracé des courbes

Le tracé des deux courbes dépend des conditions locales et des mesures de protection prises dans la zone concernée par le projet. Si dans une zone sujette à assainissement la

protection contre le bruit se révèle particulièrement chère (par ex. lorsque les conditions topographiques posent des difficultés spécifiques ou lorsque les volumes de construction sont complexes), la courbe du coût limite se déplace vers le haut: dans ces circonstances en effet, l'abaissement de l'exposition au bruit entraîne des coûts plus élevés.

De même, pour un niveau d'exposition au bruit identique, l'utilité des mesures de protection peut varier. Dans une zone sujette à assainissement densément peuplée, la courbe d'utilité limite se déplacera vers la gauche car une même mesure protégera davantage d'habitants que dans une région faiblement peuplée et sera dès lors d'une utilité supérieure. Inversement, plus la courbe d'utilité est raide, plus la valeur accordée à la tranquillité (ou aux mesures de réduction du bruit) est grande.

Coût limite - Coût total

Le tracé de la courbe du coût limite pour la protection contre le bruit (cf. fig. 2-3) n'est généralement défini que par deux valeurs de référence: le coût avec mesures de protection et le coût sans mesures de protection. Parfois, cependant, il existe des variantes du projet qui peuvent fournir des points supplémentaires de la courbe. De la sorte, l'étude du coût limite se transforme en une étude particulière du coût total pour des variantes de protection données.

De même, l'utilité des mesures de protection ne peut être démontrée que pour des variantes de protection données et non pas pour des étapes particulières (pas par dB(A), par ex.). Ainsi, comme pour les coûts, l'utilité limite devient « utilité totale »: un projet de protection contre le bruit a un prix donné (coût total) et permet la réduction d'un certain nombre de dB(A) pour un nombre déterminé d'intéressés (utilité totale).⁶

2.2.5 Conséquences pour le modèle

La pesée des intérêts dont l'analyse juridique a révélé la nécessité est effectuée, dans le modèle, en vertu des deux critères découlant de l'analyse économique qui précède, à savoir les critères d'efficacité et d'efficacités.

- Par *efficacité*, on entend le rapport entre l'utilité et le coût en termes d'économie publique des mesures de protection contre le bruit.
- Par *efficacités* (= taux de réalisation des objectifs), on entend l'efficacité des mesures en comparaison des prescriptions légales.

Etant donné que pour les exploitants d'installations privées, les mesures de protection contre le bruit doivent être évaluées selon d'autres critères (critères propres à l'économie d'entreprise) un modèle incluant une pesée des intérêts en termes d'économie publique ne pourra être appliqué sans réserves qu'aux *installations publiques ou concessionnaires*.

⁶ Etant donné ce parallèle, nous utiliserons dans la suite de ce rapport les seuls termes de *coût* et d'*utilité* pour désigner le coût limite et l'utilité limite.

3 Acoustique

3.1 Gêne provoquée par le bruit

En termes d'économie publique, des coûts se forment lorsque le bruit est ressenti par l'être humain comme une gêne ou lorsqu'il porte atteinte à sa santé. Quant à la question de savoir à partir de quelle intensité et dans quelles circonstances le bruit devient indésirable, elle n'a pas une mais de multiples réponses, selon les conditions individuelles, sociales et économiques (caractéristiques du bruit, niveau d'exigences). Bien que la notion de nuisances sonores soit une notion subjective, il existe un lien scientifiquement démontrable entre l'exposition au bruit objectivement mesurable et la gêne ressentie subjectivement.

Des études médicales et socio-psychologiques portant sur divers genres de bruit ont démontré que la proportion de personnes fortement gênées par un faible niveau sonore est pratiquement constant; que presque tout le monde est fortement incommodé lorsque le niveau sonore est élevé; et qu'entre ces deux extrêmes, on constate une augmentation très rapide de la gêne en cas d'accroissement du niveau sonore. On obtient ainsi la courbe en S ci-dessous (figure 3-1), largement prise en compte pour l'établissement des valeurs limites d'exposition telles que les définit l'OPB.

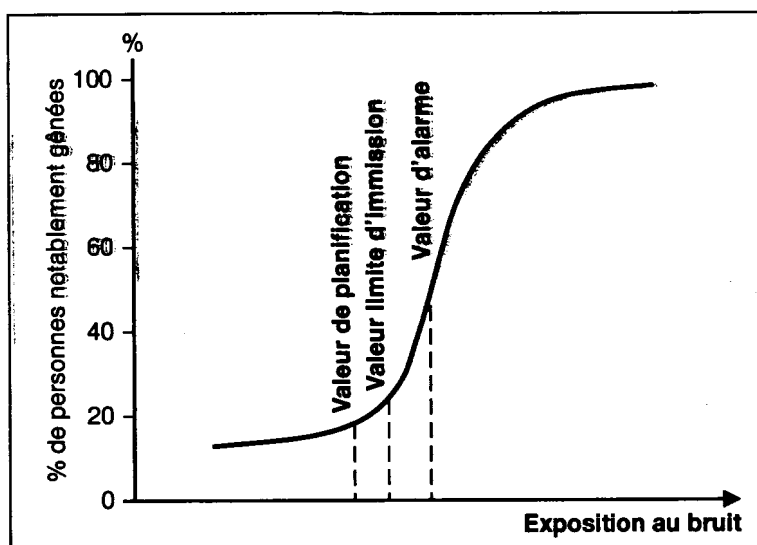


Figure 3-1: Proportion des personnes fortement gênées en fonction de l'exposition au bruit

Le rapport illustré ci-dessus a non seulement été mis à jour par diverses études effectuées dans le cadre de la Commission fédérale pour l'évaluation des valeurs limites d'immission pour le bruit mais également confirmé par les conclusions plus récentes du PNR 26 (Etude de bruit 90), qui a établi les relations acoustiques et sociologiques du bruit dans le cadre d'une étude sur le bruit de l'aviation⁷.

⁷ Oliva C. 1993: Lärmstudie 90, Flug- und Strassenlärm, soziologische und akustische Feldstudie in der Umgebung der Flughäfen Cointrin und Kloten, NFP 26, Kurzbericht, Zürich

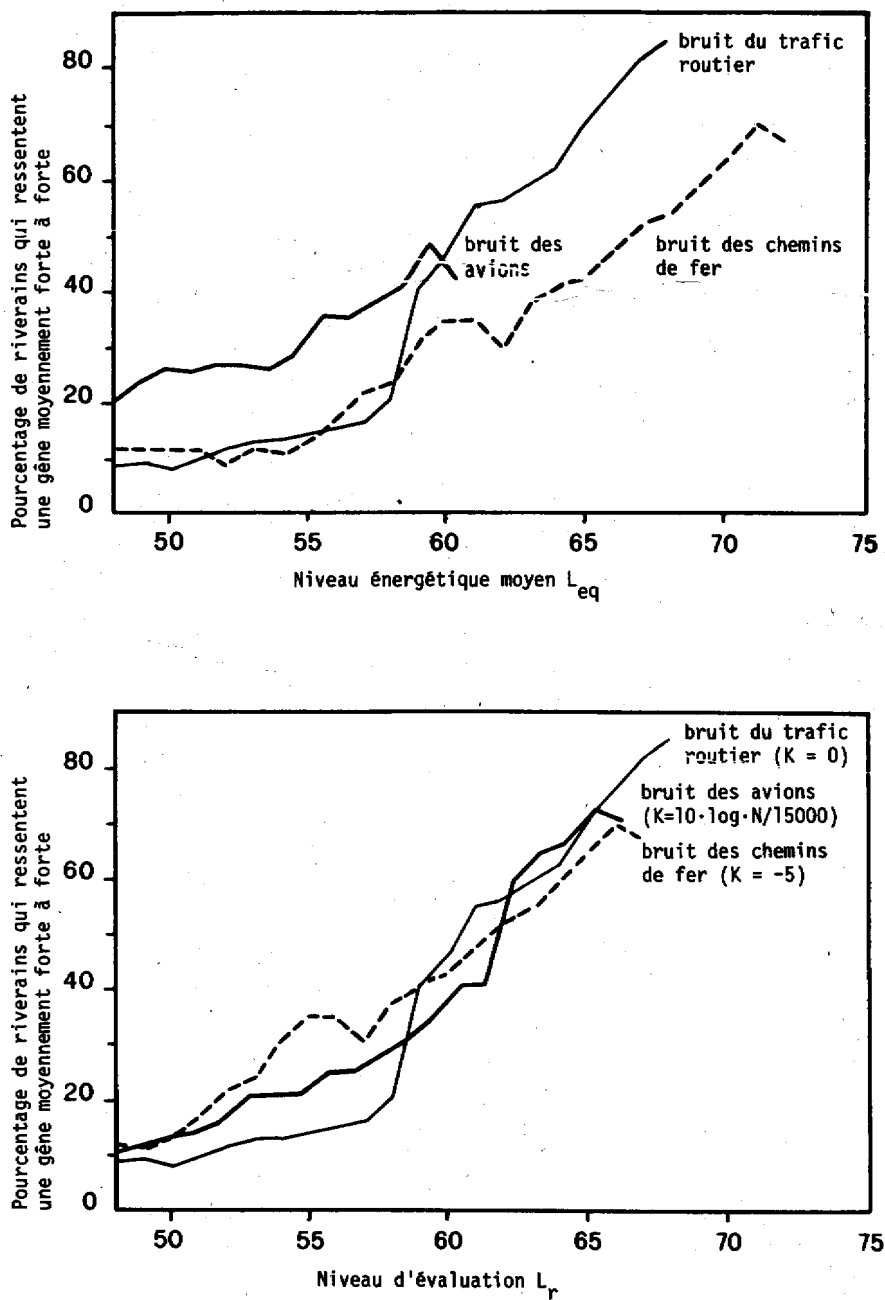


Figure 3-2: Proportion de personnes moyennement gênées ou fortement gênées par le bruit du trafic routier, ferroviaire et aérien (aviation légère) en fonction du niveau moyen L_{eq} (en haut) et du niveau d'évaluation L_r (en bas)⁹

⁹ Commission fédérale pour l'évaluation des valeurs limites d'immission pour le bruit, 1981: Valeurs limites d'exposition au bruit de l'aviation légère, 3e rapport

Le *niveau d'évaluation L_r* introduit dans la législation suisse concernant la protection contre le bruit corrige le caractère variable de la gêne engendrée par des genres de bruit différents, de manière à permettre des comparaisons. Il permet par exemple, grâce au facteur de correction qu'il contient, de comparer le bruit du trafic ferroviaire à celui du trafic routier, alors que le premier est perçu comme moins gênant que le second pour une exposition au bruit similaire (niveau moyen Leq).

La figure 3-2 montre la proportion de personnes moyennement à fortement incommodées par le bruit du trafic routier, ferroviaire et aérien (aviation légère) en fonction du niveau moyen Leq (en haut) et du niveau d'évaluation L_r (en bas). L'introduction du niveau d'évaluation a permis de fixer des valeurs d'exposition largement similaires pour le bruit du trafic routier et ferroviaire, le bruit des installations de tir, de l'industrie et de l'artisanat, ainsi que pour le bruit des aéroports régionaux, des terrains d'aviation et des aéroports militaires.

3.2 Valeurs limites d'exposition au bruit selon l'OPB

Les valeurs limites d'exposition au bruit telles que les définit l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) (cf. fig. 3-3) représentent les expositions au bruit maximales admises par le législateur. Les immissions sonores sont plus ou moins gênantes selon le lieu et le moment. C'est pourquoi on distingue entre des valeurs diurnes et des valeurs nocturnes (entre 22 heures et 6 heures) ainsi qu'entre 4 degrés de sensibilité fonction de la variation des besoins de tranquillité.

<i>Degré de sensibilité</i>		<i>Valeur de planification</i>		<i>Valeur limite d'immission</i>		<i>Valeur d'alarme</i>	
		<i>Jour</i>	<i>Nuit</i>	<i>Jour</i>	<i>Nuit</i>	<i>Jour</i>	<i>Nuit</i>
I	Notamment zones de détente	50	40	55	45	65	60
II	Notamment zones d'habitation	55	45	60	50	70	65
III	Notamment zones d'habitation et d'artisanat	60	50	65	55	70	65
IV	Notamment zones industrielles	65	55	70	60	75	70

Figure 3-3: Valeurs limites d'exposition au bruit en dB(A) (selon l'ordonnance sur la protection contre le bruit, installations de tir et aéroports militaires non compris)

Les *valeurs limites d'immission* (VLI) sont fixées de manière que « selon l'état de la science et de l'expérience, les immissions inférieures à ces valeurs ne gênent pas de manière sensible la population dans son bien-être. » (cf. article 15 de la loi sur la protection de l'environnement). Les valeurs limites d'immission définissent la limite générale au-delà de laquelle le bruit devient nuisible ou incommodant.

Les *valeurs d'alarme* (VA) sont supérieures de 5 à 15 dB(A) aux VLI. Elles permettent d'apprécier l'urgence des assainissements.

Les *valeurs de planification* (VP) sont inférieures de 5 dB(A) (et plus) aux VLI. Elles sont déterminantes pour la délimitation de l'équipement de nouvelles zones à bâtir ainsi que la construction de nouvelles installations.

3.3 Typologie des mesures de protection contre le bruit

Le bruit peut être combattu de diverses manières. On distingue:

- *Les mesures à la source*

Ces mesures sont prises au lieu où le bruit est produit. Il peut s'agir de mesures techniques en vue de la réduction du bruit (par ex. véhicules moins bruyants, moteurs, revêtements routiers, etc.), de mesures d'exploitation (par ex. limitation de la production des entreprises industrielles) ou de mesures de régulation ou de modération du trafic.

- *Mesures sur le chemin de propagation du bruit*

Il s'agit notamment des ouvrages de protection tels que les parois ou remblais antibruit, les couvertures d'infrastructures ou d'autres mesures de construction.

- *Mesures au niveau des personnes touchées*

Là où il est impossible de prendre d'autres mesures de protection contre le bruit, des mesures passives de réduction des immission s'imposent: isolation des bâtiments (fenêtres isolantes), limitation de construction des bâtiments et exigences particulières lors de la délimitation et de l'équipement de zones à bâtir dans des territoires exposés au bruit.⁸

⁸ OFEFP 1993: La protection contre le bruit en Suisse, 7 questions - 7 réponses, Documents environnement N° 5

4 Coût des mesures de protection contre le bruit

4.1 Coût en termes d'économie d'entreprise (coût de l'installation)

En termes d'économie d'entreprise, le coût des mesures de protection contre le bruit est estimé d'après les dépenses financières qui auront été consenties pour mettre en oeuvre ces mesures: coût de l'établissement et de la réalisation du projet de mesures de protection (= coût d'investissement) ainsi que, le cas échéant, coût de l'exploitation et de l'entretien.

4.1.1 Frais d'investissement

Les frais d'investissement dépendent du type de protection (mesures de construction/mesures d'exploitation). Ils correspondent aux coûts suivants:

- *Coûts de réalisation*: coûts de construction et d'installation.
- *Coûts d'établissement du projet*: dépenses spécialisées et dépenses de personnel spécifiquement liées au projet, pour le travail des acousticiens, ingénieurs civils et autres spécialistes en relation avec les travaux de planification et avec l'élaboration du projet (exemple: élaboration du programme d'assainissement, travaux d'ingénierie, devis, etc).
- *Coût de l'acquisition de terrains*: coûts du terrain que l'exploitant de l'installation doit acquérir pour y ériger des ouvrages de protection (parois et tunnels antibruit par ex.).
- *Coûts de procédure*⁹: dépenses spécifiques et dépenses de personnel des autorités d'exécution (services fédéraux et cantonaux spécialisés dans la lutte contre le bruit, urbaniste/responsable communal des travaux publics, chef de projet cantonal, etc.). Aujourd'hui encore, les coûts administratifs de procédure sont difficiles à évaluer en raison de l'absence de contrôle des coûts par projet. De plus, ils peuvent varier considérablement selon le type de projet (genre de bruit, exploitant de l'installation, procédure de recours, etc.).

Dans le modèle, les coûts d'investissement sont convertis en coûts annuels sous forme d'amortissements et de rémunération du capital.

4.1.2 Coût d'exploitation et d'entretien

A ce jour, l'expérience montre que le coût d'exploitation et d'entretien des mesures de protection contre le bruit est peu élevé. Une fois installées, les fenêtres isolantes ne nécessitent pas d'entretien en vue du maintien de leur capacité de protection. Il en va généralement de même pour les mesures de protection prises sur le chemin de propagation du bruit. La seule exception à cet égard est constituée par les parois et les remblais antibruit plantés de végétation: cette dernière devant être entretenue, elle occasionne des coûts de jardinerie-horticulture ainsi que d'arrosage. Des coûts supplémentaires de maintenance et de répara-

⁹ Les coûts de procédure sont des dépenses du secteur public. Aussi faut-il les considérer comme des coûts pour l'économie publique.

tion doivent également être pris en compte dans certains cas mais selon les spécialistes, ils ne sont pas déterminants.

4.1.3 Multifonctionnalité

Il arrive que les ouvrages de protection contre le bruit remplissent simultanément d'autres fonctions. Voici quelques exemples d'ouvrages multifonctionnels:

- couverture de voies de communication (routes/rails) créant des surfaces utiles pour le secteur privé ou public;
- bâtiments industriels ou commerciaux bâtis le long d'axes de communication en vue de protéger du bruit les zones d'habitation;
- tunnels antibruit dotés de fonctions supplémentaires (par ex. protection du paysage ou accroissement de la sécurité routière).

Pour les mesures de protection contre le bruit à utilités multiples, on procédera à une répartition fonctionnelle des coûts (cf. chap. 4.1.4).

4.1.4 Répartition fonctionnelle

Lorsqu'une mesure de protection contre le bruit remplit simultanément d'autres fonctions (cf. chap. 4.1.3 Utilités multiples), les coûts des mesures doivent être répartis en conséquence. On évitera ainsi que des coûts injustifiés ne soient imputés à la protection contre le bruit. Par exemple, pour un tunnel antibruit servant également à la protection du paysage et améliorant la sécurité du trafic, les coûts seront répartis de façon hiérarchisée, selon le degré d'importance attribué à chaque fonction. Les coûts de la protection spécifique contre le bruit en seront diminués d'autant.

Si les mesures de protection contre le bruit créent de nouvelles surfaces utiles (sur les couvertures ou les parcelles constructibles attenantes, par exemple) la « valeur ajoutée » artificiellement créée sera prise en compte dans le calcul de l'utilité (cf. chap. 5) en tant que zone d'affectation supplémentaire, ou surface brute au plancher protégée contre le bruit.

4.1.5 Délimitation temporelle

Les coûts d'investissement sont des dépenses uniques alors que les coûts d'exploitation et d'entretien sont des dépenses annuelles récurrentes. En termes d'économie d'entreprise, pour pouvoir exprimer tous les coûts sur la même base, on convertit les frais d'investissement en *coûts annuels* compte tenu des amortissements et des frais financiers. Cela permettra une comparaison avec l'utilité, également exprimée en chiffres annuels.

4.2 Coût en termes d'économie publique

En termes d'économie publique, le coût des mesures de protection contre le bruit couvre toutes les conséquences négatives des mesures qui ne peuvent pas être évaluées selon des critères d'économie d'entreprise:

- **Atteinte subie par les sites et les paysages:** les installations de protection contre le bruit peuvent poser des problèmes d'intégration architecturale et paysagère. Le degré du

préjudice dépend de la sensibilité de la zone ainsi que du type de mesure choisi et de la manière dont celle-ci est appliquée.

- **Conséquences écologiques:** il arrive que les installations de protection contre le bruit diminuent les conditions d'ensoleillement ou qu'elles portent atteinte au biotope. De plus, les parois antibruit transparentes constituent un danger pour les oiseaux. Enfin, les fondations mêmes de ces parois peuvent modifier l'écoulement des eaux souterraines.
- **Atteinte à la qualité de l'habitat:** les parois antibruit risquent de réduire la luminosité et l'ensoleillement des logements avoisinants ainsi que de dégrader la vue sur une distance plus ou moins longue.
- **Atteinte à la sécurité du trafic:** près des voies d'accès et des carrefours, les ouvrages de protection contre le bruit peuvent entraver la visibilité et donc être préjudiciables à la sécurité des usagers de la route.
- **Atteinte à la qualité des déplacements:** les parois antibruit et les couvertures d'infrastructures qui nuisent à l'esthétique du paysage le long des voies de communication induisent une baisse de qualité pour les voyageurs.

Étant donné l'absence d'étalons de mesure objectifs, le coût des mesures de protection contre le bruit en termes d'économie publique ne peut pas faire l'objet d'une évaluation monétaire. Il faut donc l'évaluer selon des *critères qualitatifs*. Dès lors, il n'est pas possible de l'intégrer au modèle monétaire utilité-coût. Cependant, il sera pris en compte dans le cadre de la pesée des intérêts comme complément qualitatif à l'optique monétaire de l'économie d'entreprise.

4.3 Limites du système

Le coût des mesures contre le bruit peut avoir des aspects très divers. Il n'est pas possible d'intégrer tous les genres de coûts au modèle. Ainsi, les exigences suivantes se révèlent problématiques:

1. Imputation des coûts en fonction du projet et de l'espace concerné

Ne peuvent être intégrées au modèle que les mesures dont les coûts peuvent être localisés, autrement dit rapportés à un espace spécifique au projet. Les coûts des mesures de protection contre le bruit appliquées à des *sources mobiles* (véhicules) ne répondent pas à ce critère. Les coûts des mesures dont l'utilité se fait sentir sur de longues distances devraient pouvoir être répartis sur la totalité de l'espace bénéficiaire. Or, cela est impossible ou n'est au mieux envisageable - pour le trafic moins bruyant des véhicules, des trains et des avions - que sous la forme d'une évaluation grossière.

2. Quantification

Il n'existe pas d'étalon adéquat pour mesurer les coûts engendrés par les limitations d'exploitation ordonnées en vue de la protection contre le bruit (par exemple dans le domaine de la circulation, de l'industrie et de l'artisanat). Si les pertes économiques découlant de telles mesures sont assez aisément quantifiables (étant entendu que ce calcul est lui aussi coûteux), le coût des modifications apportées à la planification à fin de protection contre le bruit (par ex. pertes supportées par le maître de l'ouvrage en raison de limitations de construction) ou le coût des détournements de trafic, sont difficilement quantifiables.

Les coûts mentionnés ci-dessus ne peuvent être intégrés au modèle que si l'on dispose, pour la zone concernée par le projet, d'évaluations de coûts fiables et d'une ventilation des coûts correspondante. Dans le cas contraire, il faut renoncer à leur intégration.

Le champ d'application du modèle est ainsi restreint aux mesures dont les effets et les coûts peuvent être circonscrits localement. Dans les projets actuels de protection contre le bruit, les conditions de répartition des coûts et de quantification existent généralement car il s'agit essentiellement de mesures de construction telles que:

- parois, remblais et tunnels antibruit
- fenêtres isolantes
- autres mesures (revêtement routier moins bruyant, modération du trafic, etc.)

5 Utilité des mesures de protection contre le bruit

5.1 Utilité en termes d'économie d'entreprise

L'utilité des mesures de protection contre le bruit est généralement une utilité *externe*. En effet, la plupart du temps, ces mesures ne profitent pas à celui à qui incombe leur réalisation (et leur financement) - soit le plus souvent, en vertu de la législation, l'exploitant de l'installation - mais d'abord à des tiers: riverains bénéficiant de la protection contre le bruit et donc aussi propriétaires des immeubles et des terrains concernés.

Par définition, il n'est d'utilité au sens de l'économie d'entreprise que lorsque l'exploitant qui applique les mesures de protection concernées bénéficie lui-même des mesures. En général toutefois, les exploitants d'installation ne sont guère disposés à financer volontairement des mesures de protection car les dépenses consenties ne leur sont d'aucune utilité directement mesurable. Cette utilité se traduit tout au plus par une amélioration de l'image de l'exploitant dans le voisinage et dans l'opinion publique, ou par une amélioration des conditions de travail de son personnel. A moyen terme, cependant, ces deux types d'amélioration peuvent avoir des effets positifs sur la marche des affaires. Pour les installations assainies, l'utilité au sens de l'économie d'entreprise réside dans la levée des limitations de l'exploitation et/ou dans la garantie des acquis.

Des mesures de protection contre le bruit découlent également des avantages en termes d'emploi et de revenu, qui peuvent avoir des bénéficiaires divers. Toutefois, ces bénéficiaires étant généralement des tiers plutôt que l'exploitant de l'installation lui-même, ces avantages doivent être considérés du point de vue de *l'économie publique*.

5.2 Utilité en termes d'économie publique

Pour la protection contre le bruit, l'utilité du point de vue de l'économie publique est plus importante que l'utilité du point de vue de l'économie d'entreprise. Les bénéficiaires des mesures de protection contre le bruit sont par exemple:

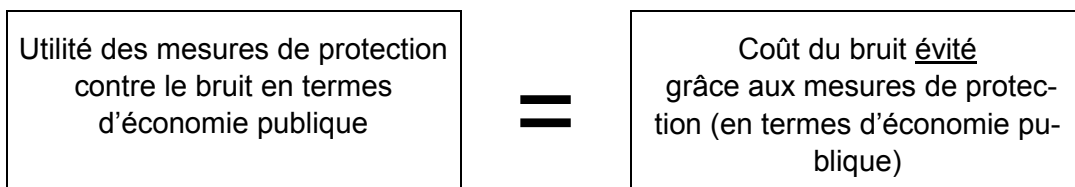
- les secteurs économiques et les exploitations qui planifient et réalisent les mesures de protection (entreprises de construction, fabricants de fenêtres isolantes, organismes de recherche, etc.);
- les bureaux et les entreprises dont la productivité est accrue grâce aux mesures de protection contre le bruit;
- les propriétaires de biens fonciers dont la valeur est maintenue ou augmente grâce aux mesures de protection contre le bruit;
- les propriétaires terriens qui, grâce aux mesures de protection contre le bruit, peuvent décider à temps et adéquatement de l'affectation de leurs parcelles. L'utilité du point de vue

de l'économie publique dépend en premier lieu de l'efficacité des mesures de protection. L'efficacité acoustique se mesure à la proportion de personnes¹⁰ protégées rapportée à la diminution du bruit dont elles sont bénéficiaires (réduction du bruit exprimée en $dB(A)$). C'est pourquoi nous parlerons ici *d'utilité acoustique*.

5.2.1 L'utilité en termes d'économie publique, moyen pour éviter les coûts engendrés par le bruit

L'évaluation monétaire de l'utilité acoustique permettra de connaître l'utilité en termes d'économie publique. Mais comment exprimer l'utilité acoustique en francs et en centimes?

Faute d'un étalon de mesure direct et approprié pour exprimer l'utilité acoustique en termes monétaires, nous opterons pour une méthode indirecte: nous définirons l'utilité des mesures de protection contre le bruit en termes d'économie publique comme équivalant au *coût du bruit en terme d'économie publique*¹¹ qui peut être évité grâce auxdites mesures. Nous nous appuyerons ce faisant sur la théorie de l'économie de l'environnement qui a déjà mis en équation des procédés d'évaluation monétaire du coût du bruit (cf. chap. 6.1).



L'utilité des mesures de protection contre le bruit, en termes d'économie publique, à l'intérieur d'une zone donnée correspond donc à la différence entre le coût du bruit *avec* mesures de protection et le coût du bruit *sans* mesures de protection.

5.2.2 Coût du bruit en termes d'économie publique

Par coût du bruit en termes d'économie publique, nous entendons tous les coûts matériels et immatériels que doivent supporter les individus ou la société du fait des conséquences directes ou indirectes du bruit. Le coût du bruit en termes d'économie publique comprend des coûts internes et des coûts externes: les coûts internes sont supportés par le responsable du bruit lui-même, les coûts externes par les tiers ou par la société.

Dans le cas du bruit, l'essentiel des coûts est de nature externe car les personnes affectées par les nuisances sonores (habitants logés à proximité des installations bruyantes) ne sont généralement pas les responsables du bruit (installations ferroviaires, routières et aériennes, entreprises industrielles et installations de tir) (cf. chap. 5.1).

¹⁰ Cette méthode d'évaluation ne tient compte que des effets du bruit sur les êtres humains. L'ordonnance sur la protection contre le bruit est le seul texte de loi découlant de la LPE à ne régler que la protection des être humains contre le bruit.

¹¹ Le coût du point de vue de l'économie publique est également appelé coût social ou coût économique global.

5.2.3 Limite inférieure à partir de laquelle le bruit engendre des coûts en termes d'économie publique

A partir de quelle exposition le bruit engendre-t-il un coût en termes d'économie publique? Les études menées jusqu'ici en vue du calcul du coût du bruit partaient de valeurs seuil très diverses. IC Infraconsult AG (1992)¹² prend comme niveau minimal le niveau d'évaluation de 55 dB(A) le jour, Infras (1992)¹³ et Ecoplan (1992)¹⁴ ont choisi respectivement 45 et 50 dB(A). Les études menées en Allemagne (Willecke¹⁵, Weinberger¹⁶, Wicke¹⁷) partent du niveau moyen et affichent des coûts du bruit calculés à partir de 30 et de 45 dB(A) le jour.

Le niveau minimal choisi a une influence déterminante sur les coûts. Ainsi il semblerait, selon un calcul approximatif, qu'un niveau minimal ramené de 55 à 45 dB(A) double pratiquement le coût en termes d'économie publique¹⁸. Plus le niveau fixé est bas, plus il est difficile de mesurer précisément le dérangement causé par une source de bruit. En effet, plus le niveau fixé est bas, plus le rôle de l'exposition au bruit de fond est grand. Du point de vue acoustique, la prise en compte, pour une source donnée, du coût du bruit en dessous d'un niveau minimal de 55 dB(A) le jour (ou 40 dB(A) la nuit) est problématique, même si à de tels niveaux d'exposition, le bruit peut aussi occasionner un coût en termes d'économie publique.

La fixation d'une limite inférieure du coût du bruit en termes d'économie publique ne peut être complètement justifiée scientifiquement, ni du point de vue acoustique, ni du point de vue économique. C'est pourquoi le modèle que nous nous efforçons d'élaborer ici repose sur des postulats normatifs.

Les études citées précédemment montrent que pour les habitations, le bruit est générateur de coûts à partir du moment où le niveau de bruit dépasse 55 dB(A). Ces coûts sont une conséquence directe du bruit et la question de savoir si l'installation existe déjà ou si elle est nouvelle n'est pas pertinente à cet égard.

Le niveau minimal pris en compte dans le modèle est établi à juste titre en fonction des valeurs limite d'exposition fixées dans l'OPB, lesquelles servent de base à l'appréciation de la proportionnalité des mesures de protection contre le bruit. Le principe fondamental de l'OPB est d'exiger, pour les installations existantes, le respect des valeurs limites d'immission (VLI). Pour une zone exclusivement résidentielle (degré de sensibilité II), la VLI diurne est de 60 dB(A). Or, le respect de cette valeur ne permet pas de supprimer tous les coûts en termes d'économie publique du bruit. Cette conclusion correspond aux considérations qui ont permis l'adoption des VLI. Celles-ci soulignent que, tant du point de vue juridique que du point de vue économique, il faut s'attendre à ce que les expositions au bruit inférieures aux VLI n'en demeurent pas moins très gênantes pour une partie de la population.

Limite inférieure des coûts = valeur limite d'exposition selon l'OPB moins 5 dB(A)

¹² Infraconsult AG 1992: Soziale Kosten des Verkehrslärms in der Schweiz, Studie im Auftrag des Dienstes für Gesamtverkehrsfragen, EVED, Bern 1992

¹³ Infras 1992: Internalisierung der externen Kosten des Verkehrs, NFP 25, Bericht 33, Zürich

¹⁴ Ecoplan 1992: Internalisierung der externen Kosten im Agglomerationsverkehr, Fallbeispiel Region Bern, NFP25, Bericht 15, Zürich

¹⁵ Willecke R. u.a. 1990: Kosten des Lärms in der Bundesrepublik Deutschland, Umweltbundesamt, Berlin

¹⁶ Weinberger M. 1991: Die Messung sozialer Kosten des Lärms in der Bundesrepublik Deutschland, Köln

¹⁷ Wicke L. 1986: Die ökologischen Milliarden, München

¹⁸ Dienst für Gesamtverkehrsfragen 1993: Wie genau ist genau genug?, GVF-Auftrag Nr. 231, Berne

Pour tenir compte de ce fait, on part dans le modèle d'une limite inférieure du coût du bruit correspondant à un niveau de bruit *inférieur de 5 dB(A) aux valeurs limites d'exposition* fixées par l'OPB (VLI-5, VP-5). Ainsi, on établit pour la limite inférieure des coûts du bruit, comme pour les valeurs limites d'exposition au bruit légales, une différenciation en fonction des degrés de sensibilité, des valeurs diurnes et des valeurs nocturnes ainsi que du type d'installation.

- Pour les *nouvelles installations*, l'exposition au bruit engendrée par l'installation ne doit pas dépasser la valeur de planification (VP) (art. 7, 1er al. OPB). La limite inférieure du coût du bruit correspond dans ce cas à un niveau de bruit inférieur de 5 dB(A) à la valeur de planification VP (VP-5).

Limite inférieure des coûts pour une nouvelle installation = valeurs de planification - 5 dB(A)

- *Les installations existantes* doivent être assainies de telle sorte que les valeurs limites d'immission (VLI) soient respectées (art. 13 OPB). Les valeurs d'immission sont également déterminantes pour les *installations notablement modifiées* (art. 8, 2e al. OPB). Dans les deux cas, la limite inférieure du coût du bruit correspond à un niveau de bruit inférieur de 5 dB(A) à la valeur limite d'immission VLI (VLI-5).

La fixation de la limite inférieure du coût pour les nouvelles installations (VP-5 au lieu de VLI-5) a la conséquence suivante: pour une zone de projet et un niveau d'exposition au bruit identiques, le modèle révèle des coûts du bruit plus élevés lorsque l'installation est nouvelle. L'intention du législateur de fixer des critères plus sévères à l'égard des nouvelles installations qu'à l'égard des installations existantes se traduit par des coûts du bruit plus élevés ou, autrement dit, par l'acceptation de la part des responsables du bruit d'un prix plus élevé - ou, autrement dit, par l'acceptation d'un prix plus élevé à payer pour sa réduction. Par conséquent, des dépenses plus élevées pour la protection contre le bruit se justifient pour les nouvelles installations.

Avec la limite inférieure des coûts du bruit correspondant à VLI-5 ou VP-5, le préjudice causé par les immissions sonores (préjudice absolu en termes d'économie publique) est globalement *sous-estimé* dans le modèle. En effet, il faut s'attendre à ce que certaines personnes demeurent très gênées par le bruit y compris au-dessous de ces limites et par conséquent, à ce que le bruit soit générateur de coût même au-dessous de ce niveau.

De plus, il faut souligner que dans le modèle, les coûts du bruit en termes d'économie publique, et avec eux l'utilité des mesures de protection, ne sont pris en compte que pour des zones où les valeurs limites (VLI ou VP) sont dépassées, ce qui conduit à une sous-estimation supplémentaire du préjudice causé par le bruit du point de vue de l'économie publique.

Limite inférieure des coûts pour les installations existantes =
valeur limite d'immission - 5 dB(A)

6 Evaluation monétaire grâce à la méthode hédoniste

6.1 Calcul du coût du bruit en termes d'économie publique

L'imputation (ou internalisation) des coûts externes découlant des atteintes à l'environnement est un élément central de la protection de l'économie de l'environnement. Toutefois, le calcul et l'analyse des coûts externes suppose que l'on connaisse la « valeur » des biens d'environnement concernés. Le management environnemental a donc mis au point diverses approches pour le calcul et l'analyse des coûts externes engendrés par les nuisances, et notamment par le bruit.

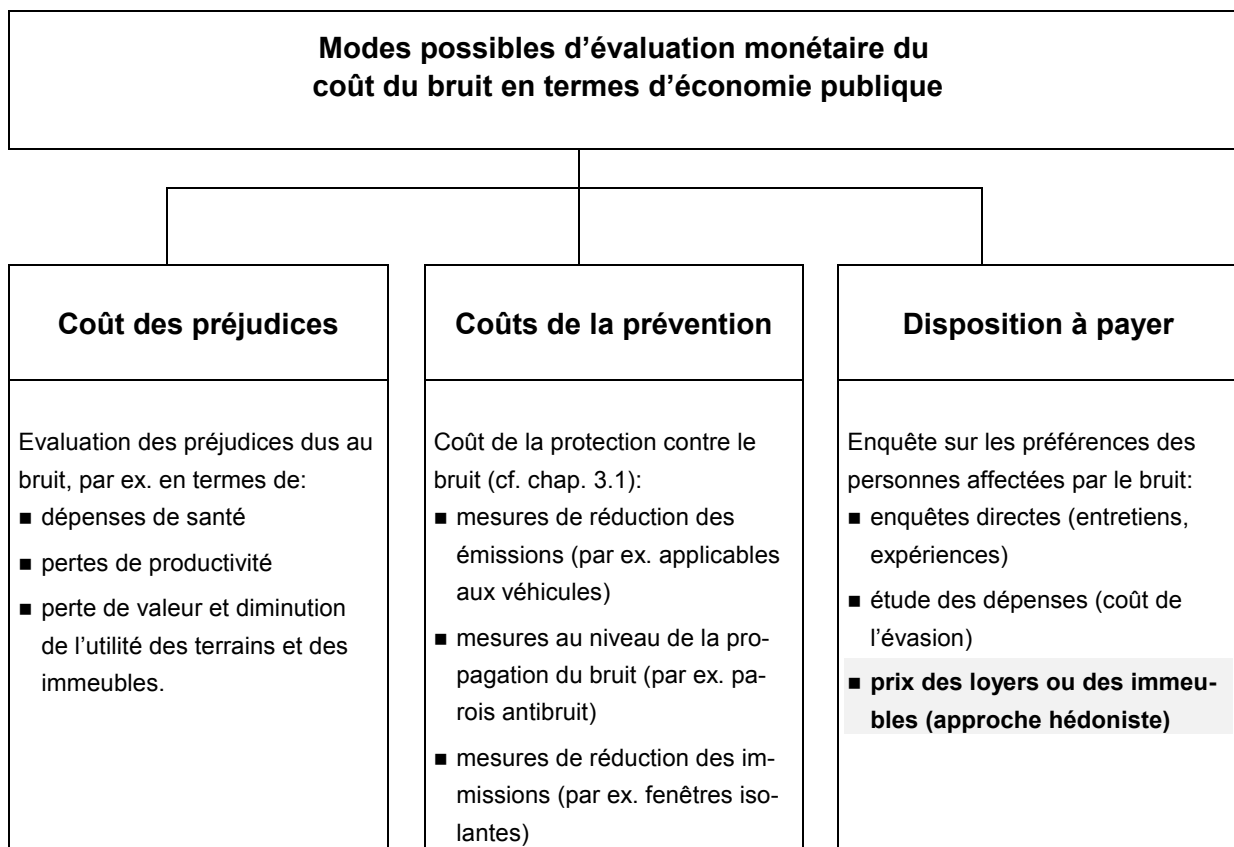


Figure 6-1: Vue d'ensemble des modes d'évaluation monétaire du coût du bruit

Outre les questions de causalité et de classification (« quels dommages et, partant, quels coûts consécutifs faut-il vraiment imputer à l'excès de bruit? »), on est également confronté au problème de la quantification des coûts du bruit et surtout de leur évaluation monétaire: en effet, puisque le bien d'environnement « tranquillité » n'a pas de prix marchand, seules des *données auxiliaires* permettront d'exprimer le coût du bruit en termes monétaires. Ces

données peuvent fournir des informations (quantitatives) sur la perte de bien-être découlant des immissions de bruit. Les différents modes d'évaluation monétaire sont discutés ci-après.

6.1.1 Coût des préjudices

On peut tenter d'évaluer le coût des préjudices causés par les immissions de bruit en recensant et en analysant ces derniers. Pour ce faire, on peut utiliser comme étalon de mesure les dépenses de santé dues au bruit (frais de médecin, d'hôpital et de médicaments) ainsi que les pertes de productivité sur les lieux de travail.

La difficulté principale de ce mode d'évaluation réside dans la causalité: quels dommages et quels coûts consécutifs sont-ils vraiment dus à un excès de bruit? Il reste aussi à savoir comment recenser et analyser de manière adéquate les affections de la santé et les pertes de productivité. De plus, on ne peut tenir compte des préjudices « insidieux » (stress etc.) qui n'entraînent pas, ou n'ont pas encore entraîné, de traitements médicaux ou de pertes de productivité.

Quant au coût résultant de la perte de valeur et de la diminution de l'utilité des terrains et des immeubles, il doit être considéré à part car son évaluation est fonction du marché (cf. chap. 6.1.3, analyse du prix des logements selon la méthode hédoniste).

6.1.2 Coût de la prévention

Le coût de la prévention est celui des mesures destinées à empêcher l'exposition au bruit ou à en minimiser les effets sur l'individu. Ce coût recouvre les dépenses générées par toutes les mesures de protection décrites au chapitre 3.1: mesures à la source (portant sur les émissions), mesures sur le chemin de propagation du bruit, mesures au niveau des personnes touchées (mesures portant sur les immissions). L'évaluation monétaire s'intéresse aux solutions de nature technique ou aux ouvrages de construction (par ex. coût des parois antibruit ou des fenêtres isolantes), car leur coût est relativement facile à déterminer et il peut être considéré à l'intérieur d'une zone de projet donnée.

Ce type d'évaluation est plutôt technocratique. En effet, l'étude du coût des solutions techniques et des ouvrages de construction ne donne qu'une idée partielle du coût économique: en effet, ces mesures ne permettent pas d'éviter tous les préjudices (les fenêtres antibruit, par ex., ne protègent qu'à l'intérieur des habitations et à condition d'être fermées).

6.1.3 Disposition à payer

Ce mode d'évaluation ne permet pas de quantifier des effets concrets de l'exposition au bruit ou de sa réduction. Il consiste à rechercher la valeur du bien d'environnement « tranquillité » pour des individus donnés. La disposition à payer pour la réduction du bruit peut être déterminée de diverses manières.

■ *Enquête directe*

En effectuant des sondages aléatoires parmi les personnes concernées ou en faisant des expériences avec des volontaires, on s'efforce de déterminer le prix qu'une personne accepterait de payer pour une réduction donnée de l'exposition au bruit (*willingness to pay*) ou encore le prix qu'elle fixerait pour accepter de rester exposée au bruit (*willingness to accept*). Le montant ainsi déterminé est interprété comme indicateur du coût du bruit.

L'avantage de ce type d'évaluation réside dans le contact direct établi avec les intéressés. Par ailleurs, cette méthode peut être considérée comme globale: on est en droit de supposer que la personne interrogée sur sa disposition à payer mentionne tous les aspects du bruit pertinents pour elle (gêne personnelle, stress, risques pour la santé, etc.). Toutefois, cette méthode présente aussi des inconvénients: la manière dont les questions sont posées ainsi que le moment et les circonstances de l'entretien influent sur les réponses. Par ailleurs, les réponses « stratégiques » ne sont pas exclues: interrogée sur le prix qu'elle serait disposée à payer, la personne risque de citer une somme irréaliste tout en sachant qu'il s'agit d'un montant hypothétique qu'elle n'aura pas à déboursier.

- *Etude des dépenses*

Cette méthode permet de déterminer la disposition à payer pour des biens complémentaires: on demande à l'intéressé quels compromis il est prêt à faire pour échapper au bruit ressenti à son domicile. Ce coût d'évasion peut se traduire par des coûts de transport ou par le temps que la personne consacre à des déplacements vers des zones de détente.

Les faiblesses de cette méthode résident dans la difficulté d'apprécier le degré de causalité entre l'exposition au bruit et la « fuite » vers d'autres lieux, ainsi que dans la difficulté de mesurer le temps consacré à l'évasion et d'en fixer le prix en termes monétaires.

- *Analyse du prix des biens fonciers ou des logements (méthode hédoniste)*

A partir des différences de prix entre des immeubles ou des appartements similaires mais diversement exposés au bruit, on déduit, grâce à un procédé statistique (équation de régression), le prix marchand du bien d'environnement « tranquillité ». Cette méthode de calcul reflète, via le prix des immeubles ou des loyers, une disposition à payer indirecte. Le principe de base consiste en effet à établir le rapport existant entre les différences de valeur des immeubles ou des loyers d'une part et les différentes expositions au bruit d'autre part, abstraction faite des autres facteurs d'influence (taille, aménagement, âge, situation, autres facteurs environnementaux tels que qualité de l'air, etc.). Une analyse hédoniste de la formation des prix permet entre autres de savoir comment, dans une zone donnée, le niveau des loyers réagit à une modification du niveau sonore d'un dB(A).

6.2 Remarques sur le choix du mode d'évaluation monétaire

Pour obtenir la grille d'évaluation recherchée, il faut choisir une méthode d'évaluation monétaire qui

- rende compte des coûts le plus complètement possible;
- s'appuie sur les résultats du plus grand nombre possible d'études empiriques;
- révèle un lien de causalité indubitable entre l'exposition au bruit et les coûts qu'elle engendre;
- fournisse des paramètres d'évaluation monétaire simples, généralisables et applicables à toutes les zones de projet possibles.

L'évaluation monétaire des *préjudices* (dépenses de santé) est inadéquate, d'une part car il n'existe pas de données empiriques quantitatives sur les dépenses de santé dues au bruit ni sur les pertes de productivité, d'autre part parce que l'on ne connaît pas de façon certaine le rapport de cause à effet.

De même, l'évaluation montaire des *coûts de la prévention* est à exclure de notre modèle pour des raisons de méthode: si on l'adoptait, les coûts et l'utilité seraient évalués selon la même méthode et ils seraient par définition identiques!

Dans les *enquêtes sur la disposition à payer*, on manque également de données empiriques fiables sur le problème des nuisances sonores. De plus, étant donné le caractère subjectif des déclarations des personnes interrogées, il n'est guère possible de généraliser les montants cités.

L'évaluation des dépenses est également à exclure car elle ne remplit pas les conditions de causalité et on manque de données utilisables du point de vue de l'exposition au bruit.

6.3 La formation des prix selon la méthode hédoniste

C'est la méthode hédoniste de calcul de la formation des prix qui remplit le mieux nos exigences en matière d'évaluation monétaire: jusqu'ici en effet, cette méthode s'est révélée comme le procédé d'évaluation monétaire le plus approprié pour les nuisances sonores. Elle s'appuie sur des études empiriques effectuées tant hors de nos frontières (Canada, Etats-Unis, Allemagne) qu'en Suisse (cf. annexe 1). Ces études, qui portent sur les différences de prix des loyers dans des zones résidentielles en raison de la différence d'exposition au bruit, permettent de déterminer le pourcentage de hausse ou de baisse des loyers lorsque le niveau sonore est modifié d'un dB(A).

La méthode hédoniste de formation des prix tient compte de l'appréciation individuelle du bruit. Elle englobe la quasi-totalité des coûts du bruit car elle part des préférences des personnes sondées: les différences de prix révélées par régression reflètent la disposition à payer implicite pour un appartement plus tranquille. Grâce à ce procédé statistique, on peut présumer l'existence d'un rapport de causalité entre l'exposition au bruit et le niveau des loyers. Un autre avantage réside dans le fait que l'évaluation se fait à partir des réalités du marché. Elle n'est pas faussée par des réponses stratégiques, comme cela arrive dans les enquêtes sur la disposition à payer, par exemple.

6.3.1 Intégration de la matrice des objets (non exprimables en termes monétaires) et de la matrice des valeurs

Le calcul du coût économique du bruit grâce à la méthode hédoniste de formation des prix suppose l'intégration d'éléments exprimables en termes monétaires et d'éléments non exprimables en ces termes.

- *La matrice des objets (non exprimables en termes monétaires)* comprend la surface brute au plancher présentant des immissions de bruit supérieures à une limite donnée (valeurs limites) pondérée du degré d'exposition du bruit (dB(A) au-dessus de la valeur limite). Dans le modèle, on effectuera ce calcul non seulement pour les appartements mais aussi pour les locaux professionnels (bureaux, artisanat, industrie, écoles, hôpitaux etc.).
- *La matrice des valeurs (des éléments exprimables en termes monétaires)* est une évaluation monétaire des précédents. Les différences de prix des loyers sont utilisées comme «valeur» de référence en vue d'une atténuation du bruit (disposition à payer par dB(A) et par an).

Les points 7.3 et 7.4 sont consacrés en détail à la formule de calcul et aux facteurs déterminants.

6.3.2 Pertinence des résultats

Le coût du bruit en termes d'économie publique correspond à l'utilité maximale possible des mesures de protection contre le bruit. Cette utilité maximale possible est atteinte dans le modèle lorsqu'il est possible de ramener toutes les surfaces présentant un dépassement des valeurs limites en dessous de la valeur limite choisie (VLI-5 ou VP-5). Dans ce cas, par définition, le coût du bruit en termes d'économie publique devient nul.

L'appréciation de l'utilité des mesures de protection ou, en d'autres termes, le calcul du coût du bruit en termes d'économie publique, part d'une série de postulats et de conditions annexes de caractère normatif qui influencent le résultat en conséquence. Comme tout modèle d'évaluation monétaire, l'approche hédoniste de formation des prix ne fournit pas de données solides entièrement vérifiables sur le coût effectif du bruit. En effet, étant donné le nombre de facteurs qualitatifs qui interviennent, le coût du bruit en termes d'économie publique est un étalon relativement artificiel qui reflète la réalité de manière assez floue.

Le modèle de la formation des prix selon la méthode hédoniste a l'avantage d'être une méthode uniforme d'appréciation qui permet d'opérer des comparaisons révélatrices. L'utilité du calcul réside donc moins dans le prix obtenu au centime près que dans les comparaisons possibles quant à l'utilité de divers projets de protection contre le bruit.

6.3.3 Réserves

La méthode hédoniste de formation des prix ne permet pas de résoudre tous les aspects du problème de l'évaluation monétaire. Les réserves suivantes s'imposent.

- La difficulté de cette approche consiste à prendre en compte au moyen de régressions multiples les différents facteurs pesant sur le prix des loyers. Selon leur adéquation, une distorsion des résultats (influence du bruit sur les loyers) n'est pas exclue.
- La méthode hédoniste de formation des prix ne met à jour que les coûts du bruit perçus, consciemment ou non, par les individus et influençant leur disposition à payer (celle-ci se traduisant par exemple par le choix de tel ou tel appartement). Dès lors, cette méthode occulte les effets « insideux » du bruit (par ex. le stress) dont les individus n'ont pas (ou pas immédiatement) conscience et qu'ils ne mettent pas spontanément en rapport avec l'exposition au bruit. Les coûts du bruit en termes de santé ne sont donc que partiellement pris en compte dans cette méthode (risques d'infarctus, symptômes de stress, déficiences auditives).
- Il convient aussi de préciser que le marché mobilier et immobilier suisse n'est pas entièrement libre mais au moins partiellement régulé. Les acquisitions de l'Etat tendent à infléchir le prix des loyers à un niveau inférieur à ce que permettrait le libre jeu de l'offre et de la demande (système du loyer libre).
- Les études empiriques sur lesquelles s'appuie la méthode hédoniste portent sur le bruit du trafic routier dans les zones résidentielles d'agglomérations. Dans le modèle, les ré-

sultats de ces études doivent être extrapolés aux zones non-résidentielles, aux régions rurales et à d'autres genres de bruit.

Cependant, malgré ces réserves, l'approche hédoniste demeure la méthode d'évaluation monétaire la plus solide du point de vue scientifique et elle reste, pour le modèle visé, la plus appropriée.

Partie II

Aide à l'exécution

7 Modèle

7.1 Postulat

Le modèle développé ici propose un instrument sur lequel s'appuie la pesée des intérêts chaque fois qu'il faut fixer des mesures de protection contre le bruit.

La pesée des intérêts s'effectue en évaluant *l'efficience* et *l'efficacité* des mesures à prendre, deux paramètres qui se calculent à partir de la saisie et de la pondération du coût et de l'utilité de ces mesures en termes d'économie publique.

7.1.1 Efficience des mesures de protection contre le bruit

L'efficience d'une mesure est définie par le rapport entre le résultat d'une activité (output) et les ressources mises en oeuvre pour obtenir ce résultat (input)¹⁹. Appliquées à la protection contre le bruit, ces deux valeurs peuvent être considérées, pour la première (output), comme l'utilité visée par les mesures de protection contre le bruit et, pour la seconde (input), comme le coût de ces mesures. C'est donc en comparant l'utilité et le coût que l'on peut juger de l'efficience d'une mesure.

Comme l'a montré le chapitre 2.2.3 du présent rapport, l'efficience sert d'étalon pour l'appréciation du caractère économiquement supportable et de la proportionnalité au sens de l'économie publique. En effet, les paramètres que constituent l'efficience, le caractère économiquement supportable et la proportionnalité d'une mesure sont définis en fonction du rapport utilité-coût. L'efficience est donc présentée dans le modèle comme équivalente au caractère économiquement supportable et à la proportionnalité²⁰.

7.1.2 Efficacité des mesures de protection contre le bruit

L'efficacité d'une mesure indique dans quelles proportions les objectifs fixés sont atteints en établissant un rapport entre les objectifs atteints et les objectifs fixés²¹. Au sens du législa-

¹⁹ Schedler K. 1993: Anreizsysteme in der öffentlichen Verwaltung, Berne

²⁰ cf. chap. 2.2.1: indiqué ci-après simplement par l'expression « caractère économiquement supportable »

²¹ Voir note 1 supra.

teur, il faut considérer comme point de départ, pour bien peser les intérêts, l'adéquation des résultats de la mesure avec les objectifs fixés dans la législation. En ce sens, il s'agit d'une variable qui joue le rôle de principal critère d'appréciation.

L'utilité (ou l'effet) d'une mesure s'évalue à l'aune des objectifs fixés par le législateur, à savoir, dans le domaine de la protection contre le bruit, le respect des valeurs limites d'exposition au bruit figurant dans l'OPB. On considère donc qu'une mesure est plus ou moins efficace selon la proportion de nuisances sonores excessives (dB(A) x nb d'habitants) qu'elle permet d'éviter dans une zone donnée. Ainsi, plus la nuisance résiduelle est importante moins la mesure en question est efficace.

Grâce au critère d'efficacité un écueil de taille peut être évité; il permet d'apprécier les mesures de protection contre le bruit autrement que par la seule loupe de l'efficacité car il peut arriver que certaines mesures affichent un rapport utilité-coût satisfaisant alors qu'elles induisent une nuisance résiduelle élevée. Un tel résultat permet de dire que ces mesures ne résolvent que partiellement le problème lié à l'exposition au bruit.

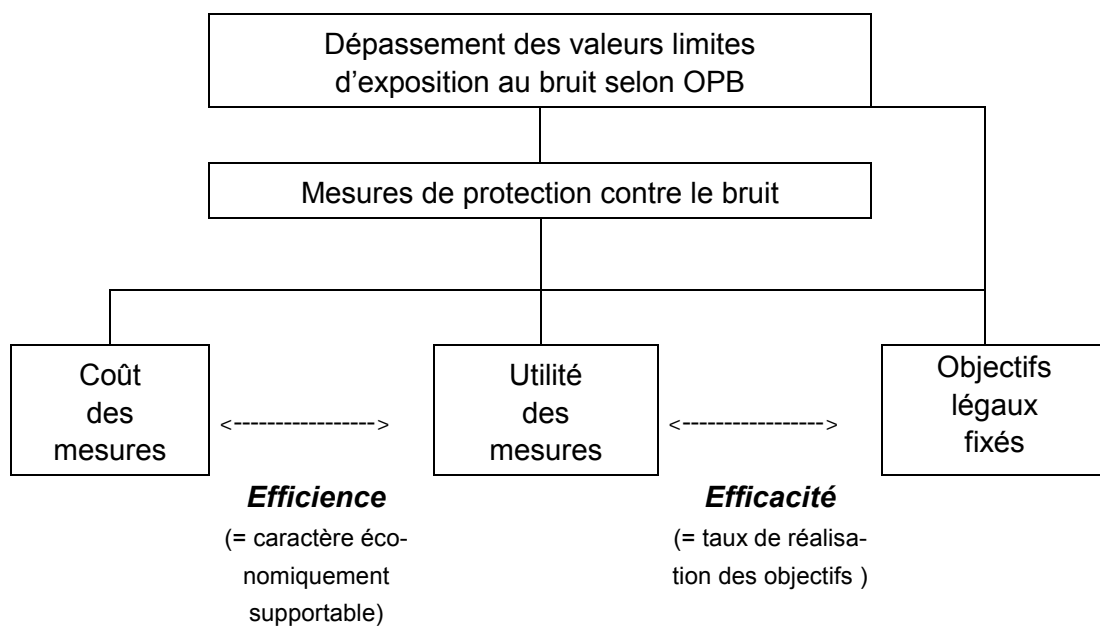


Figure 7-1: Les paramètres d'efficacité et d'efficacités utilisés comme critères d'appréciation des mesures de protection contre le bruit

7.1.3 Champ d'application du modèle

Le présent modèle s'applique à toutes les installations publiques ou concessionnaires, quel que soit le genre de bruit dont elles sont à l'origine.

7.1.4 Périmètre du modèle

Le périmètre du modèle comprend les surfaces situées, d'une part, dans la zone délimitée par la courbe isophones des VLI (assainissements) et, d'autre part, dans la courbe isophone des VP (nouvelles installations). En d'autres termes, il recouvre les secteurs dans lesquels les valeurs limites d'exposition au bruit sont dépassées. Il peut arriver qu'on ne puisse déterminer les conséquences économiques du bruit (étape A) dans certaines zones, même lorsque les valeurs limites d'exposition au bruit sont respectées, par simple manque de données acoustiques de base. Dans un tel cas, il n'est pas possible non plus d'apprécier l'utilité des mesures de protection contre le bruit (étape B).

7.1.5 Réduction de la charge acoustique prise en compte dans le modèle

La figure 7-2 montre le lien existant entre la charge acoustique et la distance par rapport à la source du bruit. Cela signifie que plus l'objet est éloigné de la source du bruit moins la charge acoustique est importante. On remarque que les mesures de protection contre le bruit infléchissent la courbe de la charge acoustique. Ainsi, l'écart constaté entre les deux courbes (soit nuisances avec ou sans mesure) permet de mesurer la réduction de la charge acoustique induite par la mesure prise et sert de base au calcul de l'utilité de la mesure.

La courbe isophone des VLI reproduite ici matérialise la frontière entre les zones 1, où des dépassements de VLI sont constatés, et 2, où il n'y a pas de dépassement (sans mesures). Notons que le présent modèle tient uniquement compte de la zone 1 (soit dépassements de VLI pour les assainissements, ou dépassements de VP dans le périmètre de nouvelles installations).

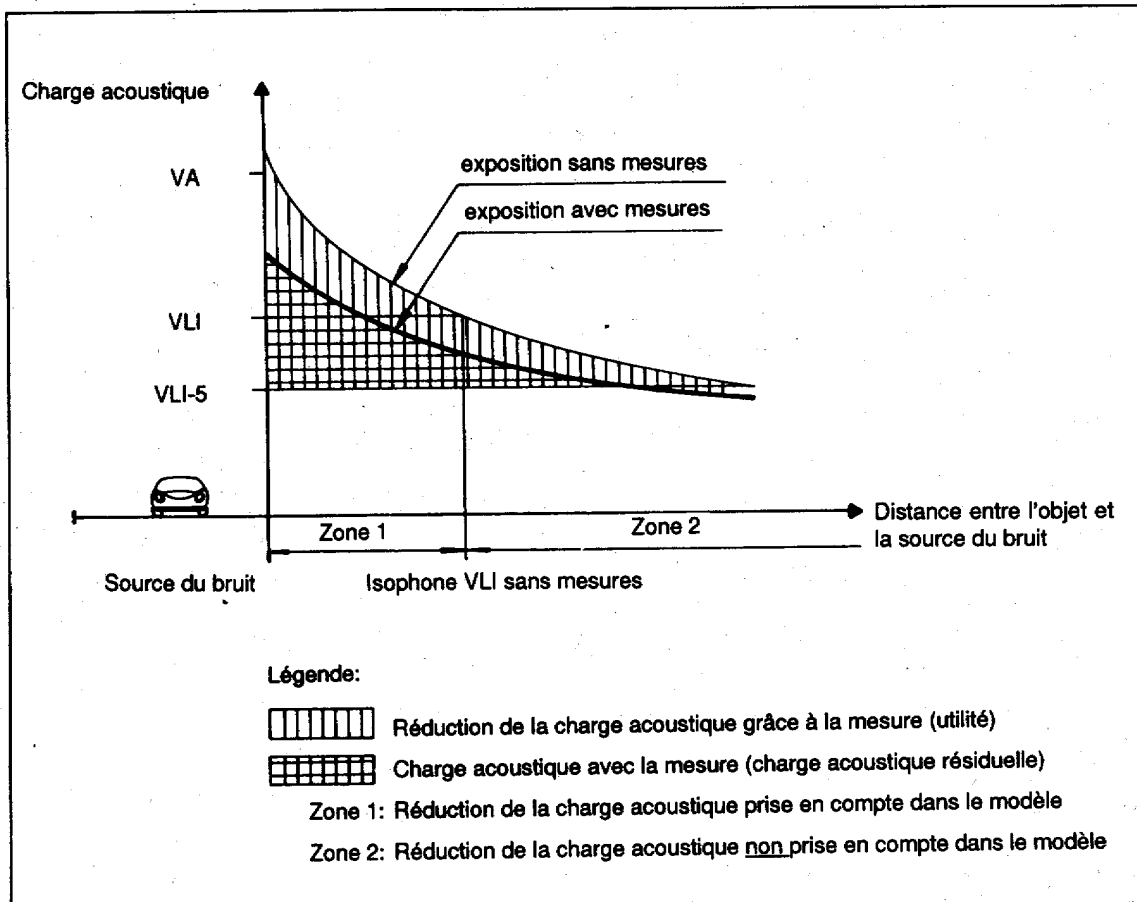


Figure 7-2: Réduction de la charge acoustique prise en compte dans le modèle (exemple d'assainissement)

7.1.6 Densité de construction prise en compte dans le modèle

Comme la densité de construction relevée au sein du périmètre de dépassement des valeurs limites considéré influe sur les résultats obtenus, il y a lieu de distinguer la surface brute au plancher en l'état actuel des constructions (*BGF effective*) de celle qui pourrait être calculée si la densité de construction légale atteignait sa valeur maximale, c'est-à-dire 100% (*BGF potentielle*).

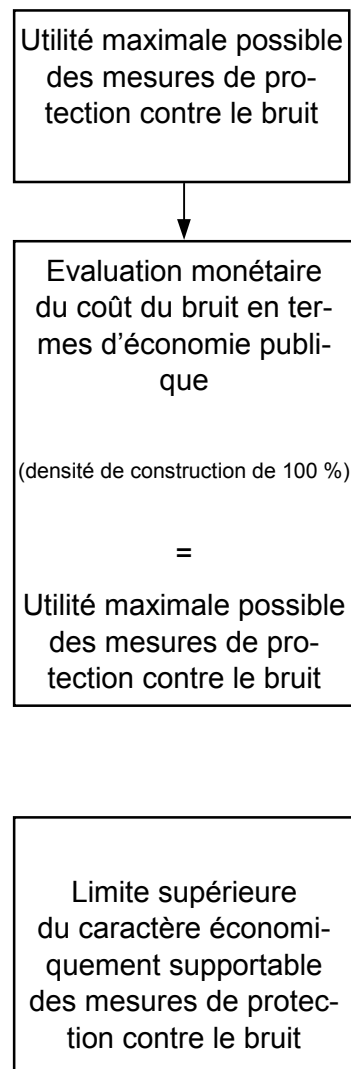
L'étape A du modèle tient compte de la BGF potentielle, tandis que l'étape B considère, dans un premier temps, la BGF effective pour calculer l'utilité des mesures puis, dans un second temps, la BGF potentielle pour évaluer l'utilité supplémentaire qui pourrait être obtenue.

7.2 Eléments de méthode

Le présent modèle s'articule *en deux étapes* (cf. fig. 7-3) qui tiennent compte des différents états et du niveau de précision requis par le projet de protection contre le bruit à évaluer. L'étape A traite de l'évaluation monétaire de l'utilité maximale possible des mesures de protection contre le bruit, alors que l'étape B permet la pesée des intérêts. Il s'agit là d'un modèle caractérisé par sa souplesse puisqu'il peut être modifié à n'importe quel stade de l'étape A ou de l'étape B pour obtenir une plus grande précision en fonction des données de base disponibles, de l'importance du projet et du calendrier jugé possible.

Etape A:

Evaluation monétaire de l'utilité maximale possible



Etape B:

Pesée des intérêts

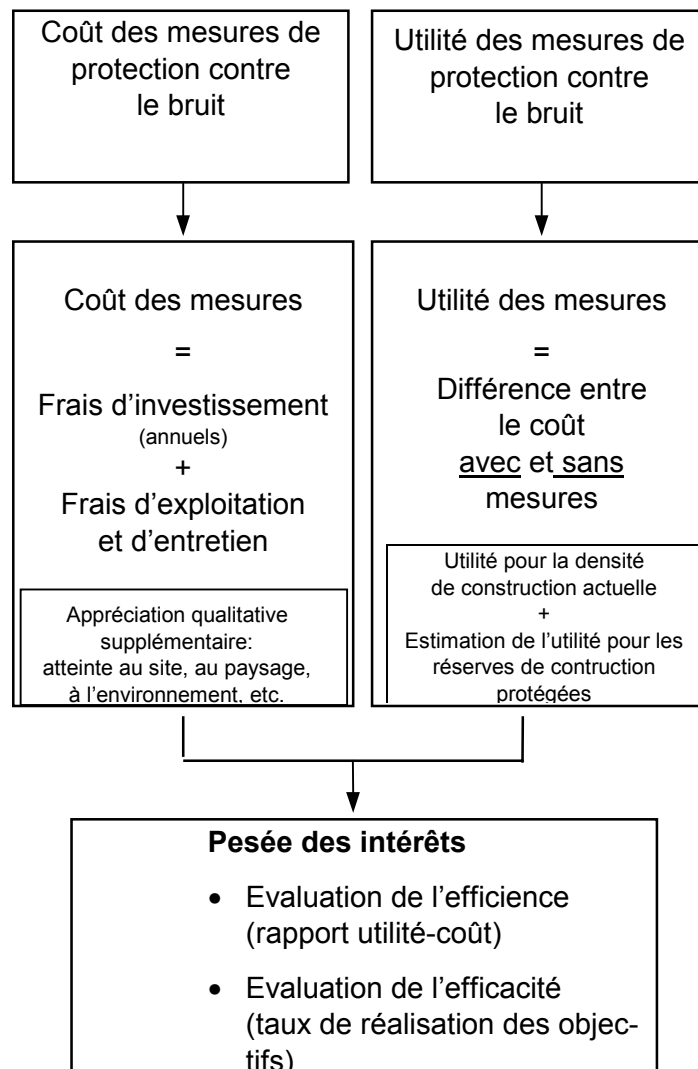


Figure 7-2: Evaluation monétaire de l'utilité maximale possible (étape A) et pesée des intérêts (étape B)

Etape A: **Evaluation monétaire de l'utilité maximale possible**

L'étape A a pour objet d'apporter les premiers éléments d'information permettant d'évaluer approximativement les coûts des mesures de protection contre le bruit. Il s'agit, ce faisant, de dégager l'utilité maximale possible de telles mesures, *indépendamment* de toute mesure concrète. Par utilité maximale possible il faut entendre l'utilité obtenue lorsqu'à l'intérieur d'une zone où des dépassements de valeurs limites sont constatés l'ensemble des nuisances sonores ont été ramenées en-deçà de la limite inférieure du coût du bruit, soit VLI-5 (assainissements) ou VP-5 (nouvelles installations). Le chapitre 5.2.1 du présent document définit *l'utilité maximale possible* comme identique au coût du bruit en termes d'économie publique qui peut être calculé à l'aide de l'approche hédoniste de formation des prix. Les surfaces des zones d'affectation comportant des dépassements de VLI et de VP constituent la base de ce calcul.

Le coût du bruit en termes d'économie publique ainsi obtenu est assimilable au *niveau maximal du caractère économiquement supportable de la protection contre le bruit*. A noter cependant que ce niveau est sous-évalué dans la mesure où le niveau des loyers (et par conséquent le coût du bruit) serait plus élevé en situation de marché libre.

Cette évaluation fournit les éléments de base permettant d'intégrer les variables que sont le coût et l'utilité dans le mécanisme de pesée des intérêts préconisé dans l'expertise juridique, mécanisme qui sert à déterminer le caractère économiquement supportable et la proportionnalité des mesures prises dans le cadre de la prévention²² et en vue de l'octroi d'allègements²³.

Etape B: **Pesée des intérêts**

L'étape B a pour objet d'évaluer l'efficacité et l'efficacé des mesures de protection contre le bruit concrètes. A cet effet, il convient de rapporter l'utilité des mesures et leur coût en termes d'économie publique afin d'apprécier si les objectifs fixés sont atteints. En ce sens, l'étape B correspond à la pesée des intérêts préconisée dans l'expertise juridique, qui sert à déterminer le caractère économiquement supportable et la proportionnalité des mesures prises dans le cadre de la prévention et en vue de l'octroi d'allègements.

Les coûts dont il faut tenir compte pour la pesée des intérêts sont les frais d'investissement ainsi que tous les frais d'exploitation et d'entretien, calculés en

²² art. 1er, al. 2 LPE, art. 11, al. 2 LPE, art. 16, al. 1er LPE et art. 8, al. 1er OPB

²³ art. 17, al. 2 LPE, art. 25, al. 2 LPE et art. 13 ss. OPB

valeur annuelle. L'évaluation détaillée des coûts en termes qualitatifs (soit les atteintes au paysage et au site, les conséquences écologiques, les conséquences sur l'aménagement du territoire, sur la sécurité du trafic, et sur la qualité de vie et la qualité du logement) est laissée de côté. Ces critères n'en sont pas moins à leur place dans le présent modèle puisque la raison d'être du projet de protection contre le bruit découle des préjudices énumérés ci-dessus.

L'utilité dont il faut tenir compte pour la pesée des intérêts correspond au coût du bruit qui peut être évité si des mesures sont prises (équivalent à l'écart entre le coût du bruit avec et sans mesures). L'utilité dont il est question dans la présente étape est calculée en fonction de la densité de construction actuelle, mais tient également compte de l'évaluation de l'utilité supplémentaire calculée en fonction des réserves de construction disponibles.

En comparant l'utilité et le coût des mesures de protection contre le bruit en termes monétaires, on évalue *l'efficience*, grandeur révélatrice du caractère économiquement supportable des mesures en termes d'économie publique, ainsi que *l'efficacité* (taux de réalisation des objectifs), grandeur qui indique dans quelle proportion les objectifs légaux (100%) sont atteints.

7.3 Etape A: évaluation monétaire de l'utilité maximale possible

7.3.1 Formule permettant de calculer le coût du bruit en termes d'économie publique

La formule indiquée ci-dessous est celle du coût du bruit en termes d'économie publique ($VK_{L\grave{a}rm}$) calculée à l'aide de la méthode hédoniste de formation des prix:

$$VK_{L\grave{a}rm} = \sum BGF_i * g_i * f_i * m$$

Signification des termes de la formule:

= coût annuel du bruit			
Composantes non exprimables en francs:		Composantes exprimables en francs:	
i	Classe de bruit	f_i	Facteur du loyer par classe de bruit (pourcentage du loyer par dB(A))
BGF_i	Surface brute au plancher par classe de bruit (m^2)	m	Loyer annuel par m^2 de BGF classé selon 5 types de région
g_i	Dépassement moyen du niveau minimal (VLI-5, VP-5) en dB(A) par classe de bruit		

7.3.2 Classes de bruit (i)

Dans le présent modèle, nous avons distingué quatre classes de bruit qui caractérisent les différents niveaux d'immission recensés au sein des surfaces de zones d'affectation anormalement exposées au bruit. Nous avons défini les différentes classes en fonction des valeurs limites d'exposition au bruit de l'OPB et de la limite inférieure du coût du bruit en termes d'économie publique qui a été défini (VLI-5, VP-5):

Classe de bruit 1	> VA	valeur d'alarme dépassée
Classe de bruit 2	VLI - VA	nuisance sonore comprise entre la valeur limite d'immission et la valeur d'alarme
Classe de bruit 3	VLI-5 - VLI	nuisance sonore comprise entre la valeur limite d'immission moins 5 dB(A) et la valeur limite d'immission (pour les assainissements)
	VP - VLI	nuisance sonore comprise entre la valeur de planification et la valeur limite d'immission (pour les nouvelles installations)
Classe de bruit 4	VP-5 - VP	nuisance sonore comprise entre la valeur de planification moins 5 dB(A) et la valeur de planification (uniquement pour les nouvelles installations)

La classe de bruit 4 vaut uniquement pour les *nouvelles installations*. Elle n'a pas applicable aux installations existantes pour lesquelles l'OPB prévoit l'obligation d'assainir seulement à partir de VLI ainsi que pour les installations notablement modifiées au sens des articles 7, 8 et 13 de l'OPB.

7.3.3 Surface brute au plancher par classe de bruit (BGF_i)

Le périmètre du projet correspond à la surface de zone d'affectation où des dépassements de valeurs limites sont constatés, autrement dit à toutes les surfaces correspondant aux isophones VLI (pour les assainissements) et aux isophones VP (pour les nouvelles installations). Ensuite, on calcule pour ce périmètre la surface brute au plancher (BGF) sur la base de l'indice d'utilisation réglementaire par zone d'affectation.

La BGF est différente selon l'affectation de la zone sur laquelle elle porte. Ainsi, on distingue des BGF pour les zones affectées à l'habitation, pour celles affectées à l'emploi (bureaux, artisanat et industrie) et pour celles affectées aux bâtiments publics (écoles, hôpitaux, etc.). Ces deux derniers types de zone sont traités dans notre modèle de la même façon que les zones affectées à l'habitat. Toutefois, pour les zones artisanales et industrielles, il n'est tenu compte que de la partie exposée au bruit. Un indice d'utilisation diminué permet de corriger ces données.

7.3.4 Dépassement moyen du niveau minimal (g_i)

Chaque classe de bruit correspond à une nuisance sonore moyenne qui est obtenue en calculant la moyenne arithmétique des limites inférieure et supérieure de la classe. Par dépas-

sement moyen on entend la différence obtenue par rapport au niveau minimal tel qu'il a été défini (VLI-5 et VP-5)²⁴.

Rappelons que pour calculer le coût du bruit en termes d'économie publique causé par les installations existantes (assainissement) et par les nouvelles installations, on prend comme niveau minimal des valeurs différentes (VLI-5 pour les premières et VP-5 pour les secondes). Cela étant, on note que le dépassement moyen de valeur limite déterminant pour les assainissements est en général inférieur de 5 db(A) à celui qui est admis pour les nouvelles installations.

7.3.5 Coefficient de loyer par classe de bruit (f_i)

C'est sur le facteur de loyer que repose la théorie hédoniste de formation des prix dans la mesure où il indique le pourcentage du loyer correspondant à une variation du niveau sonore de 1 dB(A) en plus ou en moins. Cette relation matérialise implicitement la disposition à payer de la population pour garantir sa tranquillité. Un certain nombre d'études effectuées en Suisse et à l'étranger (Etats-Unis, Canada, Allemagne) donnent une idée des valeurs empiriques qui peuvent être attribuées à ce facteur (cf. annexe 1).

D'après les enquêtes qui ont été conduites, la disposition par décibel en moins augmente proportionnellement au revenu. Le coefficient de loyer tient compte de la situation où un ménage disposant d'un revenu plus élevé s'installe dans un quartier aux loyers plus chers. Toutefois, ce coefficient ne tient pas compte du fait, avéré par des études socio-psychologiques, que la disposition à payer augmente avec le niveau sonore subi. Par exemple, une réduction de 1 décibel a plus de valeur pour les habitants d'un quartier très bruyant (s'il s'agit de passer de 71 à 70 dB(A) plutôt que de passer de 61 à 60 dB(A)). Le coefficient de loyer différencié (selon les classes de bruit) a justement été mis au point pour tenir compte de ces deux facteurs à la fois.

Au vu des résultats des enquêtes citées ci-dessus, nous avons choisi d'utiliser pour le présent modèle un coefficient de loyer oscillant de 0,8 à 1% par décibel.

Application du coefficient de loyer aux zones non affectées à l'habitation

Les quartiers résidentiels ne sont pas les seuls à subir les conséquences économiques du bruit. En fait, toutes les zones où des individus sont exposés à des nuisances sonores excessives subissent de telles conséquences. Ayant constaté qu'à ce jour aucune étude n'avait été menée sur la variation du coefficient de loyer induite par le bruit dans les zones non-résidentielles, nous avons décidé de procéder à une extrapolation à partir des données disponibles pour les zones résidentielles (zones d'habitation). Cette méthode nous semble justifiée pour les raisons énumérées ci-dessous:

- Les *degrés de sensibilité* au bruit permettent de rendre compte des différences de sensibilité constatées dans les zones non-résidentielles par rapport aux zones résidentielles. Ain-

²⁴ Lorsqu'il est possible de déterminer précisément la nuisance sonore correspondant à une classe de bruit, il faut tenir compte du dépassement exact de la valeur limite d'exposition au bruit.

si, on définit des valeurs limites plus basses pour les zones sensibles au bruit auxquelles un degré de sensibilité bas est attribué. Cela se traduit, dans notre modèle, par un dépassement de valeur limite moyen plus élevé à niveaux sonores équivalents.

- Dans le présent modèle, nous considérons uniquement les zones qui, de par leur *affectation*, sont *sensibles au bruit*. Nous tenons donc compte des zones artisanales et industrielles dont l'indice d'utilisation est fortement réduit puisque, dans un tel cas, la proportion de zone exposée au bruit est très peu élevée. En outre, nous partons du principe que la disposition à payer pour une réduction de bruit des individus travaillant ou habitant dans les zones non-résidentielles est semblable à celle des individus habitant dans les zones résidentielles.
- Les experts²⁵, s'appuyant sur les conclusions des études scientifiques conduites sur la gêne induite par le bruit, sont d'avis que les conséquences sur le psycho-mental des individus exposés au bruit sur le lieu de travail sont au moins aussi graves que celles que subissent les individus sur leur lieu d'habitation. Ils invoquent comme raison le changement d'environnement. Tout individu exposé sur son lieu de travail à un stress important induit par un niveau sonore élevé développe une plus grande sensibilité au bruit sur son lieu d'habitation, tout particulièrement la nuit.

Par conséquent, il nous a semblé justifié d'utiliser le même coefficient de loyer pour les zones non-résidentielles.

7.3.6 Loyer annuel par m² de surface brute au plancher (m)

Le loyer défini par la méthode hédoniste de formation des prix sert de base de calcul des coûts en termes d'économie publique.

Etant donné qu'il est techniquement impossible (eu égard aux méthodes d'enquête et à la protection des données) de calculer le niveau des loyers pour une zone donnée, nous utilisons un *loyer unitaire*, qui reflète le prix moyen du mètre carré de BGF dans une zone d'habitation, prix obtenu au terme d'études statistiques. A noter que le présent modèle n'opère pas de distinguo entre logement en location et propriété privée.

L'ouvrage « Le logement en Suisse »²⁶, élaboré grâce aux résultats du recensement fédéral de 1990, donne une idée de la situation du logement en Suisse. Il en ressort que le loyer mensuel moyen d'un logement en Suisse représente 10.70 francs par mètre carré de surface habitable, autrement dit 128.40 francs le mètre carré en termes annuels²⁷.

A partir de là, pour obtenir le prix au mètre carré de surface brute au plancher, nous avons eu recours aux données de Naegeli/Wenger²⁸, où l'on considère que la surface habitable représente 79% de la BGF. En prenant comme référence l'indice des prix de mai 1995 (soit une hausse de 25,6%), nous obtenons le loyer suivant:

$$1 \text{ m}^2 \text{ de BGF par an (1995)} = \text{Fr. 127.40.}$$

²⁵ Krüger Helmut, professeur d'hygiène et d'ergonomie, EPF Zurich, entretien du 9.5.96.

²⁶ Office fédéral de la statistique (OFS): Le logement en Suisse, Berne 1996

²⁷ OFS, op. cit. p. 223

²⁸ Naegeli, W./ Wenger H.: Der Liegenschaftenschätzer (Handbuch); Zürich 1997

Par ailleurs, nous partons du principe que le loyer annuel des surfaces commerciales et administratives situées dans des zones artisanales et industrielles ou dans des bâtiments publics est du même ordre de grandeur que celui des surfaces habitables. Certes, la construction de surfaces commerciales peut se révéler meilleur marché, mais les loyers de ces surfaces sont sujets à des variations nettement plus fortes que ceux des surfaces habitables. Ainsi, s'il y a quelques années encore le niveau des loyers des bureaux dépassait celui des loyers des logements, aujourd'hui la tendance s'est inversée.

Un appartement d'une surface habitable de 90 m² (taille moyenne d'un appartement de 3 à 4 pièces en Suisse) représente environ 114 m² de BGF et coûte donc 14'500.-- francs par an ou 1'210.-- francs par mois.

Dans le présent modèle, nous avons repris les distinctions opérées par l'OFS pour le loyer annuel selon les types de région²⁹ (cf. carte du chapitre 8.2, sous-étape A.5).

7.3.7 Coûts induits par le bruit en termes d'économie publique en fonction des zones d'affectation

Dans l'exemple suivant (cas d'une nouvelle installation), les coûts induits par le bruit en termes d'économie publique (base: VP attribuée aux nouvelles installations) sont calculés à superficie égale (1'000 m² de BGF) et à niveau sonore égal (nuisance moyenne: 72,5 dB(A)) dans trois zones d'affectation distinctes (zone d'habitation, zone mixte et zone industrielle). Le tableau reproduit ci-dessous montre clairement le lien existant entre le type de zone d'affectation et l'importance des coûts induits par le bruit en termes d'économie publique.

Critères	Zone d'habitation	Zone mixte H/A	Zone industrielle
BGF exposée au bruit	1'000 m ²	1'000 m ²	1'000 m ²
dont part utilisée exposée au bruit	1'000 m ² 100 %	1'000 m ² 100 %	100 m ² (10 %)
Nuisance sonore moyenne	72,5 dB(A)	72,5 dB(A)	72,5 dB(A)
Classe de bruit	1 (> VA)	1 (> VA)	2 (VLI-VA)
VP déterminante	55	60	65
Dépassement moyen du niveau minimal (VP-5) en dB(A)	22,5	17,5	12,5
Coefficient de loyer	1 %	1 %	0,9 %
Loyer annuel par m ² de BGF et par an (moyenne suisse)	Fr. 127.40	Fr. 127.40	Fr. 127.40
Coûts annuels induits par le bruit en termes d'économie publique	Fr. 28'665.-	Fr. 22'295.-	Fr. 1'433.25

²⁹ Distinction faite par l'OFS, op. cit. p. 248, carte 1

Figure 7-3: Comparaison des coûts induits par le bruit en termes d'économie publique en fonction des zones d'affectation

7.4 Etape B: rapport utilité-coût

Contrairement à l'étape A, l'étape B est fondée sur un projet concret de protection contre le bruit grâce auquel les variables que constituent l'utilité et le coût des mesures de protection contre le bruit sont d'abord mesurées pour être ensuite comparées l'une avec l'autre.

7.4.1 Calcul du coût des mesures de protection contre le bruit

Les coûts induits par le bruit, calculés en termes annuels, englobent les frais d'investissement (coûts administratifs, coûts d'acquisition de terrains, coûts d'élaboration des plans et études, coûts de construction, coûts d'installation) et les frais d'exploitation et d'entretien.

Voir chapitre 8.3.2, sous-étape B.1, pour de plus amples détails.

7.4.2 Calcul de l'utilité des mesures de protection contre le bruit

La formule indiquée ci-dessous est celle de l'utilité en termes d'économie publique des mesures de protection contre le bruit calculée à l'aide de la méthode hédoniste de formation des prix:

$$VN_{LSM} = VK_{Lärm \text{ sans LSM}} - VK_{Lärm \text{ mit LSM}} = [\sum_{\text{ohne LSM}} (BGF_i * g_i * f_i) - \sum_{\text{mit LSM}} (BGF_i * g_i * f_i)] * m$$

Signification des termes de la formule:

VN_{LSM}	=	Utilité annuelle des mesures de protection contre le bruit résultant de la différence entre le coût avec et sans mesure de protection contre le bruit (MPB)	
$VK_{Lärm \text{ ohne LSM}}$	=	Coût annuel induit par le bruit sans mesure de protection contre le bruit (MPB)	
$VK_{Lärm \text{ mit LSM}}$	=	Coût annuel induit par le bruit avec mesures de protection contre le bruit (MPB)	
<i>Composantes de la matrice des objets (non exprimables en francs):</i>		<i>Composantes de la matrice des valeurs (en francs):</i>	
i	Classe de bruit	f_i	Coefficient de loyer par classe de bruit
BGF_i	Surface brute au plancher par classe de bruit et situation avec ou sans MPB à l'intérieur du périmètre délimité par les isophones	m	Loyer annuel par m ² de BGF classé selon 5 types de région
g_i	Dépassement moyen du niveau minimal (VLI-5, VP-5) en dB(A)		

Les définitions relatives à la classe de bruit (i), à la surface brute de plancher (BGF_i), au dépassement moyen du niveau minimal (g_i), au coefficient de loyer (f_i) sont identiques à celles

figurant à l'étape A (cf. chapitre 7.3). Pour de plus amples détails, consultez le chapitre 8.3.2.

L'appréciation globale des mesures de protection contre le bruit effectuée dans le cadre de la pesée des intérêts vise à évaluer l'efficacité et l'efficacités des mesures.

L'*efficacité*, matérialisée par le rapport utilité-coût, est définie comme l'utilité par franc investi dans la protection contre le bruit. Les évaluations visant à déterminer l'efficacité présentent un grand intérêt lorsqu'il s'agit de comparer entre elles différentes mesures de protection contre le bruit, soit des mesures proposées comme alternative dans le cadre d'un projet donné, soit des mesures portant sur des projets différents conduits dans des circonstances analogues.

Quant à l'*efficacité* (taux de réalisation des objectifs), elle dépasse le cadre de la simple problématique économique pour placer au centre des préoccupations les objectifs que les mesures de protection contre le bruit doivent permettre d'atteindre. Ainsi, même lorsqu'une mesure offre un « excédent » d'utilité et semble plus efficace que d'autres, cela ne signifie en rien qu'elle permette d'obtenir l'effet souhaité (respect des valeurs limites) dans les proportions escomptées. Précisons donc qu'une mesure est d'autant plus efficace que la nuisance résiduelle (seuil incompressible du dépassement de valeur limite) est réduite. Cette nuisance résiduelle peut s'exprimer soit sous forme acoustique (nb d'habitants x dB(A) au-delà de la valeur limite) soit sous forme monétaire (coûts restants induits par le bruit).

7.5 Problèmes de méthode non résolus

L'évaluation monétaire de l'utilité des mesures de protection contre le bruit pose des problèmes de méthode qui ne sont pas sans conséquences sur la fiabilité des résultats obtenus lors de l'application du modèle. Nous énumérons ci-dessous les domaines pour lesquels certains problèmes peuvent apparaître au moment de l'interprétation des résultats.

- *Hypothèses et simplifications*: on ne peut évaluer l'utilité en termes monétaires pour la comparer au coût sans émettre un certain nombre d'hypothèses ni simplifier les composantes non exprimables en francs (matrice des objets, par ex. isophones des valeurs limites, densité de construction) et surtout les composantes exprimables en francs (matrice des valeurs). Cela transparaît évidemment dans les résultats obtenus.
- *Limites de l'approche hédoniste de formation des prix*: cette méthode ne permet d'évaluer les conséquences économiques du bruit que dans la mesure où l'individu exposé au bruit en prend conscience et que ses décisions sur le marché immobilier (disposition à payer) s'en trouvent influencées. C'est dire que cette méthode ne prend pas en compte les conséquences plus insidieuses que peut avoir le bruit, sur la santé par exemple (séquelles à long terme). Il n'en reste pas moins que la méthode hédoniste reste le moyen le plus précis d'évaluer les coûts induits par le bruit.
- *Coefficient de loyer*: ce coefficient, qui a été élaboré sur la base d'études à caractère hédoniste effectuées sur le bruit du trafic dans les zones d'habitation des agglomérations, est extrapolé dans le présent modèle aux autres genres de bruit ainsi qu'aux zones non-résidentielles et aux zones rurales. Pour pallier l'imprécision qui en découle, il conviendrait de se référer à des études qui auraient pour objet d'autres genres de bruit et d'autres types de zone. Or, pour l'instant, aucune étude de cet ordre n'a encore été conduite.

- *Limitation aux zones présentant un dépassement de valeur limite d'exposition au bruit:* étant donné que les calculs portent sur les coûts en termes d'économie publique induits par le bruit uniquement dans les zones où un dépassement de VLI (ou de VP dans le cas des nouvelles installations) a été constaté, les résultats qui sont obtenus pour l'étape A (coût) et pour l'étape B (utilité) sont sous-estimés. De fait, nous constatons qu'en réalité de nombreuses zones bénéficient de mesures de protection contre le bruit sans qu'il y ait de dépassement de valeur limite.
- *Niveau des loyers:* le marché immobilier en Suisse obéissant à des règles strictes, les données sont faussées, car il va de soi que, dans un contexte de libéralisation des prix, le niveau des loyers serait plus élevé, et par conséquent l'utilité qui en est déduite aussi. Dans le présent modèle, l'évaluation des prix s'effectue à l'aide de statistiques qui fournissent des loyers moyens.
- *Utilité réelle et utilité supplémentaire:* l'utilité des mesures de protection contre le bruit qui est évaluée dans le présent modèle ne reflète pas la situation correspondant à la densité de construction actuelle, dans la mesure où il est également tenu compte des réserves de construction non encore utilisées dans les zones à bâtir équipées. Pourtant, le législateur justifie la nécessité d'inclure l'utilité supplémentaire en arguant que l'obligation d'assainir vaut également pour les zones équipées non encore bâties. Nous avons toutefois tenu à distinguer expressément, dans l'étape B, l'utilité réelle de l'utilité supplémentaire.
- *Critères qualitatifs:* les coûts induits par les mesures de protection contre le bruit ne figurent pas intégralement dans le modèle puisque l'évaluation monétaire des conséquences en termes d'économie publique que peuvent avoir les atteintes de nature esthétique et écologique induites par les mesures de protection contre le bruit ne donnent lieu qu'à une appréciation qualitative. Or, le modèle ne peut tenir compte de telles atteintes que si les conséquences qu'elles ont sur l'esthétique, le paysage, la qualité de l'habitat, l'environnement sont graves au point de nécessiter la révision du projet et, par conséquent, de passer outre les intérêts dictés par l'efficacité et l'efficacité.
- *Evaluation de l'utilité des fenêtres isolantes:* étant donné que la pose de fenêtres isolantes constitue une mesure de remplacement destinée à protéger uniquement l'espace intérieur toutes fenêtres fermées, on prend en compte une utilité réduite de moitié. De plus, on sait d'expérience que les individus qui ont testé ce type de fenêtres ont des appréciations très divergentes quant à leur utilité. Il est donc délicat de procéder à une généralisation à partir de ces données.

7.6 Evaluation de l'approche préconisée dans le modèle

Le présent modèle permet d'éclairer la question du caractère économiquement supportable et de la proportionnalité des mesures de protection contre le bruit en prenant en compte le plus grand nombre d'aspects possibles. Les points énumérés ci-dessous requièrent une attention toute particulière.

- Le présent modèle met en exergue le *droit d'être protégé contre le bruit, droit que les personnes exposées au bruit peuvent faire valoir* en vertu de la législation en vigueur. Il est possible d'exprimer l'utilité des mesures de protection contre le bruit en unités monétaires pour contrebalancer les coûts des mesures à prendre qui sont, pour la plupart, déjà expri-

més sous forme monétaire. L'évaluation monétaire de l'utilité, qui est effectuée à l'aide du modèle, peut alors servir de base pour comparer les données que sont l'utilité et les coûts. Ces données sont comparables puisqu'exprimées sous la même forme. Cette comparaison utilisée à des fins d'évaluation des projets de protection contre le bruit.

- Même s'il est indéniable que la méthode qui a été retenue pour l'évaluation monétaire de l'utilité des mesures de protection contre le bruit est lacunaire et pose certains problèmes de méthode, il n'en demeure pas moins que la méthode hédoniste de formation des prix est une *méthode reconnue et attestée par la communauté scientifique*.
- Le présent modèle s'inscrit dans la droite ligne du *concept de protection contre le bruit* en vigueur en Suisse. Il est bien évident que l'utilité des mesures de protection contre le bruit est sous-estimée du fait que le modèle se réfère uniquement à des zones où sont constatés des dépassements de valeurs limites. Mais cet inconvénient est compensé du fait que le modèle se fonde sur des données fiables, qui ont reçu l'aval des autorités politiques et médicales.
- Le modèle proposé ici a été élaboré sur la base de *données et d'informations disponibles*, qui ne peuvent certes être utilisées sans être revues et corrigées, mais qui sont bel et bien utilisables.
- Le modèle, qui permet d'évaluer les différents projets et variantes selon des *critères systématiques*, garantit par là même que les souhaits exprimés par les individus, en application de l'ordonnance sur la protection contre le bruit, seront tous traités équitablement.
- La procédure mise au point en deux étapes présente l'avantage d'adapter le *degré de précision* en fonction de l'état d'avancement du projet et des exigences exprimées par les autorités chargées de l'évaluation. Aussi la précision des résultats déduits du modèle dépend-elle dans une large mesure des moyens mis en oeuvre pour rendre compte de l'utilité et du coût des mesures de protection contre le bruit.
- Le présent modèle constitue pour les détenteurs d'exploitation, les individus exposés au bruit, les bailleurs de fonds, les hommes politiques et les autorités chargées de l'application des textes législatifs un outil leur permettant d'évaluer *l'efficacité* des moyens mis en oeuvre. Ils sont ainsi à même de faire face aux demandes de mesures exagérées ainsi qu'aux requêtes visant à obtenir des allègements dont la nécessité peut être mise en doute.
- L'intégration du paramètre *d'efficacité* dans le modèle permet d'affiner l'appréciation en y ajoutant un critère dont les implications dépassent le cadre de la stricte analyse économique pour prendre une perspective socio-politique. Le respect des valeurs limites doit conserver son caractère obligatoire tant que ces valeurs demeurent fixées par voie législative.

Il ne faut pas envisager la problématique de la protection contre le bruit sous le seul angle des coûts des mesures à prendre pour y remédier et des moyens financiers dont il est possible de disposer à un moment donné. Le modèle montre que, quelle que soit l'attitude adoptée, il y aura un prix à payer, qu'il s'agisse d'un prix en espèces sonnantes et trébuchantes, pour ceux auxquels il incombe de prendre des mesures, ou d'un coût indirect pour ceux qui doivent supporter le bruit ou qui auront à en subir un jour les conséquences.

7.7 Conséquences juridiques

7.7.1 Classification systématique

L'étape A du présent modèle permet de mettre en lumière les conséquences du bruit en termes d'économie publique, que les mesures de protection contre le bruit, requises dans la législation en vigueur, permettront d'éviter. Au coût en termes d'économie publique induit par le bruit correspond l'utilité des dispositions relatives à la protection contre le bruit qui peuvent être prises. Quant à l'étape B, elle permet de vérifier si les mesures de protection contre le bruit à mettre en place auront un effet positif tant en termes d'efficacité (taux de réalisation des objectifs) qu'en termes d'efficience, autrement dit en termes d'utilité évaluée sous forme monétaire (en termes d'économie publique).

7.7.2 Signification pour le cas normal prévu dans la législation

Les dispositions destinées à limiter plus sévèrement les émissions (2e niveau du concept légal de protection contre le bruit, cf. art. 11, al. 3 LPE) prévoient que les valeurs de planification (cas des nouvelles installations, art. 25, al. 1er LPE) et que les valeurs limites d'immission (cas des assainissements, art. 13, al. 2b OPB) devront être respectées quels que soient le caractère économiquement supportable et la proportionnalité des mesures de protection contre le bruit.

Cela étant, le présent modèle s'applique exclusivement dans les cas où le détenteur de l'installation demande des allègements à titre exceptionnel en vertu de l'article 25, alinéas 2 et 3 de la LPE (nouvelles installations) ou en vertu de l'article 17 de la LPE (assainissements).

7.7.3 Installations privées

La législation prévoit également l'octroi d'allègements pour l'assainissement d'installations privées (art. 17 LPE et art. 14, al. 2 OPB) ou, de façon plus limitée, pour la construction de nouvelles installations privées (art. 25, al. 2 et 3 LPE et art. 7, al. 2 OPB).

Des exceptions à la règle énoncée dans la législation (cf. chap. 7.7.2) se justifient difficilement à moins que l'exploitation de l'installation privée ne réponde à un intérêt public (prépondérant). Aussi, tant qu'un intérêt public n'est pas déclaré, n'y a-t-il aucune raison de procéder à une pesée des intérêts visant à déterminer la nécessité et l'ampleur d'éventuels allègements qui tiendrait compte des intérêts publics. Au contraire, il suffit de conduire une analyse de proportionnalité au sens strict afin de déterminer, du point de vue de l'économie d'entreprise, la nécessité d'accorder des allègements par simple comparaison avec une entreprise type en bonne santé du même secteur (cf. annexe 5, pp. 28s.). Par conséquent, il n'y a pas lieu d'appliquer le modèle dans les cas de figure décrits ci-dessus dans la mesure où il n'est d'aucune utilité dans le processus de décision, pour autant que des allègements puissent réellement être accordés en faveur d'installations privées dont l'exploitation présente un intérêt public prépondérant.

A l'inverse, le modèle gagne d'autant plus en importance, dans l'optique de l'octroi d'allègements (cf. 7.7.4 ci-après), que l'exploitation de l'installation privée répond à un intérêt public important (cf. aussi art. 7, al. 2 OPB). Ainsi, l'autorité qui accorde des allègements en invoquant l'intérêt public doit s'attendre à troquer le raisonnement relevant de l'économie d'entreprise contre celui relevant de l'économie publique. L'emploi du présent modèle se justifie aussi lors de l'octroi d'allègements dans le cas d'installations privées non concessionnaires dont l'exploitation présente un intérêt public prépondérant ou, à tout le moins, important.

7.7.4 Allègements accordés pour des installations publiques ou concessionnaires

Le présent modèle est surtout utilisé pour traiter des demandes d'allègement portant sur des nouvelles installations (art. 25, al. 2 et 3 LPE et art. 7 ss. LPE) ou sur l'assainissement d'installations publiques ou concessionnaires (art. 17 LPE et art. 13 ss. OPB), autrement dit sur les principales sources de bruit reconnues en pratique. A cela s'ajoutent, comme nous en avons déjà fait état précédemment, les demandes concernant des installations privées qui présentent un intérêt public prépondérant ou, à tout le moins, important (cf. chap. 7.7.3).

Dans ces cas de figure, le modèle se résume à la pesée des intérêts publics et des intérêts privés des individus exposés au bruit. Il permet de mettre en regard charges et produits en opposant les coûts d'un projet de protection contre le bruit à l'utilité exprimée en termes monétaires qui en découle.

7.7.5 Prévention

Quant à l'ampleur des mesures prises à titre préventif en faveur de nouvelles installations et d'installations publiques ou concessionnaires à assainir, elle est déterminée elle aussi en fonction de l'équilibre entre intérêts privés et intérêts publics (art. 11, al. 2 LPE, art. 7, al. 1a OPB et art. 13, al. 2a OPB). C'est dire que le présent modèle est fondamentalement approprié à l'optimisation de l'utilité et des coûts. Cependant, nous constatons qu'en pratique il n'est presque jamais appliqué dans le cadre de la prévention en comparaison avec l'octroi d'allègements. En fait, les mesures prises à titre préventif sont généralement déterminées, pour les nouvelles installations, par les valeurs de planification (art. 7, al. 1b OPB) et, pour l'assainissement des installations, par les valeurs limites d'immissions (art. 13, al. 4b OPB) et il est rare que des mesures de plus grande ampleur soient prises à titre préventif. Si tel était le cas, elles ne pourraient être prises - ne serait-ce que pour des raisons financières - sur la base d'un modèle que dans certains cas bien précis.

Pour conclure, rappelons que le présent modèle, quoique tout à fait approprié pour déterminer des mesures à prendre à titre préventif, ne devrait être utilisé en pratique que dans des cas bien spécifiques.

8 Explication des étapes

8.1 Principes

8.1.1 Généralités

<i>Périmètre</i>	Le modèle s'applique à toutes les zones où les valeurs limites fixées dans l'OPB (VLI pour les assainissements et VP pour les nouvelles installations) sont dépassées.
<i>Limite inférieure des coûts induits par le bruit</i>	Par limite inférieure des coûts induits par le bruit on entend une nuisance sonore qui est inférieure de 5 dB(A) aux valeurs limites d'exposition au bruit déterminantes selon l'OPB (VLI-5 pour les assainissements et VP-5 pour les nouvelles installations).
<i>Bâtiments en dehors de la zone à bâtir</i>	Pour les bâtiments situés en dehors des zones à bâtir (ex. : zones agricoles), l'étape A tient compte de la surface brute au plancher (BGF) de la partie habitable du bâtiment, car il faut des conditions spéciales pour qu'une construction soit autorisée sur de telles zones et, de toute façon, il n'existe pas d'indice d'utilisation pour ces zones.
<i>Installations de tir ayant une correction de niveau $K < -15$</i>	Conformément à l'OPB (Annexe 7, paragraphe 2), aucune valeur d'alarme n'est valable pour le bruit des installations de tir ayant une correction de niveau $K < -15$. Dans le voisinage de telles installations, des mesures d'isolation acoustique au sens de l'article 15 OPB (fenêtres isolantes) ne sont pas nécessaires. Cette exception mise à part, les bâtiments exposés à ce bruit sont évalués en fonction de la nuisance sonore effective qu'ils subissent.

8.1.2 Etape A

<i>Période déterminante pour la définition des isophones</i>	Les isophones de valeurs limites sont définis pour la période (jour/nuit) qui présente le dépassement de valeurs limites le plus élevé.
<i>Isophones: rôle des bâtiments existants</i>	Pour définir les isophones de valeurs limites, on tient automatiquement compte de l'effet d'obstacle que les bâtiments existants ont sur le bruit. Cela n'est évidemment pas pertinent pour les zones non construites, dont la surface est plus importante ; la BGF potentiellement exposée au bruit s'en trouve surestimée.
<i>Calcul de la BGF présentant des dépassements de valeur d'alarme</i>	Pour les <i>sources de bruit ponctuelles</i> , telles que les usines ou les installations de tir, on relève la surface de zones VA (même procédure que pour les zones avec dépassement de VLI) que l'on multiplie par l'indice d'utilisation.

Pour les *sources de bruit linéaires*, telles que le trafic routier ou le trafic ferroviaire, on relève directement la surface bâtie que l'on multiplie par le nombre d'étages, car les calculs seraient erronés si l'on prenait la surface de zones VA comme paramètre.

8.1.3 Etape B

Réserves de construction présentant des dépassements de valeurs limites

Il est impossible d'évaluer les réserves de construction bénéficiant de mesures de protection contre le bruit (BGF constructibles du point de vue du droit de superficie mais non encore utilisées) sans mettre en œuvre des moyens démesurés. Aussi a-t-on décidé d'estimer l'utilité des réserves de construction (désignée ci-après sous le terme d'*utilité supplémentaire*) par analogie avec l'effet de protection obtenu pour les surfaces des zones bâties existantes.

On a pu observer, pour les bâtiments à plusieurs étages bénéficiant de mesures de protection contre le bruit, des résultats très différents d'un étage à l'autre. Dans la plupart des cas, une paroi antibruit protège bien l'étage inférieur (les VLI y sont respectées) alors que l'effet en est presque insignifiant pour l'étage supérieur.

On peut conclure que, dans un tel cas de figure, l'isophone de valeur limite valable pour l'étage le plus exposé au bruit n'est pas fiable pour les étages moins exposés et qu'il est donc impossible d'évaluer l'utilité de la mesure en question, sous peine de communiquer des résultats erronés. Il faut se contenter, pour l'étape B, de calculer la BGF effective présentant des dépassements de valeurs limites (calculs par étage).

8.2 Etape A: évaluation monétaire de l'utilité maximale possible

8.2.1 Tableau synoptique des sous-étapes A.1 à A.5

Activité		Documents de référence	Durée en jours	Problèmes, observations
Calcul de la nuisance sonore				
A.1	Détermination des isophones de valeurs limites	Cadastre de bruit, études sur le bruit	env. 2 - 4 jours	Non pris en compte: effets d'obstacle; les étages non construits; dépassement des valeurs limites hors du périmètre
A.2	Calcul de la surface de zones d'affectation présentant des dépassements de valeurs limites	Plan de zones		Pour les dépassements de VA, on calcule la surface bâtie au lieu de la surface de zones d'affectation
A.3	Calcul de la BGF présentant des dépassements de valeurs limites (pour les zones bâties à 100%)	Plan de zones et règlement des constructions		Postulat : densité de construction de la zone à bâtir équipée non construite = 100 %
A.4	Calcul de la nuisance sonore (en dB(A) x BGF)	Modèle		Dépassement moyen du niveau minimal fixé: VLI-5 (assainissements), VP-5 (nouvelles installations)
Evaluation monétaire				
A.5	Calcul des coûts induits par le bruit en termes d'économie publique (en francs) = utilité maximale possible des mesures de protection contre le bruit	Sous-étape A.4; coefficient de loyer et loyer donnés	env. 1/2 jour	Si l'on part du principe qu'il n'existe plus de nuisance sonore au-delà de VLI-5 et VP-5, le résultat obtenu représente le niveau maximal du caractère économiquement supportable des mesures de protection contre le bruit

Tableau 8-1: Etape A: Evaluation monétaire de l'utilité maximale possible

* La durée du travail supplémentaire correspond à l'estimation approximative qui a été faite pour un projet d'assainissement de route d'environ 1 km de long. Mais cette durée peut varier d'un projet à l'autre en fonction des données disponibles.

8.2.2 Détail des étapes

A.1 Détermination des isophones de valeurs limites

Principe

L'attribution des classes de bruit s'effectue sur la base des isophones de valeurs limites d'immission et de valeurs d'alarme. Pour les nouvelles installations, il faut y ajouter les isophones de valeurs de planification. Lorsqu'il s'agit de sources de bruit linéaires, les isophones de valeurs d'alarme ne sont pas nécessaires.

Les isophones servent à délimiter les surfaces de zone d'affectation à l'aide des dépassements de valeurs limites. En d'autres termes, l'on considère qu'à l'intérieur d'une surface (c.-à-d. entre la source du bruit et les isophones) la valeur limite d'exposition au bruit déterminante est dépassée.

Pour les sources de bruit linéaires décelées dans les zones à bâtir construites, il y a lieu de séparer du calcul les bâtiments dans lesquels des dépassements de valeurs d'alarme sont constatés et de calculer la BGF directement à partir de la surface bâtie. Pour les mêmes sources de bruit dans les zones à bâtir non construites, les dépassements de valeurs d'alarme sont traités comme des dépassements de VLI, c'est-à-dire qu'ils sont rangés dans la classe de bruit 2.

Démarche

Dans un premier temps, les niveaux d'évaluation des points les plus exposés (dernier étage, dans le cas d'un bâtiment à étages) figurant dans le cadastre de bruit sont reportés dans les plans de base, à moins que ces données ne figurent déjà sur les plans (cadastre de bruit des CFF p. ex.). Dans un deuxième temps, il faut choisir entre les valeurs enregistrées le jour ou celles enregistrées la nuit. En fait, cela dépend du moment où les dépassements de valeurs limites sont en général les plus élevés. Dans un troisième temps, il faut consulter le règlement des constructions et/ou le plan des zones d'affectation de la commune concernée pour relever les degrés de sensibilité des différentes zones d'affectation et les indiquer, de préférence en couleur, sur les plans de base. Ensuite, les isophones des valeurs limites seront déterminés.

Documents de référence

Pour les projets d'assainissement, il faut se référer au cadastre de bruit, car les données contenues dans les cadastres sommaires ne sont pas exploitables. En ce qui concerne les projets de construction, il faut tenir compte de l'étude sur le bruit détaillée (prévision relative au bruit) qui contient des valeurs d'immission allant jusqu'à la valeur de planification. L'échelle recommandée pour les plans de base est 1 :2'000 ou 1 :1'000.

Pour déterminer les isophones de valeurs limites à partir des données figurant au cadastre, il est nécessaire d'avoir des connaissances de base en acoustique ainsi qu'un minimum de connaissances des lieux, notamment de la topographie (mode de propagation du bruit, obstacles au bruit). Il peut également être utile de demander l'avis d'un acousti-

cien (de préférence le collaborateur du cadastre de bruit auquel il est fait référence).

Normes

Valeurs limites d'exposition au bruit déterminantes au sens de l'OPB.

Problèmes/
Observations

Bâtiments dont le nombre d'étages est inférieur au nombre réglementaire (ou la hauteur inférieure à la hauteur réglementaire)

Si le bâtiment construit (ex.: immeubles à deux étages dans une zone d'habitation W4) n'atteint pas le nombre d'étages ni la hauteur prévue par le règlement des constructions, il peut arriver que le bâtiment en question (immeuble de 2 étages p. ex.) ne présente pas de dépassement de valeurs limites alors que le bâtiment qui aurait pu être construit selon les normes du règlement des constructions (immeuble de 4 étages p. ex.) en aurait présenté. Dans un tel cas de figure, il convient de déterminer l'isophone correspondant à la hauteur d'immeuble prévue par le règlement des constructions. Si l'exposition au bruit dans les étages supérieurs ne peut être déduite de données disponibles sur des immeubles voisins de même hauteur, il y a lieu de la calculer en collaboration avec l'acousticien.

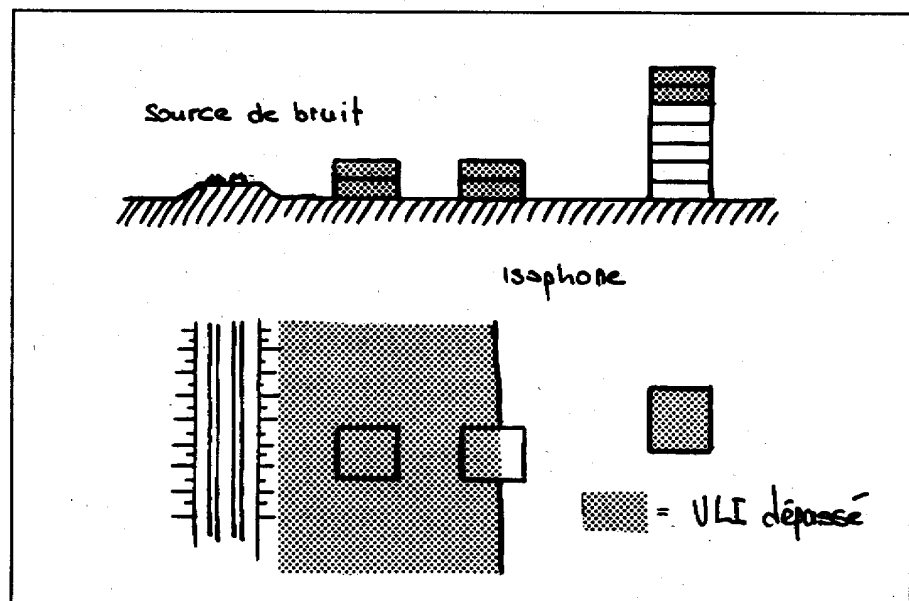


Figure 8-1: Importance de la hauteur des immeubles dans le calcul des isophones de valeurs limites

Effet d'obstacle

A cause d'un obstacle donné, il peut arriver que la nuisance sonore varie beaucoup d'un étage à l'autre. Ainsi, par exemple, un buisson protégera du bruit le premier étage alors que le dernier étage sera pleinement exposé au bruit. Rappelons que l'isophone est déterminé en fonction de la charge acoustique la plus élevée (en règle générale celle à laquelle le dernier étage est exposé). On comprendra donc pourquoi la BGF et les coûts induits par le bruit sont surestimés, même s'ils demeurent dans les limites de précision prévues par l'étape A (cf. fig. 8-2).

Dépassements des valeurs limites hors du périmètre des isophones de valeurs limites

Les isophones de valeurs limites sont définis en fonction des zones d'affectation prévues par le règlement des constructions. Il peut arriver que certains bâtiments exposés à des dépassements de valeurs limites soient situés en dehors du périmètre des isophones (cas d'immeubles dont la hauteur excède celle des bâtiments existants et dont les étages supérieurs présentent des dépassements de valeurs limites ou encore d'immeubles plus éloignés construits sur un terrain en pente). Dans un tel cas, la BGF est calculée à l'aide de la surface bâtie et du nombre d'étages (ou, en cas de doute, de l'ensemble de l'immeuble) exposés à des dépassements de valeurs limites.

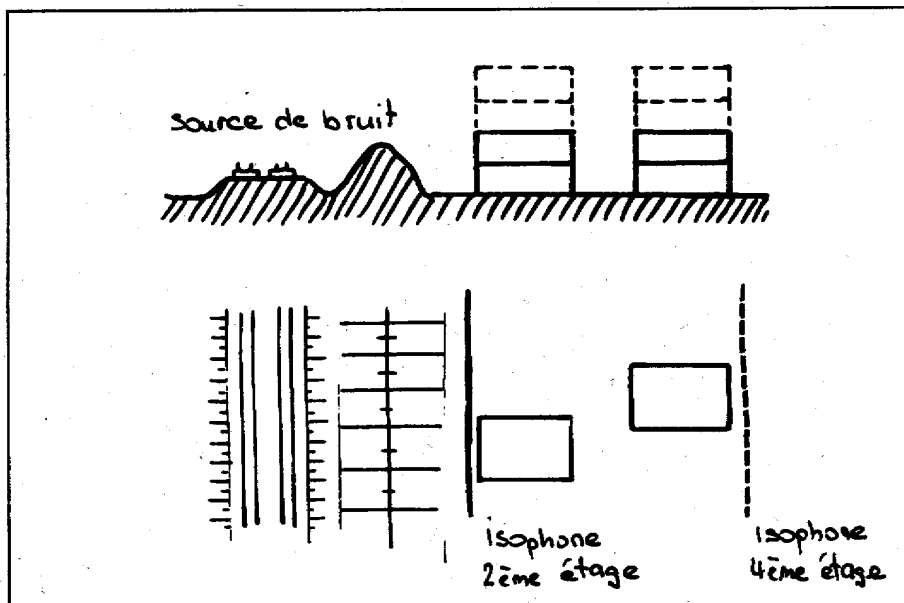


Figure 8-2: Dépassements de valeurs limites hors du périmètre des isophones

A.2 Calcul de la surface de zones d'affectation par classe de bruit

Principe

Il s'agit de calculer des surfaces de zones d'affectation pour lesquelles les valeurs limites d'exposition au bruit en vigueur sont dépassées. Les calculs portent à la fois sur des zones construites et des zones non construites.

- Pour les **installations existantes et modifiées**, il s'agit de calculer la surface des zones à bâtir construites, de même que celles des zones à bâtir non construites mais équipées.
- Pour les **nouvelles installations**, il s'agit de calculer la surface de la totalité de la zone à bâtir, zone à bâtir non construite et non équipée incluse.

Le calcul des surfaces des zones d'affectation soumises à des nuisances sonores excessives s'effectue sur la base du plan d'affectation sur lequel on superpose la feuille transparente comportant les indications relatives aux isophones de VLI (isophones VP en plus pour les nouvelles installations). On peut alors mesurer exactement les surfaces de zones d'affectation pour chaque isophone.

Démarche

Sur le plan ou sur la feuille transparente comportant les isophones de valeur limite, on reporte les zones d'affectation à l'endroit où les valeurs limites sont dépassées. Il faut indiquer séparément les degrés de sensibilité qui pourrait s'appliquer à une seule et même zone (ex. : zone d'habitation).

Notons qu'il est possible de faire figurer ensemble les zones auxquelles un même degré de sensibilité (DS) et un même indice d'utilisation (AZ) ont été attribués, mais qu'il convient, en revanche, de distinguer les différents degrés de sensibilité à l'intérieur d'une même zone.

Exemples:

- Zone d'habitation W2,	DS I	AZ 0.3 =m ²
- Zone d'habitation W3,	DS II	AZ 0.5 =m ²
- Zone d'habitation W3,	DS III	AZ 0.5 =m ²
- Zone d'habitation WG3, /d'artisanat, etc.	DS III	AZ 0.6 =m ²

Documents de référence

Plan de situation, de préférence à l'échelle 1:1'000 ou 1:2'000, voir 1:5'000 (avec indication des parcelles), avec mention des isophones de valeurs limites; liste des degrés de sensibilité; plan d'affectation et règlement des constructions.

Normes

Aucune

Problèmes/
Observations

Calcul pour certains bâtiments isolés ⇒ cf. étape A.1

A.3 Calcul de la BGF exposée au bruit (zones bâties à 100%)

Principe

Pour obtenir la surface brute au plancher anormalement exposée au bruit, il faut multiplier la surface de zones d'affectation en m² à l'intérieur de l'isophone VLI (le cas échéant, de l'isophone VP) par l'indice d'utilisation propre à la zone étudiée. Pour effectuer ce calcul, on part du principe qu'à terme la densité de construction dans cette zone atteindra les 100%.

Démarche

On obtient la BGF qui présente des dépassements de valeurs limites en effectuant l'opération suivante (à partir de la surface de zones d'affectation ou de la surface bâtie exposée au bruit) :

Surface présentant des dépassements de valeurs limites par zone d'affectation et par classe de bruit (zone à bâtir équipée)
X
Indice d'utilisation (prévu par la loi)
=
Surface brute au plancher (BGF) présentant des dépassements de valeurs limites (en supposant que la densité de construction = 100 %)

Ce calcul peut être vérifié grâce à l'exemple du projet d'assainissement de la route cantonale d'Aarwangen fourni en annexe (*annexe 2, étape A*).

Pour obtenir la BGF dépassant la VLI (le cas échéant, la VP) pour une zone complètement bâtie (colonne 5), il faut multiplier le nombre de m² anormalement exposés au bruit déduits en A2 (colonne 3) par l'indice d'utilisation prévu par le règlement des constructions (colonne 4).

Les BGF pour lesquelles la nuisance sonore dépasse la VA (classe de bruit 1) ont été calculées séparément lors de l'étape A.1 (colonne 6). Les surfaces pour lesquelles la nuisance sonore oscille entre la VLI et la VA (classe de bruit 2 ; colonne 7) correspondent à la différence entre les résultats de la colonne 5 et 6. Quant aux surfaces constituées par le potentiel de construction non réalisé qui seraient exposées à une nuisance sonore dépassant la VLI, elles sont regroupées dans la classe de bruit 2.

Documents de référence

Etape A.2, pour le calcul de la surface de zones d'affectation en m² (ou la surface bâtie quand la nuisance sonore émise par une source linéaire dépasse la VA).

Le règlement des constructions de la commune concernée, pour le calcul de l'indice d'utilisation. A défaut, il est possible d'utiliser des normes (valeurs standard) pour le calcul.

Normes

Indices d'utilisation à appliquer si les données ne sont pas disponibles :

AZ des zones d'habitation et des zones mixtes (W et WG):

1 étage	0,3
2 étages	0,5
3 étages	0,7
4 étages	0,8.

AZ des zones de travail:

artisanales	0,1
industrielles	0,05.

Il faut tenir compte du fait que l'affectation de zone sensible au bruit ne concerne qu'une faible proportion de la surface des zones artisanales et industrielles (20% de la BGF prévue par le droit de construction pour les zones artisanales; 10% pour les zones industrielles).

Problèmes / Observations

Zones réellement exposées au bruit et zones potentiellement exposées au bruit

Lors de l'étape A, les zones à bâtir non construites sont considérées de la même façon que celles qui sont construites. Le fait de tenir compte dans les calculs de la BGF d'une densité de construction de 100% trouve sa justification dans la législation : les valeurs limites d'exposition au bruit valent autant pour les zones à bâtir équipées (cas de l'assainissement d'installations) que pour celles qui ne le sont pas (cas des nouvelles installations). On considère donc que les réserves de construction constitue un potentiel en termes d'économie publique auquel la protection contre la bruit doit pouvoir aussi s'appliquer.

Sources de bruit linéaires et ponctuelles

Pour calculer la BGF qui présente des dépassements de valeur d'alarme (LK1), il faut distinguer deux types de source de bruit dans l'étape A.

- Pour les **sources de bruit linéaires** (trafic routier et ferroviaire), il est fréquent que les dépassements de valeur d'alarme soient circonscrits à un couloir très étroit et que, de surcroît, ils ne concernent que les façades les plus exposées de la première rangée de bâtiments situés le long de ce couloir. Dans ce cas, si l'on déterminait un isophone de valeur limite, il ne correspondrait qu'à une zone d'affectation très réduite où les VA sont dépassées. Cela aurait deux conséquences fâcheuses. Premièrement, la plus petite erreur de définition de l'isophone pourrait se traduire par une erreur grossière lors du calcul de la surface de zones d'affectation exposée au bruit. Deuxièmement, la BGF présentant des dépassements de valeur d'alarme serait pro-

blement sous-estimée étant donné que les calculs destinés à évaluer la BGF potentielle à partir de la surface de zones d'affectation ne pourraient tenir compte que d'un faible pourcentage de bâtiments exposés. Voilà pourquoi dans l'étape A la BGF présentant des dépassements de valeur d'alarme pour les sources linéaires est évaluée directement sur la base de la surface bâtie. Cela étant, il est par conséquent impossible d'obtenir la BGF potentielle (pour une densité de construction de 100%) ; on ne peut calculer que la BGF effective présentant des dépassements de valeur d'alarme.

- Pour les **sources de bruit ponctuelles** (installations de tir, usines, sites artisanaux) en revanche, les dépassements de valeur d'alarme touchent des surfaces plutôt grandes et contiguës dans un périmètre limité. Il est donc très aisé de calculer la BGF potentielle sur la base de la surface de zones d'affectation située à l'intérieur d'un même isophone de valeur d'alarme.

A.4 Calcul de la charge acoustique

Principe

Pour exprimer la charge acoustique on multiplie le dépassement moyen du niveau minimal (en dB(A)) par la surface brute au plancher (en m²), soit dB(A) x m² de BGF.

On tient compte, pour chaque classe de bruit, du dépassement moyen du niveau minimal (VLI-5 pour les assainissements et VP-5 pour les nouvelles installations).

Jour

Degré de sensibilité (VLE diurnes)	Dépassement moyen de VLI-5 (assainissements) et VP-5 (nouvelles installations) en dB(A) (jour)							
	Classe de bruit 1 > VA		Classe de bruit 2 VLI - VA		Classe de bruit 3 VLI-5 - VLI ou VP - VLI		Classe de bruit 4 VP-5 - VP	
	nouvelles install. à partir de VP-5	assainis- sements à partir de VLI-5	nouvelles install à partir de VP-5	assainis- sements à partir de VLI-5	nouvelles install. à partir de VP-5	assainis- sements à partir de VLI-5	nouvelles install. à partir de VP-5	assainis- sements à partir de VLI-5
I Zones de détente (VP: 50, VLI: 55, VA : 65)	25	20	15	10	7,5	2,5	2,5	-
II Zones d'habitation (VP: 55, VLI: 60, VA: 70)	22,5	17,5	15	10	7,5	2,5	2,5	-
III Zones d'habitation/d'artisanat (VP: 60, VLI: 65, VA: 70)	17,5	12,5	12,5	7,5	7,5	2,5	2,5	-
IV Zones industrielles (VP: 65, VLI: 70, VA: 75)	20	10	12,5	7,5	7,5	2,5	2,5	-

Nuit

Degré de sensibilité (VLE nocturnes)	Dépassement moyen de VLI-5 (installations assainies) et VP-5 (nouvelles installations) en dB(A) (nuit)							
	Classe de bruit 1 > VA		Classe de bruit 2 VLI - VA		Classe de bruit 3 VLI-5 - VLI ou. VP- VLI		Classe de bruit 4 VP-5 - VP	
	nouvelles install. à partir de VP-5	assainis- sements à partir de VLI-5	nouvelles install à partir de VP-5	assainis- sements à partir de VLI-5	nouvelles install. à partir de VP-5	assainis- sements à partir de VLI-5	nouvelles install. à partir de VP-5	assainis- sements à partir de VLI-5
I Zones de détente (VP: 40, VLI: 45, VA: 60)	30	25	17,5	12,5	7,5	2,5	2,5	-
II Zones d'habitation (VP: 45, VLI: 50, VA: 65)	27,5	22,5	17,5	12,5	7,5	2,5	2,5	-
III Zones d'habitation/d'artisanat (VP: 50, VLI: 55, VA: 65)	22,5	17,5	15	10	7,5	2,5	2,5	-
IV Zones industrielles (VP: 55, VLI: 60, VA: 70)	20	15	15	10	7,5	2,5	2,5	-

Tableau 8-2: Dépassement moyen du niveau minimal (VLI-5 ou VP-5) en dB(A) de jour (1^{er} tableau) et de nuit (2nd tableau)

<i>Démarche</i>	<p>Les indications relatives au degré de sensibilité et à la classe de bruit sont reprises de l'étape A.3. Pour obtenir la nuisance sonore, il faut multiplier la BGF indiquée en m² par classe de bruit et par degré de sensibilité (Annexe 2, colonnes 6 et 7) par le dépassement moyen du niveau minimal (cf. tableau 8-2), soit le nombre de dB(A) x BGF en m² par classe de bruit (ibid., colonnes 8 et 9).</p> <p>Le dépassement moyen du niveau minimal (VLI-5, VP-5), pour une classe de bruit donnée, résulte de la différence avec la moyenne arithmétique des niveaux minimal et maximal de la classe (on suppose que les bâtiments exposés au bruit sont également répartis régulièrement au sein d'une classe de bruit donnée).</p> <p>Comme aucune limite supérieure n'est fixée pour la classe de bruit 1 (dépassements de VA, valeur maximale = charge acoustique enregistrée à la source de l'émission), pour simplifier les calculs, nous attribuons à cette classe une limite supérieure de 75 dB(A) le jour et de 70 dB(A) la nuit sur la base de données de référence³⁰. La moyenne s'obtient alors en calculant la moyenne arithmétique de la valeur d'alarme et de la limite supérieure (soit 75, soit 70 dB(A)).</p> <p><u>Exemple de calcul (zone d'habitation)</u></p> <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Période déterminante:</td> <td>jour</td> </tr> <tr> <td>Degré de sensibilité:</td> <td>II</td> </tr> <tr> <td>Nuisance sonore:</td> <td>Classe de bruit LK 2 (VLI - VA)</td> </tr> <tr> <td>Nuisance sonore moyenne LK 2:</td> <td>65 dB(A) (moyenne arithmétique VLI - VA)</td> </tr> <tr> <td>Niveau minimal (assainissements: VLI-5):</td> <td>55 dB(A)</td> </tr> <tr> <td>Dépassement moyen du niveau minimal:</td> <td>10 dB(A)</td> </tr> </table>	Période déterminante:	jour	Degré de sensibilité:	II	Nuisance sonore:	Classe de bruit LK 2 (VLI - VA)	Nuisance sonore moyenne LK 2:	65 dB(A) (moyenne arithmétique VLI - VA)	Niveau minimal (assainissements: VLI-5):	55 dB(A)	Dépassement moyen du niveau minimal:	10 dB(A)
Période déterminante:	jour												
Degré de sensibilité:	II												
Nuisance sonore:	Classe de bruit LK 2 (VLI - VA)												
Nuisance sonore moyenne LK 2:	65 dB(A) (moyenne arithmétique VLI - VA)												
Niveau minimal (assainissements: VLI-5):	55 dB(A)												
Dépassement moyen du niveau minimal:	10 dB(A)												
<i>Documents de référence</i>	<p>Valeurs limites d'exposition au bruit : VP, VLI et VA selon OPB, annexes 3, 4, 5, 6, 7, 8.</p>												

³⁰ En Suisse, la proportion de logements exposés à des nuisances sonores dépassant 75 dB(A) est pour ainsi dire insignifiante puisqu'elle est inférieure à 1% de l'ensemble des logements exposés à des nuisances sonores dues au trafic routier et au trafic ferroviaire dépassant 55 dB(A). Voir Infraconsult AG 1992: Soziale Kosten des Verkehrslärms, EVED, Bern 1992, S. IV/V.

A.5 Calcul des coûts induits par le bruit (en termes d'économie publique)

<i>Principe</i>	Il faut tenir compte, pour ce calcul, du loyer moyen annuel par m ² de BGF et du coefficient de loyer, selon lequel chaque décibel en plus de la valeur correspondant au dépassement moyen du niveau minimal correspond à une perte en pour-cent du loyer (varie en fonction de la classe de bruit).
<i>Démarche</i>	Il faut multiplier la nuisance sonore obtenue à l'étape précédente (dB(A) x BGF en m ²) par le coefficient de loyer (par dB(A) dépassant VLI-5 et VP-5) et par le loyer annuel (par m ² de BGF). En additionnant les coûts obtenus pour toutes les classes de bruit, on obtient le montant des coûts annuels induits par le bruit en termes d'économie publique.
<i>Documents de référence</i>	L'étape A.4 fournit le détail des nuisances sonores.
<i>Normes</i>	<u>Coefficient de loyer</u> variable d'une classe de bruit à l'autre :

<i>Classe de bruit</i>	<i>Coefficient de loyer en % par dB(A)</i>
LK 1	1 %
LK 2	0,9 %
LK 3	0,8 %
LK 4	0,8 %

Pour des raisons pratiques, on a renoncé à détailler pour chaque classe de bruit les coefficients de loyer distincts qui s'appliqueraient aux différents niveaux de bruit (nombre de dB(A) au-dessus de la VP, de la VLI et de la VA). Par conséquent, on applique le même coefficient de loyer quelle que soit la valeur du dépassement. S'il s'agit, par exemple, d'un dépassement de la valeur d'alarme (classe de bruit 1), on appliquera le coefficient de loyer de 1% même pour les décibels dépassant la valeur de planification.

Loyer annuel moyen au m² selon les 5 types de région (référence : mai1995)³¹:

<i>Région</i>	<i>Loyer annuel en Fr. / m² (1995)</i>	<i>Proportion du loyer moyen en Suisse</i>

³¹ Office fédéral de la statistique: Le logement en Suisse, Berne 1996

Zones périurbaines des grandes villes	155.40	122 %
Grands centres	146.10	115 %
Régions de centralité moyenne	122.30	96 %
Régions de petites villes	112.10	88 %
Régions périphériques	104.50	82 %
Moyenne suisse	127.40	100 %

Tableau 8-3: Loyer annuel moyen au m² (référence : 1995)

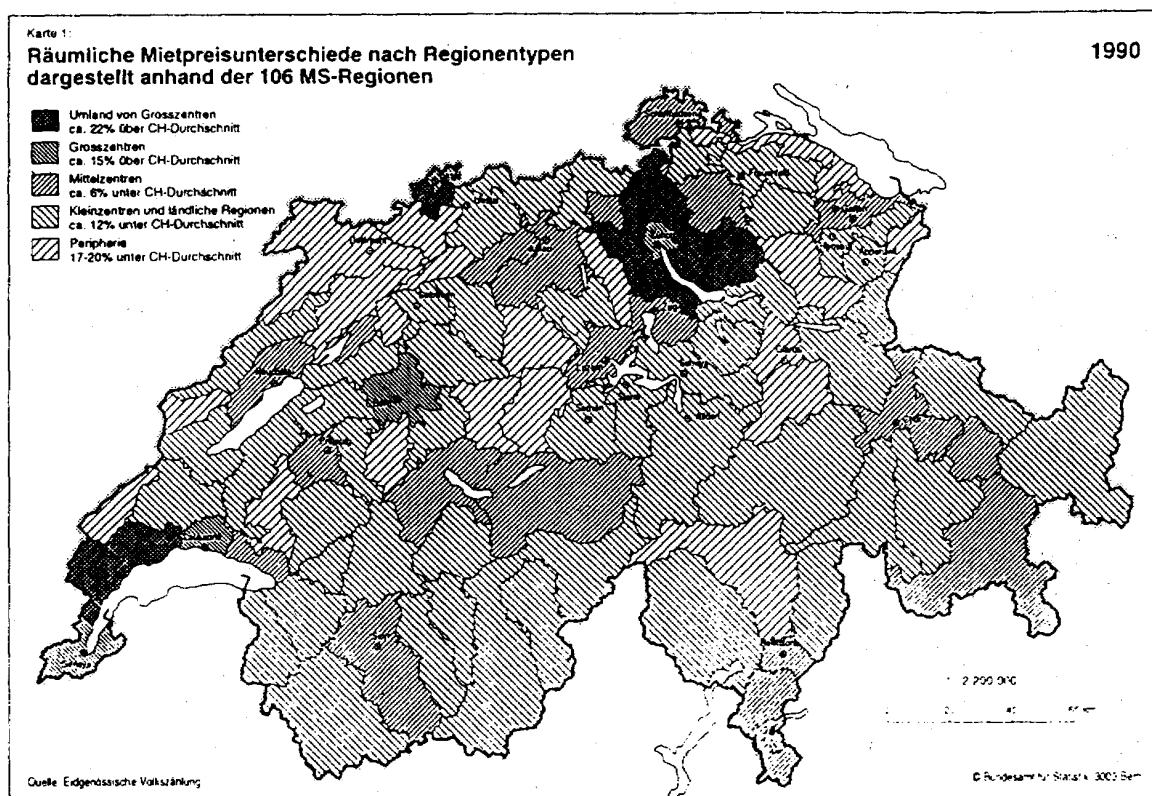


Figure 8-4: Disparités géographiques de loyer selon le type de région

Problèmes / Observations

Le loyer annuel moyen est à indexer à l'année de référence utilisée pour les coûts des mesures de protection contre le bruit figurant dans le modèle (indice des prix à la consommation).

Des raisons pratiques nous empêchent de calculer les composantes exprimables en francs sur la base du niveau réel des loyers au sein du

périmètre du projet, bien que cela eût été plus fiable du point de vue économique.

8.2.3 Interprétation des résultats

Les résultats obtenus au terme de l'étape A, qui correspondent aux coûts induits par le bruit en termes d'économie publique dans le périmètre du projet, donnent une idée de l'utilité maximale possible qui peut découler de l'application de mesures de protection contre le bruit.

Si l'on affecte un taux d'intérêt de 5% (cf. 8.3.2, B.1, Normes, Rémunération du capital) aux montants annuels considérés, on obtient la somme correspondant au niveau maximal du caractère économiquement supportable des mesures de protection contre le bruit.

Niveau maximal du caractère économiquement supportable des mesures de protection contre le bruit préconisées dans les trois exemples détaillés en annexe (annexes 2, 3 et 4):

- Route cantonale Aarwangen: 5,1 millions de francs
- Ligne CFF Rheinfelden: 45,1 millions de francs
- Installations de tir Hilterfingen: 3,4 millions de francs.

Dans les trois cas, l'utilité maximale possible des mesures de protection contre le bruit se révèle supérieure aux coûts qu'elles entraînent (Aarwangen: 2,8 millions de francs; Rheinfelden: 7,6 millions de francs; Hilterfingen: 0,3 million de francs).

8.3 Etape B: pesée des intérêts

8.3.1 Tableau synoptique des sous-étapes B.1 à B.7

Sous-étape et activité	Documents de référence	Durée en jours	Problèmes, observations	
Coût des mesures				
B.1	Calcul du coût du projet en termes annuels	Dossier relatif au projet	aucun travail supplémentaire	Coût du projet, voir offres concurrentielles
B.2	Estimation des conflits potentiels avec d'autres types d'intérêts (coûts en termes d'économie publique)	Plan d'affectation, règlement des constructions, plan directeur, divers inventaires disponibles		Expertise destinée à évaluer les atteintes que les mesures de protection contre le bruit peuvent causer à l'environnement, au paysage et à l'aménagement du territoire (protection de la nature, du patrimoine, des monuments historiques) ; annulation des mesures qui ont des effets intolérables
Utilité des mesures				
B.3	Calcul de la BGF où les VLE sont dépassées <u>sans mesures</u> (densité de construction actuelle)	Plan de situation, plan d'affectation, plan des degrés de sensibilité, cadastre de bruit	env. 2 - 4 jours	VLE déterminante: - VLI pour les assainissements - VP pour les nouvelles install. Calcul de la BGF sur la base de la surface bâtie et du nombre d'étages
B.4	Calcul de la BGF où les VLE sont dépassées <u>avec mesures</u> (nuisance résiduelle à partir de VLI-5 et VP-5)	Programmes d'assainissement et études de projet (nouvelles installations)		Calcul de la BGF selon étape B.3 en tenant compte en plus des mesures de protection contre le bruit Prise en compte des zones qui, à la suite des mesures prises, figurent dans les LK3 (VLI-5 - VLI) et LK4 (VP-5 - VP).
B.5	Calcul de l'utilité en termes d'économie publique	B.3, B.4 et étape A		Calcul identique à celui de l'étape A: dépassement moyen du niveau minimal (VLI-5, VP-5) en dB(A); coefficient de loyer variable en fonction de la classe de bruit
B.6	Estimation de l'utilité supplémentaire pour les réserves de construction protégées du bruit	Plan d'affectation, règlement des constructions, études de bruit		Estimation de la BGF supplémentaire protégée pour la densité de construction maximale
Pesée des intérêts				
B.7	Evaluation de l'efficacité et de l'efficacités	Sous-étapes B.1 et B.3 à B.6 Sous-étapes B.3 et B.4	1 jour	Efficiences: rapport utilité-coût Efficacités (taux de réalisation des objectifs): proportion de BGF située en-deçà des VLE fixées dans l'OPB (VLI, VP) grâce aux mesures prises

Tableau 8-4: Etape B: sous-étapes destinées à évaluer l'utilité et les coûts pour procéder à la pesée des intérêts

* La durée du travail supplémentaire à effectuer correspond à l'estimation approximative qui a été faite pour un projet d'assainissement de route d'environ 1 km de long. Mais cette durée peut varier d'un projet à l'autre en fonction des données disponibles.

8.3.2 Détail des étapes

B.1 Calcul du coût du projet en termes annuels

Principe

Les coûts liés à la réalisation du projet (en termes d'économie d'entreprise) comprennent les frais d'investissement ponctuels et les frais d'exploitation et d'entretien annuels qui sont récurrents.

Il y a lieu de convertir ces frais d'investissement en coûts annuels sous forme d'amortissements et de rémunération du capital.

Démarche

Un formulaire pour le calcul des coûts annuels est présenté dans les annexes 2, 3 et 4.

Le modèle reprend les calculs de coûts qui ont été effectués par les ingénieurs chargés des études, pour autant que la fiabilité de ces données ne soit pas mise en doute. Quant aux coûts de construction et d'installation, ils seront calculés sur la base de données extraites d'offres concurrentielles. Si les coûts obtenus s'écartent des coûts standard, il conviendra de fournir tous les renseignements permettant d'expliquer ces disparités.

Lorsque les retombées d'un projet dépassent le cadre de la protection contre le bruit (le projet peut avoir des effets dans le domaine de la sécurité routière ou de la protection de l'environnement, p. ex.), il faut confier à des experts (autorités, ingénieurs chargés d'études, etc.) le soin de détailler les frais d'investissement, d'exploitation et d'entretien selon le genre d'affectation. En effet, seuls les coûts réellement imputables à la protection contre le bruit sont considérés comme des coûts liés à la réalisation du projet.

Pour calculer ces coûts, il faut choisir la même année de référence que pour le calcul de l'utilité (indexation du loyer annuel).

Documents de référence

Dossier relatif au projet et devis estimatifs complémentaires élaborés par l'ingénieur chargé des études.

Normes

Si les coûts n'ont pas été évalués spécifiquement pour le projet (offres concurrentielles), il convient de prendre comme référence les coûts indiqués ci-dessous:

- Coûts de construction et d'installation (coûts d'acquisition de terrains non compris):

Parois antibruit ³⁴ :	Fr. 500.--/m ²
Fenêtres isolantes ³⁴ :	Fr. 1'400.--/m ²
- Frais d'études et d'élaboration du projet: 20 % des coûts de construction
- Coûts de procédure: 1 % des coûts de construction
- Coûts d'acquisition des terrains: coûts réels
- coûts d'amortissement: 2,5 % des coûts d'investissement

(pas d'amortissement pour les **fenêtres isolantes**)³².

Pour les mesures de type parois antibruit, on tient compte d'une durée de vie moyenne de 40 ans³³. Par contre, il n'est prévu aucune période d'amortissement pour les fenêtres isolantes étant donné qu'il s'agit d'une mesure d'assainissement unique (l'art. 16, al. 4 de l'OPB prévoit que l'entretien et le renouvellement des mesures d'isolation acoustique sont à la charge du propriétaire du bâtiment). On considère, de plus, que le remplacement de telles fenêtres n'est pas vraiment plus onéreux que celui de fenêtres simples.

■ Rémunération

du capital: 2,5 % annuels des frais d'investissement
(= 5 % sur la moitié du capital investi)
fenêtres isolantes: 5 % sur l'intégralité
des frais d'investissement

Les frais financiers sont fonction des amortissements à considérer au cours de la durée de vie d'un investissement. En d'autres termes, s'il s'agit d'une mesure amortissable (parois antibruit p. ex.), la rémunération porte sur la moitié du capital investi seulement, car les multiples provisions à constituer pendant la durée de vie de la mesure font constamment diminuer le capital. En revanche, lorsque la mesure n'est pas amortissable (fenêtres isolantes p. ex.), l'intégralité du capital investi est rémunérée.

Le taux de rémunération du capital correspond au taux d'intérêt des hypothèques de premier rang appliqué aux bâtiments d'habitation (admettons 5%).

■ Coûts d'exploitation

et d'entretien: 1 % des frais d'investissement
(ne vaut pas pour les **fenêtres isolantes**).

*Problèmes /
Observations*

La précision des calculs visant à déterminer le coût d'un projet dépend en fait du degré d'élaboration du projet et des éléments de coûts disponibles. Aussi l'ingénieur chargé des études devra-t-il introduire dans ses calculs des valeurs standard (cf. ci-dessus) ou procéder à une estimation des coûts si certaines indications de coût font défaut.

Toutefois, c'est avant le lancement de l'appel d'offres qu'il faut décider si telle ou telle mesure de protection contre le bruit est économiquement supportable. Or, il est impossible de savoir à combien s'élèveront les frais d'investissement avant que les offres aient été remises.

³² Référence: 1996, prix à adapter en fonction de l'indice des prix à la construction SIA

³³ Il n'existe pas de statistiques sur la durée de vie moyenne des mesures de protection contre le bruit. Les chiffres avancés ici émanent de praticiens qui ont procédé à des estimations.

B.2 Estimation des conflits potentiels avec d'autres types d'intérêts (coûts en termes d'économie publique)

Principe

La présente étape vise à évaluer selon des critères qualitatifs les mesures de protection contre le bruit proposées eu égard aux conséquences négatives qu'elles peuvent avoir sur le site, le paysage, l'environnement, l'écologie, la qualité de l'habitat et la sécurité du trafic. Il s'agit de déceler suffisamment tôt des conflits potentiels susceptibles de mettre en péril la faisabilité d'une mesure, afin de modifier le projet en amont.

Démarche

Dans un premier temps, on essaie de déceler les conflits que la réalisation du projet pourrait générer dans les domaines cités ci-dessus. Dans un second temps, le projet est soumis aux autorités compétentes dans ces domaines pour qu'elles prennent position, c'est-à-dire qu'elles indiquent s'il y a lieu d'émettre des réserves eu égard aux mesures de protection contre le bruit préconisées et, si oui, les modifications à apporter au projet avant de le réaliser.

L'inventaire des préjudices causés par le bruit reproduit ci-dessous facilitera l'évaluation .

Critères	Préjudice		
	faible	moyen	grave
■ Intégration architecturale (site)			
■ Intégration au paysage			
■ Conséquences écologiques (morcellement du biotope, écoulement des eaux souterraines, etc.)			
■ Qualité de l'habitat riverain (problèmes de luminosité, vue, etc.)			
■ Sécurité du trafic			
■ Autres atteintes			

Tableau 8-5: Inventaire des préjudices causés par les mesures de protection contre le bruit

Préjudice de faible gravité

Le projet ne devrait pas susciter d'opposition. Le préjudice est si minime qu'il n'est pas nécessaire d'en tenir compte dans la suite de l'élaboration du projet.

Préjudice de moyenne gravité

Il est possible que le projet suscite des oppositions, mais celles-ci ne devraient pas être de nature à mettre le projet en péril, dans la mesure où la priorité de la mesure de protection contre le bruit est reconnue. Il convient donc d'engager le dialogue avec les entités concernées et/ou avec les experts et de modifier autant que possible le projet afin de désamorcer les conflits potentiels.

Préjudice grave

Le préjudice causé dans un ou plusieurs domaines est d'une gravité telle que, de l'avis d'experts, il ne saurait être toléré. Ceux-ci estiment que les conséquences négatives des mesures l'emportent sur l'intérêt qu'elles présentent. Aussi est-il impossible de réaliser le projet dans sa forme initiale. Il faut s'employer à trouver des solutions de rechange en collaboration avec les experts et les entités concernées.

Références

Jugement émis par le collaborateur chargé de l'élaboration du projet quant aux conflits potentiels avec les domaines évoqués ci-dessus (cf. avis du conservateur des monuments historiques, du spécialiste de l'environnement p. ex.).

Normes

Les parois antibruit peuvent atteindre 2 mètres de haut sans que cela pose de problème ; à partir de 4 mètres de haut, il faut étudier au cas par cas les conflits potentiels (données tirées de l'expérience dans le domaine de la protection du paysage).

Problèmes / Observations

C'est l'autorité d'exécution qui décide en dernier ressort si les conséquences négatives de la mesure sont telles que celle-ci ne pourra être mise en œuvre.

B.3 Calcul de la BGF où les valeurs limites d'exposition au bruit sont dépassées sans mesures (densité de construction actuelle)

Principe

Pour ce calcul, on considère uniquement les terrains où les valeurs limites sont dépassées (densité de construction actuelle). La surface brute au plancher est donc calculée sur la base de la surface bâtie, et non de la surface de zones d'affectation comme nous l'avons vu pour l'étape A. De plus, on tient compte de la nuisance sonore enregistrée sans qu'aucune mesure de protection contre le bruit ait été prise.

Notons que la sous-étape B.6 tient compte de l'utilité supplémentaire qui peut être dégagée pour les zones à bâtir non construites ou les réserves de construction non utilisées.

<i>Démarche</i>	<p>La BGF présentant des dépassements de valeurs limites peut être calculée puis attribuée à une classe de bruit (soit 1 soit 2) de multiples façons. Nous indiquons ci-après une démarche adaptée.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Classification des immeubles présentant des dépassements de valeurs limites d'après leur zone d'affectation et leur degré de sensibilité. ■ Calcul de la surface bâtie. ■ Calcul du nombre d'étages par classe de bruit et de la charge acoustique enregistrée pour chaque étage. ■ Evaluation des données sous forme de tableau avec indication de la zone d'affectation, du degré de sensibilité et de la classe de bruit. <p>Pour les sous-étapes B.3 à B.6, l'utilité est déterminée de la même façon que dans l'exemple du projet d'Aarwangen (annexe 2), où les BGF de classe 1 et 2 sont reportées dans les colonnes 3 et 4.</p>
<i>Documents de référence</i>	<p>Plan de situation à l'échelle 1:1'000 ou 1:2'000 (éventuellement 1:5'000) avec mention des numéros de parcelle et de maison ; plan d'affectation et plan des degrés de sensibilité ; cadastre de bruit ; tableau des charges acoustiques enregistrées pour chaque étage (recommandé).</p>
<i>Problèmes / Observations</i>	<p>Le fait d'utiliser le cadastre de bruit comme base de calcul présente un inconvénient dans la mesure où il ne fait état que des immissions enregistrées aux endroits les plus exposés au bruit. Bien que dans la majeure partie des cas on puisse admettre que la charge acoustique enregistrée s'applique à l'ensemble du bâtiment (voir à la façade la plus exposée), il n'en va pas de même pour les bâtiments dépassant un certain nombre d'étages (plus de 6 étages) et pour ceux dont une partie est cachée (par d'autres bâtiments ou par des éléments de la topographie). Dans ce cas, il est nécessaire d'évaluer les charges acoustiques étage par étage afin de leur attribuer la classe de bruit appropriée.</p> <p>L'exemple du projet d'Aarwangen figurant en annexe porte exclusivement sur des BGF présentant des dépassements de VLI (classes de bruit 1 et 2).</p> <p>Il est recommandé d'effectuer en même temps les calculs des étapes B.3 et B.4 (même traitement que pour B.3 avec paramètre supplémentaire : mesures de protection contre le bruit).</p> <p>B.4 Calcul de la BGF où les valeurs limites d'exposition au bruit sont dépassées <u>avec</u> mesures (nuisance résiduelle à partir de VLI-5 et VP-5)</p>
<i>Principe</i>	<p>Le calcul à effectuer est semblable à celui indiqué à l'étape précédente à la différence près que, pour cette étape, des mesures de protection contre le bruit ont déjà été prises. Il s'agit d'obtenir les surfaces brutes au plancher pour lesquelles les dépassements de valeurs limites sub-</p>

sistent (>VLI-5/VP-5) malgré l'application de mesures de protection contre le bruit.

Démarche

Etant donné que l'on procède de la même façon que pour l'étape B.3, il est recommandé d'effectuer en même temps les calculs relatifs à ces deux étapes.

Les BGF sont intégrées à la classe de bruit correspondant à la nuisance résiduelle qui a été enregistrée (LK1,2 ou 3 ; cf. colonnes 6, 7 et 9, tableau de l'annexe 2).

Documents de référence

En plus des documents de référence mentionnés à l'étape B.3: relevés des charges acoustiques après l'application des mesures de protection contre le bruit ; programmes d'assainissement et études de projet (nouvelles installations).

Problèmes / Observations

Voir les problèmes exposés à l'étape B.3.

Il est indispensable d'avoir également des indications sur le niveau d'exposition au bruit de chaque étage, tout particulièrement lorsque des parois ou des remblais antibruit, des ouvrages de protection et autres dispositifs font obstacle au bruit.

Les BGF calculées à l'étape précédente qui, en raison de la réduction de la charge acoustique obtenue grâce aux mesures prises ne figurent ni dans la classe de bruit 1 ni dans la classe 2, sont répertoriées dans la classe 3 (colonne 9).

B.5 Calcul de l'utilité en termes d'économie publique

Principe

La BGF exposée à une charge acoustique réduite résulte de la différence entre la BGF exposée au bruit sans mesure et la BGF exposée au bruit avec mesure (BGF par classe de bruit).

Pour obtenir la valeur de la réduction de la charge acoustique, il faut multiplier la BGF exposée à une charge acoustique réduite par le dépassement moyen du niveau minimal.

Quant à l'utilité en termes d'économie publique, elle est le produit du résultat précédent par le loyer annuel (par m² de BGF) et par le coefficient de loyer (par classe de bruit).

Démarche

En retranchant les BGF figurant dans les classes de bruit 1, 2 et 3 **avec mesures** (cf. colonnes 6, 7 et 9) des BGF figurant dans les classes de bruit 1 et 2 **sans mesures** (cf. colonnes 3 et 4, annexe 2), on obtient les BGF exposées à une charge acoustique réduite sous l'effet des mesures de protection contre le bruit (cf. colonnes 10, 11 et 12). Notons que les surfaces figurant en classe de bruit 3 sont toujours négatives car elles correspondent aux surfaces classées en 3 à la suite des mesures prises, soit à la somme des surfaces exposées à une charge acoustique réduite figurant dans les classes 1 et 2.

La valeur de la réduction de la charge acoustique se calcule, pour chaque classe de bruit, en tenant compte du degré de sensibilité, en multipliant le dépassement moyen du niveau minimal (cf. colonnes 13, 14 et 15) par la BGF exposée à une charge acoustique réduite (cf. colonnes 16, 17 et 18).

La valeur de la réduction de la charge acoustique (dB(A) x m² de BGF) est alors multipliée par le loyer annuel par m² de BGF (variable en fonction des 5 types de région ; cf. étape A.5) et par le coefficient de loyer par dB(A) de dépassement moyen du niveau minimal (cf. étape A.5, colonnes 19, 20 et 21). La somme des utilités obtenues selon les classes de bruit et les zones d'affectation représente l'utilité annuelle (en termes d'économie publique) des mesures de protection contre le bruit appliquées dans la zone étudiée.

Cas particulier des fenêtres isolantes:

- Comme les fenêtres isolantes n'ont d'efficacité contre le bruit que si les fenêtres restent fermées, on considère qu'elles sont vraiment efficaces la moitié de l'année seulement (hiver) et que, l'autre moitié de l'année (été), elles ont une faible utilité (fenêtres ouvertes, balcon non protégé contre le bruit). Aussi divise-t-on le coefficient de loyer par deux pour obtenir une **utilité diminuée de moitié**.
- Lorsque des fenêtres isolantes sont installées volontairement³⁴ dans une zone dont **l'exposition au bruit est inférieure à la valeur d'alarme** (ex. : charge acoustique de 68 à 70 dB(A) dans le canton de Berne), cela offre une protection supplémentaire contre les immersions de la classe de bruit 2. Supposons que la charge acoustique moyenne soit de 69 dB(A) (cf. exemple ci-dessus), cela équivaut donc à un dépassement moyen du niveau minimal (écart par rapport à VLI-5) de 14 ou 9 dB(A) selon le degré de sensibilité (respectivement II ou III).

*Documents de
référence
Normes*

Documents utilisés pour les étapes B.3, B.4 et A.4.

*Problèmes /
Observations*

Valeurs du dépassement moyen du niveau minimal figurant dans le tableau 8-2 (étape A.4).

Il se peut que les surfaces exposées à une charge acoustique réduite figurant dans les classes de bruit 2 et 3 deviennent négatives sous l'effet des mesures de protection contre le bruit. En effet, il n'est pas impossible que le nombre de surfaces passant de la classe 1 (ou 2) à la classe 2 (ou 3) soit supérieur à celui des surfaces supprimées de la classe 2 (ou 3).

B.6 Estimation de l'utilité supplémentaire pour les réserves de construction protégées

³⁴ cf. „Informations concernant l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB)“ N° 2, OFEFP 1990

Principe

On part du principe que les mesures de protection contre le bruit qui sont prises à la source ou sur le chemin de propagation du bruit (parois antibruit p. ex.) procurent une *utilité supplémentaire* aux réserves de construction qui s'en trouvent de facto protégées contre le bruit. Cette utilité supplémentaire est calculée en complément à l'utilité relative aux constructions existantes qui a été évaluée aux sous-étapes B.3 à B.5.

Pour calculer cette utilité supplémentaire, il est nécessaire de connaître deux autres paramètres.

■ **Réserves de construction:**

Il faut tenir compte de la densité de construction actuelle et des réserves de construction disponibles dans les zones protégées contre le bruit (jusqu'à 100% de la BGF légale).

■ **Part de réserve protégée:**

Il faut déterminer la part des réserves de construction qui se trouvera également protégée grâce aux mesures prises (50% pour un W2, p. ex., si seul le rez-de-chaussée bénéficie de cette protection), puis lui attribuer une classe de bruit.

On part du principe que la répartition des réserves de construction potentielles dans la zone d'affectation suit le même schéma que celle des bâtiments existants. Il suffit de multiplier les réserves de construction par la part de réserve protégée pour obtenir l'utilité supplémentaire d'une mesure de protection contre le bruit. Le calcul devra aussi englober les zones de grande taille non construites mais équipées (à déterminer séparément).

Le calcul de l'utilité supplémentaire des mesures de protection contre le bruit s'apparente à une estimation grossière car il est fondé sur la réalisation potentielle de constructions dont on ne sait rien ; on ne connaît ni leur date de réalisation ni la forme qu'elles revêtiront. On procède donc par analogie avec l'utilité des bâtiments existants. Il s'agit simplement de donner un ordre d'idée.

Démarche

La démarche décrite ci-dessous est celle qui a servi pour le projet d'Aarwangen (voir annexe 2, tableau relatif aux sous-étapes B.3 à B.6)

- a) Calcul des réserves de construction protégées en pour-cent de chaque zone (colonne 22).
- b) Calcul de la part de réserves protégée par classe de bruit (colonnes 23 et 24). Il faut effectuer le rapport entre la réduction de charge acoustique (colonnes 10 et 11) et la BGF dont la nuisance sonore dépasse la valeur limite sans mesures (colonnes 3 et 4).
- c) Calcul des réserves de construction en m² de BGF. Il faut diviser la BGF dont la nuisance sonore dépasse la valeur limite sans mesures (colonnes 3 et 4) par la densité de construction actuelle (100% moins la réserve de construction) puis multiplier le résultat par la réserve de construction en %.

- d) Calcul de la réserve de construction supplémentaire protégée. Il faut multiplier la réserve de construction en m² de BGF par la part de réserve protégée (par classe de bruit).
- e) Calcul de l'utilité en termes d'économie publique (colonnes 25, 26 et 27). Comme pour l'étape précédente, il faut multiplier la BGF supplémentaire protégée (par classe de bruit) par le dépassement moyen de valeur limite, puis par le coefficient de loyer (par classe de bruit) et enfin par le loyer annuel déterminant au m².

Remarque:

Dans l'exemple annexé consacré au **projet d'Aarwangen**, on observe qu'une utilité supplémentaire se dégage pour la zone d'habitation/d'artisanat (WG3) bien que les constructions existantes ne bénéficient d'aucune protection contre le bruit. En fait, les réserves de construction de cette zone bénéficient de mesures appliquées dans la zone d'habitation/d'artisanat (WG2). Cela correspond à une BGF de 250 m² qui est prise en compte pour moitié dans la classe de bruit 1 (colonne 25) et pour moitié dans la classe 2 (colonne 26), et qui bénéficie d'une protection contre le bruit de 100%.

Notons enfin que la proportion d'utilité supplémentaire est plutôt maigre (env. 3%) dans notre exemple. Cela s'explique par le fait qu'une grande partie des mesures de protection contre le bruit préconisées consiste à installer des fenêtres isolantes. Or, rappelons que l'utilité supplémentaire résulte uniquement de mesures prises à la source ou sur le chemin de propagation du bruit.

Documents de référence

Estimation des réserves de construction par zones d'affectation ; estimation de la part de réserve protégée grâce aux mesures préconisées en pour-cent de la BGF des réserves de construction; sous-étapes B.3 et B.5.

Problèmes / Observations

Le calcul effectué est une estimation grossière car on admet au départ, à des fins de simplification, que les réserves de construction sont également réparties sur la surface étudiée. Aussi est-il recommandé de procéder à une estimation détaillée pour les zones à bâtir de grande taille qui sont équipées mais non construites.

B.7 Evaluation de l'efficacité et de l'efficacité (pesée des intérêts)

Principe

Les résultats des étapes précédentes permettront d'évaluer l'efficacité (rapport utilité-coût) et l'efficacité (taux de réalisation des objectifs en pour-cent des prescriptions légales) des mesures de protection contre le bruit pour procéder à la pesée des intérêts proprement dite.

*Démarche***Calcul de l'efficacité:**

Concrétisée par le rapport utilité-coût (B.6 et B.1), l'efficacité constitue le critère du caractère économiquement supportable d'une mesure. Compte tenu de l'impossibilité de vérifier les données de départ, il serait mal indiqué de fixer un seuil rigide en-deçà duquel les mesures ne seraient plus économiquement supportables. L'utilité étant de manière générale sous-estimée dans le modèle (utilité des surfaces où les valeurs limites sont dépassées), nous admettons que certaines mesures, quoiqu'ayant un rapport utilité-coût inférieur à 1, puissent être déclarées économiquement supportables. Le tableau ci-dessous reprend les trois degrés d'efficacité qui ont été fixés.

<i>Degré</i>	<i>Rapport utilité-coût</i>	<i>Efficacité de la mesure</i>
1	> 1,25	Efficacité élevée (VN > VK)
2	0,75 - 1,25	Efficacité moyenne (VN = VK)
3	< 0,75	Efficacité faible (VN < VK)

Calcul de l'efficacité:

L'efficacité d'une mesure indique dans quelle proportion les objectifs fixés sont atteints, ce qui donne le calcul suivant: somme des réductions de nuisance sonore par m² de BGF pour les classes de bruit 1 et 2 (colonnes 10 et 11, annexe 2) multipliée par le dépassement moyen de la valeur limite d'exposition au bruit (en l'occurrence VLI) puis divisée par la somme des BGF en m² où les VLE sont dépassées sans mesures pour les classes de 1 et 2 (colonnes 3 et 4), et multipliée par le dépassement moyen de la VLE (VLI, soit résultat des colonnes 13 et 14 moins 5 dB(A), en pour cent).

L'objectif est de respecter les valeurs limites d'exposition au bruit qui sont fixées dans l'OPB. En admettant que les mesures mises en œuvre permettent de respecter toutes les VLE, on obtiendrait une efficacité de 100%. Le tableau ci-dessous reprend les trois degrés d'efficacité qui ont été fixés.

Degré	Degré de réalisation des prescriptions légales	Efficacité de la mesure
1	67 - 100 %	Efficacité élevée
2	33 - 67 %	Efficacité moyenne
3	0 - 33 %	Efficacité faible

L'étape ultime consiste à peser les intérêts en présence (cf. diagramme efficience/efficacité, chapitre 8.3.3, figure 8-4)

Documents de référence

Sous-étapes B.1 et B.5

8.3.3 Interprétation des résultats (pesée des intérêts)

8.3.3.1 Diagramme efficience/efficacité

Ce diagramme (fig. 8-4) permet de procéder à l'évaluation globale du projet, qui revêt la forme d'une pesée des intérêts en présence telle qu'elle est recommandée dans l'expertise juridique.

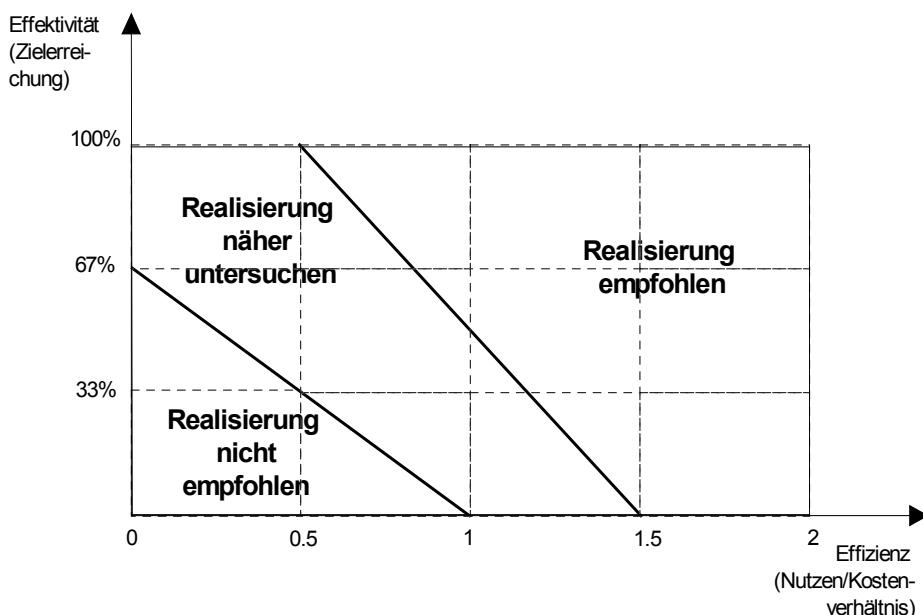


Figure 8-5: Diagramme efficience/efficacité: classement des mesures

Le diagramme efficacité/efficacité permet de classer les mesures dans l'une des trois catégories suivantes.

Catégorie 1: Réalisation recommandée

Le projet peut être réalisé dans son intégralité sans qu'aucune réserve soit émise.

Catégorie 2: Réalisation à étudier de façon plus approfondie

Il faut revoir le projet en détail. Les parties du projet présentant une efficacité et/ou une efficacité trop faibles sont à éliminer selon les possibilités.

Catégorie 3: Réalisation non recommandée

Le projet, dans son état actuel, n'est pas réalisable. Il conviendra toutefois, avant de l'abandonner définitivement, de vérifier s'il est possible de réaliser séparément certaines parties du projet qui remplissent les conditions minimales d'efficacité et d'efficacité.

8.3.3.2 Evaluation des exemples annexés

Le diagramme reproduit ci-dessous permet de visualiser le classement des trois exemples examinés en annexe.

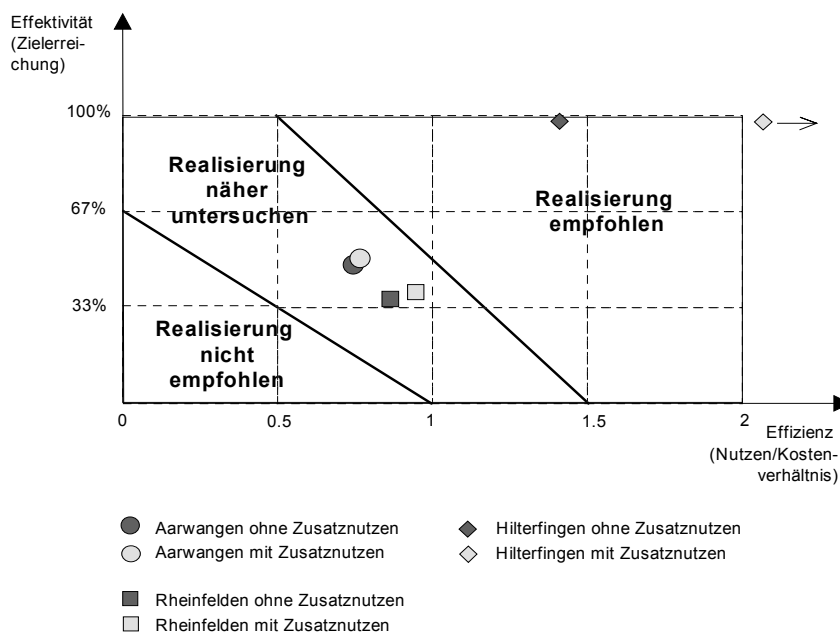


Figure 8-6: Evaluation des trois exemples annexés

La réalisation du projet de protection contre le bruit de l'installation de tir de *Hilterfingen* est recommandée sans réserve (catégorie 1).

La réalisation des projets de protection contre le bruit de la ligne ferroviaire de *Rheinfelden* et de la route cantonale d'*Aarwangen* n'est pas acceptée telle qu'elle (catégorie 2). Il faudra réexaminer les mesures préconisées pour supprimer celles dont l'efficacité et/ou l'efficacités sont jugées médiocres.

Bibliographie

- Borjans R. 1983: Immobilienpreise als Indikatoren der Umweltbelastung durch den städtischen Kraftverkehr, Buchreihe Institut für Verkehrswissenschaften, Universität Köln, Seite 240; Düsseldorf
- Buechel S. 1993: La méthode hédoniste: Une application au cas des logements à Genève, mémoire de diplôme en économie et finance, université de Genève (?)
- Office fédéral de la statistique 1996: Le logement en Suisse, recensement fédéral de la population 1990, Berne
- OFEFP 1993: La protection contre le bruit en Suisse, 7 questions - 7 réponses, Documents Environnement N° 5
- Dienst für Gesamtverkehrsfragen 1993: Wie genau ist genau genug?, GVF-Auftrag Nr. 231, Bern
- Ecoplan 1992: Internalisierung der externen Kosten im Agglomerationsverkehr, Fallbeispiel Region Bern, NFP 25, Bericht 15, Zürich
- Commission fédérale d'évaluation des valeurs limites d'immission pour le bruit 1981: Valeurs limites pour l'exposition au bruit de l'aviation légère, 3e rapport
- Fahrländer K.L. 1995: Wirtschaftliche Tragbarkeit und Verhältnismässigkeit von Lärmschutzmassnahmen; Rechtlicher Teil, Bern
- Frey R.L. 1994: Wirtschaft, Staat und Wohlfahrt, Basel/Frankfurt a.M.
- DFTCE/ Service d'études des transports 1996: Monétarisation des coûts externes de la santé imputables aux transports, rapport de synthèse (Ecoplan Bern), Mandat SET N° 272, Berne
- Infraconsult AG 1992: Soziale Kosten des Verkehrslärms in der Schweiz, Studie im Auftrag des Dienstes für Gesamtverkehrsfragen, EVED, Bern 1992
- Infras 1992: Internalisierung der externen Kosten des Verkehrs, NFP 25, Bericht 33, Zürich
- Iten R. 1990: Die mikroökonomische Bewertung von Veränderungen der Umweltqualität, Beispiel der Stadt Zürich, Institut für empirische Wirtschaftsforschung, Uni Zürich
- Naegeli W./ Wenger H. 1997: Der Liegenschaftenschätzer (Handbuch), 4. Auflage; Zürich
- Oliva C. 1993: Lärm zwischen Duldung und Widerspruch, in: N2 vom 28.4.93, Zürich
- Oliva C. 1993: Lärmstudie 90, Flug- und Strassenlärm, soziologische und akustische Feldstudie in der Umgebung der Flughäfen Cointrin und Kloten, NFP 26, Kurzbericht, Zürich
- Pommerehne W.W. 1987: Präferenzen öffentlicher Güter, Tübingen
- Schedler K. 1993: Anreizsysteme in der öffentlichen Verwaltung, Schriftenreihe Finanzwirtschaft und Finanzrecht, Bd. 68, Bern
- Schelbert H./ Maggi R. u.a. 1988: Wertvolle Umwelt, Schriftenreihe Wirtschaft und Gesellschaft der Zürcher Kantonalbank, Nr.3, Zürich

Schrade A. 1987: Kommentar zum Umweltschutzgesetz, Band 2

Soguel N. 1994: Evaluation monétaire des atteintes à l'environnement: une étude hédoniste et contingente sur l'impact des transports, EDES, Neuchâtel

Stadler Th. 1986: Die wirtschaftliche Tragbarkeit im Umweltschutzgesetz - Ein Beitrag zur Klärung des Begriffs aus ökonomischer Sicht, Bundesamt für Umweltschutz (heute: BUWAL), Dienst für Umweltplanung und -ökonomie, 12. November 1986 (internes Papier)

Weinberger M. 1991: Die Messung sozialer Kosten des Lärms in der Bundesrepublik Deutschland, Köln

Wicke L. 1986: Die ökologischen Milliarden, München

Willecke R. u.a. 1990: Kosten des Lärms in der Bundesrepublik Deutschland, Umweltbundesamt, Berlin

Zürcher A. 1996: Die vorsorgliche Emissionsbegrenzung nach dem Umweltschutzgesetz, Schriftenreihe zum Umweltrecht, Band 11, Schulthess Polygraphischer Verlag AG, Zürich

Annexes

- Annexe 1: Comparaison d'études portant sur le coefficient de loyer
- Annexe 2: Exemple de protection contre le bruit de la circulation routière à Aarwangen
- Annexe 3: Exemple de protection contre le bruit des chemins de fer à Rheinfelden
- Annexe 4: Exemple de protection contre le bruit d'une installation de tir à Hilterfingen
- Annexe 5: Avis de droit

Annexe 1: Comparaison d'études portant sur le coefficient de loyer

Effet du bruit de la circulation routière sur le prix des immeubles ou des loyers: ci-dessous, baisse, exprimée en %, de la valeur des immeubles ou des loyers lorsque le bruit de la circulation routière augmente de 1 dB(A).

Pays	Ville	Année	Baisse en % de la valeur des logements pour 1 dB(A) supplémentaire
Canada	Toronto	1977	1,05
Suisse	Bâle	1982	1,25
	Zurich³⁵	1987	0,90
	Neuchâtel³⁶	1991	0,91
Etat-Unis	North-Springfield	1974/1980	0,18 - 0,50
	Spokane	1980	0,08
	Tidewater	1980	0,14
	Virginie du Nord	1980	0,15
	Northern King County	1977	0,30
	Kingsgate	1980	0,48
	Towson	1974/1977	0,54
	Chicago	1975	0,65
	Washington	1978	0,88

Source: données tirées de Pommerehne/Römer, 1991, p. 14

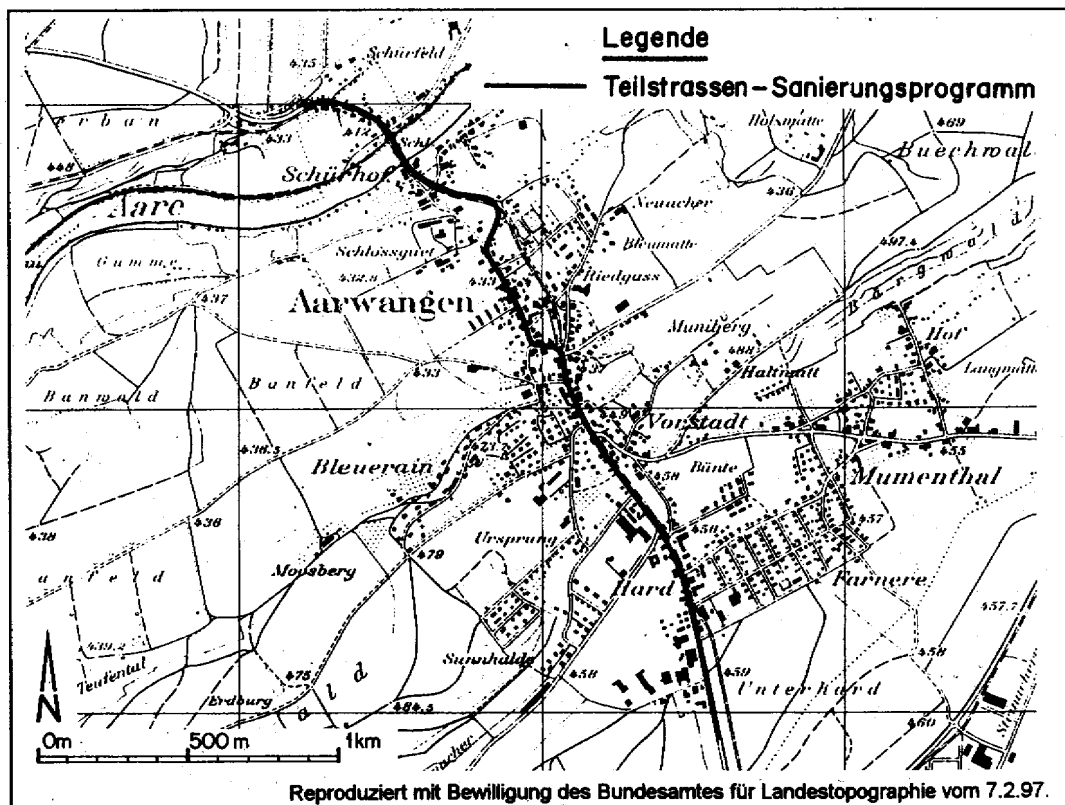
³⁵ Iten, 1990, p. 114

³⁶ Soguel, 1991, p. 23

Annexe 2: exemple de protection contre le bruit de la circulation routière à Aarwangen

Données générales:

Commune:	Aarwangen
Périmètre de l'enquête:	programme d'assainissement de tronçons de la route cantonale. Longueur: environ 2 km
Classification selon LPE et OPB:	Assainissement
Bases légales:	Art. 16ss LPE, art. 13ss OPB



La route cantonale à Aarwangen

Etape A: évaluation monétaire de l'utilité maximale possible

Etape A: évaluation monétaire de l'utilité maximale possible Route cantonale d'Aarwangen: assainissement

Zones	Sous-étapes									
	A.2		A.3			A.4			A.5	
	Surface de la zone d'affectation présente tant des dépassesments de VLI (LK1+LK2)	Indice d'util. moy. AZ ¹⁾	BGF préexistant des dépassements de VLI (densité de construction: 100%)	Charge acoustique: dépasse. moyen du niveau minimal ³⁾ * nb m ² BGF (Base VLI-5)	Coût annuel du bruit en termes d'économie publique ⁴⁾ (Base VLI-5) (Loyer annuel: 112.10 fr./m ²)	Surface de la zone d'affectation présente tant des dépassesments de VLI (LK1+LK2)	Indice d'util. moy. AZ ¹⁾	BGF préexistant des dépassements de VLI (densité de construction: 100%)	Charge acoustique: dépasse. moyen du niveau minimal ³⁾ * nb m ² BGF (Base VLI-5)	Coût annuel du bruit en termes d'économie publique ⁴⁾ (Base VLI-5) (Loyer annuel: 112.10 fr./m ²)
DS	2	2'112	0.50	1'056	0	1'056	0	10'560	0	10'654
W2 Zone d'habitation à 2 étages	III	21'207	0.50	10'604	1'296	9'308	16'200	68'808	18'160	70'427
WG2 Zone d'habitation et d'artisanat 2 étages	III	13'352	0.70	9'346	1'605	7'741	20'083	58'061	22'491	58'578
WG3 Zone d'habitation et d'artisanat 3 étages	III	4'196	0.90	3'776	1'626	2'150	20'325	16'128	22'784	16'272
K Centre	IV	1'417	0.05	71	0	71	0	531	0	536
I Zone industrielle	III	1'058	0.10	106	0	106	0	794	0	801
G Artisanat	III	4'266	0.60	997	0	997	0	7'478	0	7'545
LWZ Zone agricole	III	2'393	0.60	2'560	0	2'560	0	19'197	0	19'368
Z6N Zone d'utilité publique	III			762	0	762	0	5'715	0	5'766
USP Plan de protection des rives	III			29'278	4'527	24'751				
Total										
Total annuel en francs										189'947
Capitalisation de 5% (en francs)										1'268'700
Coût du bruit capitalisé en francs (= utilité maximale possible des mesures de protection)										5'067'640

Formule de calcul:

$$VK_{\text{bruit}} = \text{coi.10} + \text{coi.11} = (\text{coi.6} * g * \text{coef. de loyer}) + (\text{coi.7} * g * \text{coef. de loyer}) * \text{loyer}$$

g(LK1): ±20, g(LK2): ±50%, coef. de loyer: ±20%, coût annuel: ±25%

isophonies (selon LK): ±25%, AZ: ±20%

Analyse de sensibilité:

Légende:

¹⁾ en partie interprétation du règlement de construction

²⁾ selon surfaces construites présentant un dépassement des VA

³⁾ dépasse. moy. du niveau minimal (g) en DB(A)

DS II	Base VLI-5	
	LK1	LK2
DS II	17.5	10
DS III	12.5	7.5
DS IV	10	7.5

⁴⁾ Hypoth. pour les élém. de la matrice des valeurs (exprimables en fr. Coef. de loyer: LK1 = 1%, LK2 = 0.9%

Loyer annuel (région de petites villes): 112.10 fr./m² de BGF

Caractéristiques du projet:

Projet d'assainissement sur env. 2 km

Total: 2 millions 840 000 francs de frais d'investissement (145 000 fr. annuels)

(2 millions 347 000 francs nets pour la construction et l'installation), dont

- parois antibruit: 497 m²; 301 000 francs

- fenêtres isolantes: 1 173 m²

281 amortisseurs de bruit, 77 caissons de stores; 2 millions 530 000 francs

Etape B: pesée des intérêts

a) Coût annuel des mesures de protection contre le bruit (sous-étape B.1)

Nature des mesures:	
■ Investissements <u>avec</u> amortissements:	500 m ² de parois antibruit
■ Investissements <u>sans</u> amortissements:	1'173 m ² de fenêtre isolantes, 291 amortisseurs de bruit, 77 caissons de stores

Frais d'investissement	Base de calcul	Montant en milliers de francs	
		Investissements <u>avec</u> amortissements	Investissements <u>sans</u> amortissements
Coût de la construction et de l'installation: - parois antibruit: 497 m ² - fenêtres isolantes: 1'173 m ² - autres:	Données du maître de l'ouvrage	249	2'098
Total intermédiaire 1		249	2'098
Coût de la planification et de l'élaboration du projet	20 % du coût de la construction	50	420
Coûts de procédure	1 % du coût de la construction	2	21
Total intermédiaire 2		301	2'539
Coût de l'acquisition de terrains			-
Total des frais d'investissement		301	2'539
Part de la protection contre le bruit en %		100 %	100 %
Frais d'investissement pour la protection contre le bruit, base de prix décembre 1995		301	2'539
Frais d'investissement pour la protection contre le bruit, indexés sur décembre 1995		2'840	

Conversion en coûts annuels

Coût d'amortissement	2,5 % des frais d'investissement	7.5	
Frais financiers:			
- invest. avec amortissements	2,5 % des frais d'investissement	7.5	
- invest. sans amortissements	5 % des frais d'investissement		127
Coût de l'exploitation et de l'entretien (pour les investissements avec amortissements)	1 % des frais d'investissement	3	
		18	127
Coût annuel total (en milliers de francs)		145	

b) Evaluation qualitative (sous-étape B.2)

La liste de critères suivante montre que les mesures de protection prévues entraînent peu de préjudices. Du point de vue des coûts non quantifiables, ces mesures sont entièrement réalisables.

Critères	Préjudice		
	faible	moyen	grave
■ Intégration architecturale	x		
■ Intégration paysagère	x		
■ Conséquences écologiques (morçèlement du biotope, écoulement des eaux souterraines, etc.)	x		
■ Qualité de l'habitat riverain (luminosité, vue, etc.)	x		
■ Sécurité du trafic	x		
Autres atteintes			

c) Evaluation de l'utilité annuelle des mesures de protection (sous-étapes B.3 à B.6)

Voir les tableaux aux pages suivantes.

Sous-étapes B.3 - B.6: utilité des mesures de protection en termes d'économie publique (fenêtres isolantes)
Route cantonale d'Aarwangen: mesures d'assainissement

Zones	Sous-étapes												Utilité annuelle des mesures de protection en francs pour la densité de construction actuelle	Utilité annuelle en francs en termes d'économie publique ²⁾ (Base: VLI-5) Loyer annuel au m ² 112.10 fr./m ²						
	B.3			B.4			B.5			B.6										
	BGF présentant des dépassements de VLI sans mesures de protection (densité de constr. actuelle)			BGF présentant des dépassements supérieurs aux VLI-5 avec mesures de protection (fenêtres isolantes) (densité de constr. actuelle)			Réduction de la charge acoustique grâce aux mesures (fenêtres isolantes)			Dépassement moyen de VLI-5 (par classe de bruit et par zone en dB(A))					Diminution du bruit (Dépassement moyen des VLE avec/ sans mesures * nombre de m ² de BGF)					
	LK1	LK2	Total: LK2+LK1	LK1	LK2	Total: LK2+LK1	LK1	LK2	Total: LK2+LK1	LK1	LK2	Total: LK2+LK1	LK1	LK2	Total: LK2+LK1	LK1: coef. de loyer 0.50%	LK2: coef. de loyer 0.45%			
DS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
W2 Zone d'habitation à 2 étages	0	364	364	364	0	364	364	0	364	0	364	364	0	0	0	0	0	0		
W2 Zone d'habitation et d'artisanat à 2 étages	1'980	6'236	7'916	2'430	182	2'592	2'592	1'518	3'906	17.5	12.5	14.0	18'975	34'254	10'635	17'279				
W3 Zone d'habitation et d'artisanat à 3 étages	1'611	6'777	8'388	969	0	969	969	1'611	5'908	12.5	12.5	9.0	20'138	52'272	11'287	26'369				
K Centre	1'626	2'489	4'115	672	0	672	672	1'626	1'617	12.5	12.5	9.0	20'325	18'353	11'382	8'249				
G Artisanat	0	1'569	1'569	0	0	0	0	0	1'569	12.5	12.5	9.0	14'121	0	0	7'123				
LWZ Zone agricole	148	778	924	0	0	0	0	148	778	12.5	12.5	9.0	1'925	7'002	1'023	3'532				
ZBN Zone d'utilité publique	860	749	1'609	266	430	696	696	430	483	12.5	12.5	9.0	5'975	4'347	3'013	2'193				
USP Plan de protection des rives	0	750	750	0	0	0	0	0	750	12.5	12.5	9.0	6'750	6'750	0	3'405				
Total	5'823	19'712	25'535	592	4'701	5'293	5'293	15'011	15'011				68'938	135'099						
Efficacité (taux de réalisation des objectifs)																				
BGF<sup>dB(A) (sans utilité suppl.)	44'423	50'190	94'613	7'962	4'440	12'402	12'402	43.4%												
Réalisation des objectifs (avec demi-utilité pour les fenêtres isolantes)																				
Utilité																				
Utilité par classe de bruit (en francs et par an)																				
Utilité totale (en francs et par an grâce aux fenêtres isolantes)																				
Densité de construction actuelle: 37'360 108'600																				

Légende:

¹⁾ Selon surface construite présentant un dépassement des VA ou des VLI

²⁾ Hypoth. pour les éléments de la matrice exprimables en francs: coef. de loyer LK1 = 0.5%, LK2 = 0.45% (1/2 utilité: intérieur seul protégé)

Loyer annuel (région de petites villes): 112.10 fr./m²

Analyses de sensibilité:

isophonies (selon LK): ±25%, AZ: ±20%,

g(LK1): ±20, g(LK2): ±50%, coef. de loyer: ±20%, coût annuel: ±25%

Caractéristiques du projet

Projet d'assainissement sur env. 2 km

Total: 2 millions 840 000 fr. de frais d'investissement (145 000 fr. annuels, 2 millions 347 000 fr. nets pour la construction et l'installation); dont:

- parois antibruit: 487 m²; 801 000 francs

- fenêtres isolantes: 1173 m² fenêtres isolantes, 231 amortisseurs de bruit, 77 caissons de store; 2 millions 639 000 francs

d) Pesée des intérêts (sous-étape B.7)*Synthèse*

Coût annuel		Fr. 145'000
Utilité annuelle:		
■ sans utilité supplémentaire		Fr. 109'777
■ avec utilité supplémentaire		Fr. 113'229
Efficienc e (utilité annuelle/coût annuel)		
■ sans utilité supplémentaire		0,76
■ avec utilité supplémentaire		0,78
Efficacit é (réalisation des objectifs)		
■ sans utilité supplémentaire		46%
■ avec utilité supplémentaire		48%

Evaluation

L'utilité du projet d'assainissement de la route cantonale à Aarwangen est évaluée à 110'000 francs par an; son coût à 145'000 francs par an.

L'efficienc

e du projet, évaluée à 0,76, est moyenne. Par contre, son efficacité de 46% est nettement inférieure aux 67% visés. Sur notre diagramme, ce résultat se situe dans la zone médiane.

Si l'on tient compte de l'utilité supplémentaire que pourrait apporter, dans les zones déjà protégées, l'extension des installations (légale du point de vue du droit de superficie) l'utilité augmente jusqu'à 113'000 francs par an seulement. L'efficienc

e passe à 0,78 et l'efficacité à 48%, chiffre toujours très inférieur aux 67% visés. Ce résultat figure lui aussi dans la zone médiane de notre diagramme.

Ce résultat moyen en matière d'efficienc

e et d'efficacité sur le diagramme doit être interprété comme suit: le projet doit faire l'objet d'une étude plus approfondie (catégorie 2).
Coût du projet: interprétation

En principe, les coûts de planification et d'élaboration du projet, les coûts de procédure et les coûts d'exploitation et d'entretien n'entrent pas dans les frais d'investissement. Leur prise en compte ici a pour effet d'accroître d'environ 20% le coût du projet (par rapport au seul coût de construction et d'installation). L'efficienc

e s'en trouve donc diminuée.

Le coût du projet d'Aarwangen a été évalué à partir de devis établis en 1994/95. Entre-temps, l'indice des prix de la construction a baissé en raison de la récession. Dès lors, le coût de la réalisation du projet sera sans doute moins élevé que prévu. Des coûts de construction inférieurs améliorent l'efficienc

e du projet.

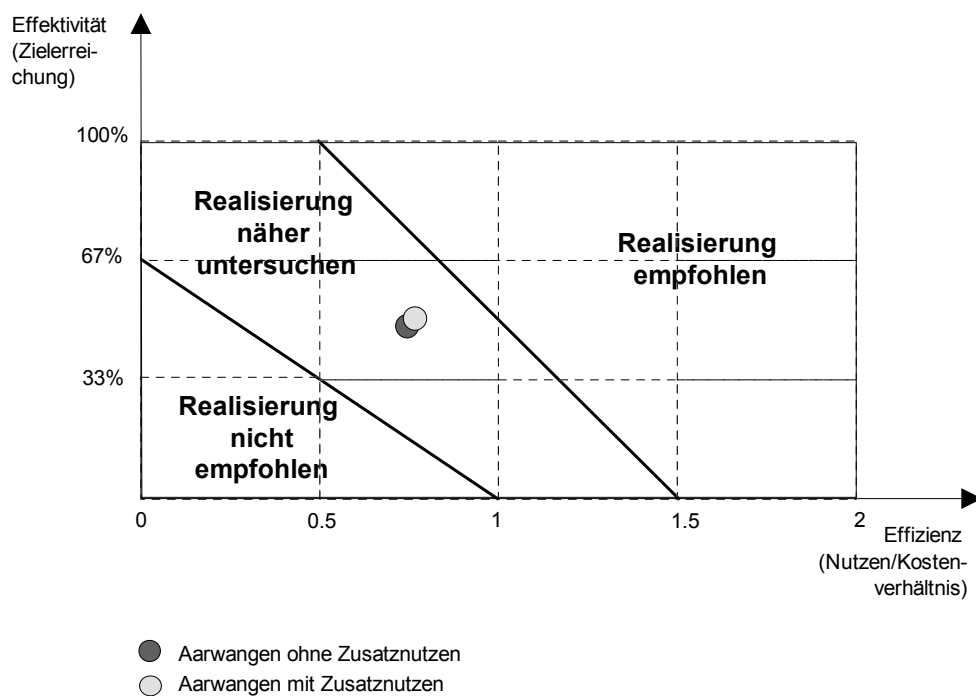
Utilité du projet: interprétation

A Aarwangen, l'essentiel des mesures d'assainissement consiste en fenêtres isolantes, qui confèrent au projet 96% de son utilité. Les 4% d'utilité restants sont apportés par les parois antibruit.

La contribution importante des fenêtres isolantes agit négativement sur l'efficience et sur l'efficacité. En effet, leur coût est relativement haut alors que leur utilité, dans le modèle, subit une pondération de 50% par rapport aux parois antibruit (les fenêtres ne protègent que l'intérieur des bâtiments!). En d'autres termes, la diminution de moitié de l'utilité des fenêtres isolantes a la conséquence suivante: d'après notre modèle, l'efficacité maximale des fenêtres isolantes (= respect de toutes les valeurs limites d'exposition au bruit prévues par l'OPB) ne peut être que de 50 %, contrairement à celle des parois antibruit.

De plus, l'utilité relativement faible du projet s'explique par le caractère régional du niveau des loyers. Dans les régions rurales, ce dernier est inférieur de 12% au niveau du reste de la Suisse, ce qui diminue d'autant l'utilité du projet.

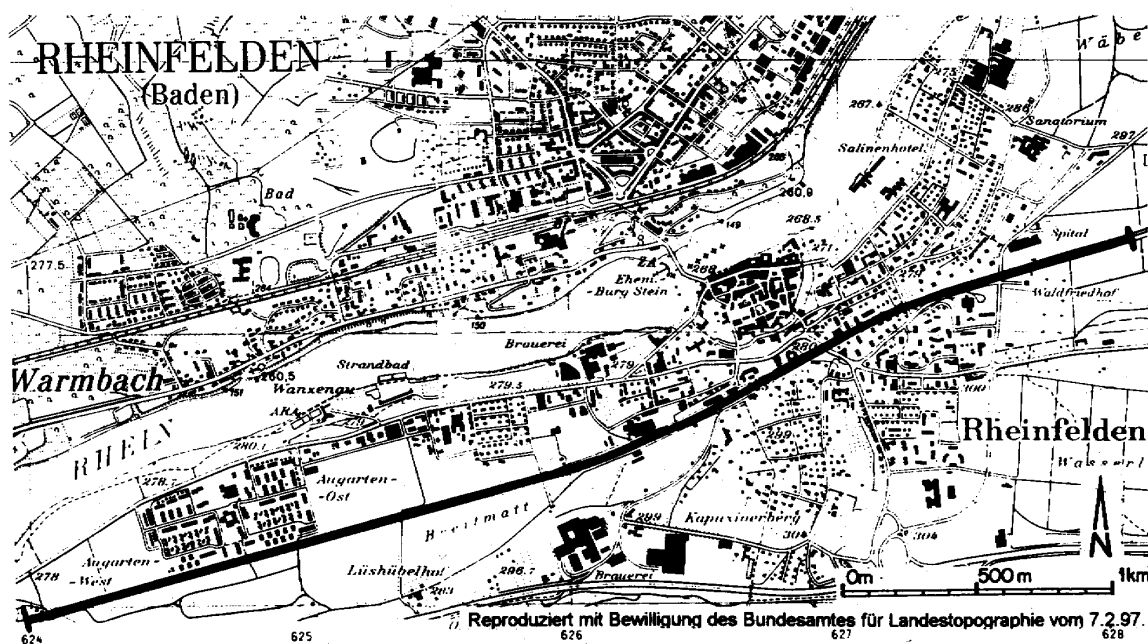
Les calculs effectués permettent de supposer que l'utilité du projet d'Aarwangen serait à peu près égale à son coût (efficience = 1) si, à coût égal, le projet permettait de respecter la valeur limite pour trois à cinq bâtiments (efficacité = 60 %).



Annexe 3: exemple de protection contre le bruit des chemins de fer à Rheinfelden

Données générales:

Commune:	Rheinfelden AG
Périmètre de l'enquête:	Assainissement de la ligne CFF Stein/Säckingen-Pratteln, sur 6 km environ
Classification selon LPE et OPB:	Assainissement
Bases légales:	Art. 16ss LPE, art. 13ss OPB



La ligne CFF à Rheinfelden

Etape A: évaluation monétaire de l'utilité maximale possible

Etape A: évaluation monétaire de l'utilité maximale possible Ligne ferroviaire Rheinfelden AG: assainissement

Zones	Sous-étapes										
	A.2		A.3			A.4			A.5		
	Surface de la zone d'affectation présentant des dépassements de VLI (LK1+LK2)	Indice d'util. moyen AZ ¹⁾	BGF présentant des dépassements de VLI (densité de construction: 100%)	LK1	LK2 ⁴⁾	LK1	LK2	Charge acoustique: dépass. moyen du niveau minimal ²⁾ nb m ² BGF (Base VLI-5)	Coût annuel du bruit en termes d'économie publique ⁴⁾ (Base VLI-5)	LK1: coeff. de loyer 1.0%	LK2: coeff. de loyer 0.9%
B	3'420	0.05	171	0	171	0	1'283	0	1'283	0	1'283
G	86'720	0.10	8'672	0	8'672	0	65'040	0	65'040	0	65'619
Ku	8'900	0.45	4'005	0	4'005	0	40'050	0	40'050	0	40'406
W2	80'058	0.40	32'023	1'246	30'777	1'246	21'805	30'777	24'443	310'511	310'511
W4	134'600	0.60	89'010	8'867	80'143	8'867	155'173	801'430	173'949	808'563	808'563
WG2A Hab. et art.(petite taille) 2A	17'840	0.50	8'920	0	8'920	0	66'150	0	66'150	0	66'739
WG2B Hab. et art.(petite taille) 2B	6'000	0.60	3'600	800	2'800	800	10'000	21'000	11'210	21'187	21'187
WG4A Hab. et art.(petite taille) 4A	66'020	0.80	52'816	0	52'816	0	396'120	0	396'120	0	399'645
WG4B Hab. et art.(petite taille) 4B	35'200	1.00	35'200	9'863	25'337	9'863	129'288	190'028	138'206	191'719	191'719
LWZ - Zone agricole	0		166	166	166	166	2'075	0	2'326	0	0
Total			234'483	20'942	213'541						
Total annuel en francs									350'134	1'905'683	
Capitalisation de 5% (en francs)									7'002'680	38'113'660	
Coût du bruit capitalisé en francs (= utilité maximale possible des mesures de protection)											

Formule de calcul:

$$VK_{\text{total}} = \text{Somme}(BGF_i \cdot g_i^m) \cdot m$$

$$VK_{\text{total}} = \text{col.10} + \text{col.11} = [(\text{col.6} \cdot g \cdot \text{coeff. de loyer}) + (\text{col.7} \cdot g \cdot \text{coeff. de loyer})] \cdot \text{loyer}$$

Légende:

¹⁾ selon surfaces bâties présentant un dépassement des VA

²⁾ dépass. moyen du niv. minimal (g) en dB(A)

DS	Base VLI-5	
	LK1	LK2
DS II	17.5	10
DS III	12.5	7.5
DS IV	10	7.5

³⁾ Hypoth. pour les élém. de la matrice des valeurs exprimables en fr.: coeff. de loyer: LK1 = 1%, LK2 = 0.9%

Loyer annuel (région de centralité moyen)

⁴⁾ BGF de LK2 y compr. 8250 m² dans les étages supérieurs des immeubles situés en dehors du périmètre des isophones de VLI

Analyses de sensibilité

isophones (selon LK): ±25%, AZ: ±20%,

g (LK1): ±20, g+J15(LK2):±50%, coefficient de loyer: ±20%, coût annuel: ±25%

Caractéristiques du projet:

Projet d'assainissement CFF, d'env. 6 km de long, pose de 2970 m² de parois antibruit:

7.567 millions de fr. d'investissement (0.437 million de fr./an)

soit 6.1 millions de fr. pour la construction et l'installation

112.10 fr./m² de BGF

112.10 fr./m² de VLI

Etape B: pesée des intérêts

a) Coût annuel des mesures de protection contre le bruit (sous-étape B.1)

Nature des mesures:	
■ Investissements <u>avec</u> amortissements:	env. 2'970 m ² de parois antibruit
■ Investissements <u>sans</u> amortissements:	frais d'acquisition de terrains

Frais d'investissement	Base de calcul	Montant en milliers de francs	
		Investissements <u>avec</u> amortissements	Investissements <u>sans</u> amortissements
Coût de la construction et de l'installation: - parois antibruit: env. 2'970 m ² - service de sécurité - service de transport - ralentissements du trafic liés au chantier	Données du maître de l'ouvrage	4'877 286 477 490	
Total intermédiaire 1		6'130	
Coût de la planification et de l'élaboration du projet	20 % du coût de la construction	1'226	
Coûts de procédure	1 % du coût de la construction	61	
Total intermédiaire 2		7'417	
Coût de l'acquisition de terrains			150
Total des frais d'investissement		7'417	150
Part de la protection contre le bruit en %		100%	100%
Frais d'investissement pour la protection contre le bruit, base de prix au milieu de l'année 1993		7'417	150
Frais d'investissement pour la protection contre le bruit, indexés sur décembre 1995		7'567	

Conversion en coûts annuels

Coût d'amortissement	2,5 % des frais d'investissement	185	
Frais financiers:			
- invest. avec amortissements	2,5 % des frais d'investissement	185	
- invest. sans amortissements	5 % des frais d'investissement		
Coût de l'exploitation et de l'entretien (pour les investissements avec amortissements)	1 % des frais d'investissement	59	
		430	7
Coût annuel total (en milliers de francs)		437	

b) Evaluation qualitative (sous-étape B.2)

La liste de critères suivants montre que les mesures de protection prévues n'entraînent pas de préjudices graves. Toutefois, on constate que le site et le milieu naturel subissent un préjudice moyen (voir les rubriques « intégration architecturale » et « conséquences écologiques »). Ce préjudice n'est tolérable que dans la mesure où la protection contre le bruit répond à des intérêts prépondérants.

Critères	Préjudice		
	Faible	moyen	grave
■ Intégration architecturale		x	
■ Intégration paysagère	x		
■ Conséquences écologiques (morcellement du biotope, écoulement des eaux souterraines, etc.)		x	
■ Qualité de l'habitat riverain (luminosité, vue, etc.)	x		
■ Sécurité du trafic	x		
Autres atteintes			

c) Evaluation de l'utilité annuelle des mesures de protection (sous-étapes B.3 à B.6)

Voir les tableaux en pages suivantes.

d) Pesée des intérêts (sous-étape B.7)*Synthèse*

Coût annuel		Fr. 437'000
Utilité annuelle:		
■ sans utilité supplémentaire		Fr. 351'212
■ avec utilité supplémentaire		Fr. 398'751
Efficience (utilité annuelle/coût annuel)		
■ sans utilité supplémentaire		0,80
■ avec utilité supplémentaire		0,91
Efficacité (réalisation des objectifs)		
■ sans utilité supplémentaire		35%
■ avec utilité supplémentaire		37%

Evaluation

L'utilité du projet d'assainissement de la ligne CFF à Rheinfelden est évaluée à 351'000 francs par an; son coût à 437'000 francs par an.

L'efficience du projet, évaluée à 0,80 (0,91 avec utilité supplémentaire), est bonne et se rapproche de la valeur 1 (rapport utilité-coût équilibré). Par contre, son efficacité de 35% (37% avec utilité supplémentaire) est relativement faible par rapport à l'objectif fixé.

Sur notre diagramme, ce rapport efficience-efficacité se situe dans la zone médiane (catégorie 2): le projet doit faire l'objet d'une étude plus approfondie.

Coût du projet: interprétation

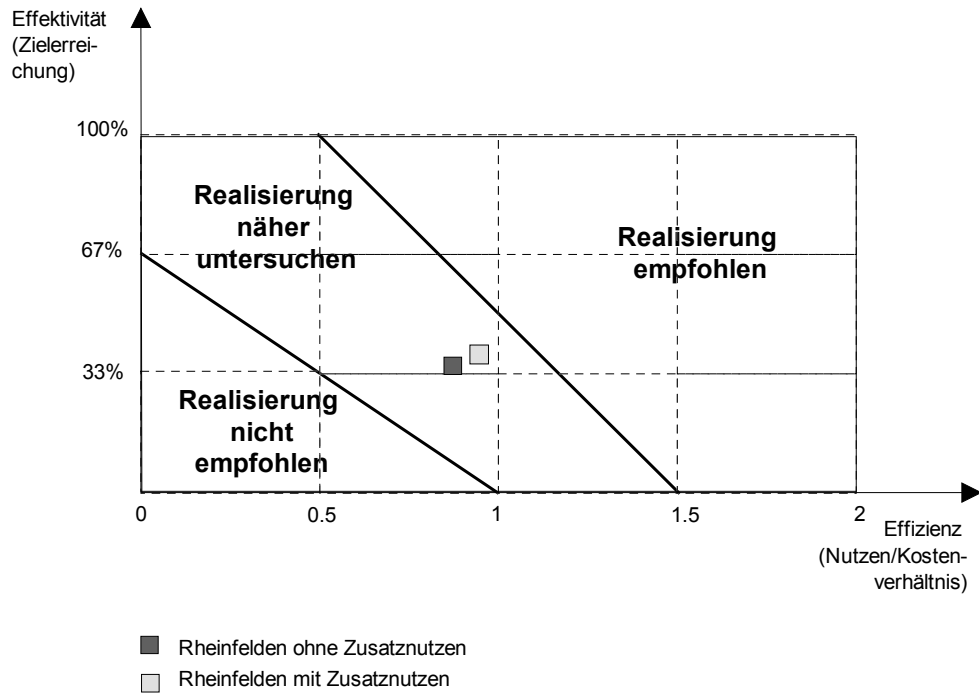
Les coûts finaux du projet relativement élevés doivent être mis en doute. Les coûts des services de sécurité, de transport et des ralentissements dus au chantier tels que les présentent les CFF représentent 20% du coût total. Si un quart seulement de ces coûts était facturé, l'efficience du projet augmenterait, passant à 0,84.

En principe, les coûts de planification et d'élaboration du projet, les coûts de procédure et les coûts d'exploitation et d'entretien n'entrent pas dans les frais d'investissement. Leur prise en compte ici aussi a pour effet d'accroître d'environ 20% le coût du projet (par rapport au seul coût de construction et d'installation). L'efficience s'en trouve donc diminuée.

Les coûts finaux du projet de Rheinfelden a été évalué d'après les prix de 1993. Entretiens, les coûts sont restés plutôt stables ou ont même baissé pour partie. Si les mesures étaient réalisées aujourd'hui, les coûts d'installation seraient probablement inférieurs, ce qui améliorerait l'efficience.

Utilité du projet: interprétation

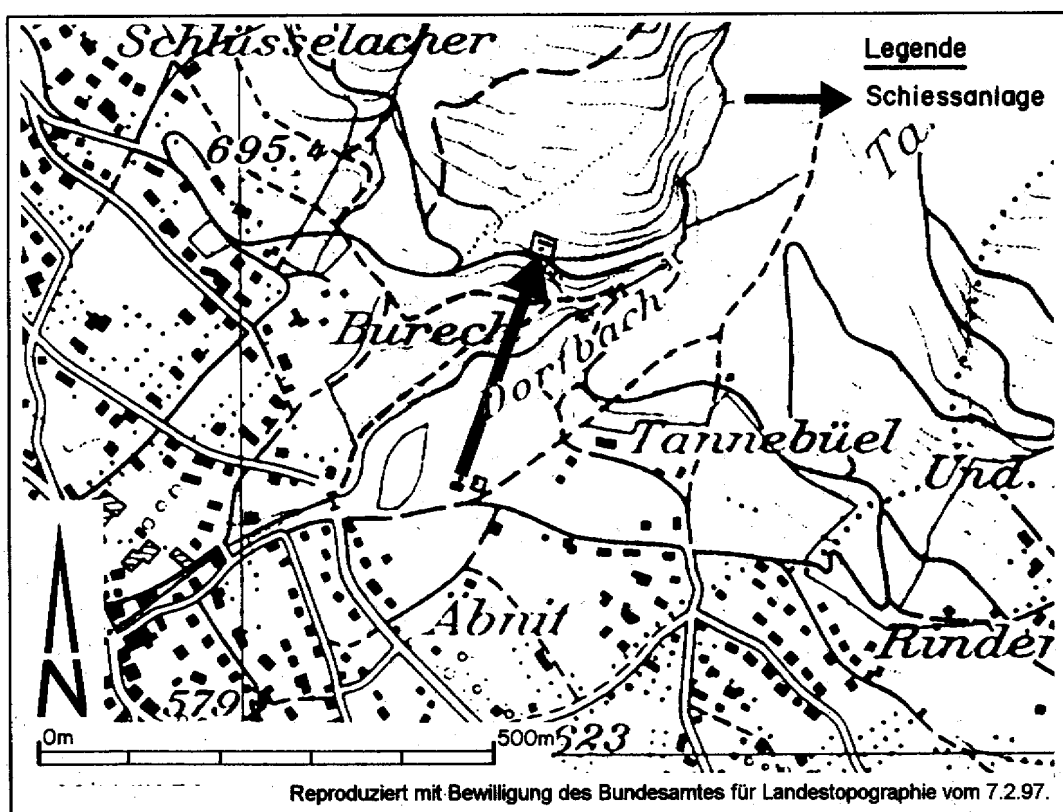
L'essentiel des mesures d'assainissement de Rheinfelden consiste en parois antibruit. La réserve de construction ainsi protégée fournit une utilité supplémentaire de 14 %. On obtient ainsi un rapport coût-utilité presque équilibré de 1.



Annexe 4: exemple de protection contre le bruit d'une installation de tir à Hilterfingen

Données générales:

Commune:	Hilterfingen
Périmètre de l'enquête:	Installation de tir Tannenbühl (longueur: 300m) et zones d'affectation contiguës E1 et E2
Classification selon LPE et OPB:	Assainissement
Bases légales:	Art. 16ss LPE, art. 13ss OPB



Situationsplan der Schiessanlage Tannenbühl in Hilterfingen

Etape A: évaluation monétaire de l'utilité maximale possible

Etape A: évaluation monétaire de l'utilité maximale possible Installation de tir de Hiltfergingen: assainissement

Zones	DS	Sous-étapes				Sous-étapes				Sous-étapes	
		A.2		A.3		A.4		A.5			
		Surface de la zone d'affectation présentant des dépassements de VLI (m ² > VA, VLI)	Indice d'util. moyen (AZ ¹)	BGF présentant des dépassements de VLI (densité de construction: 100%) (m ² BGF > VA, VLI)	Charge acoustique: dépass. moyen du niveau minimal ¹ * nb m ² BGF (Base VLI-5)	Coût annuel du bruit en termes d'économie publique ² (Base VLI-5) (Loyer annuel: 122.30 fr./m ²)					
		LK1	LK2	LK1	LK2	LK1	LK2	LK1	LK2	LK1	LK2
		>VA	VL-VA	>VA	VL-VA	>VA	VL-VA	1.0%	0.9%	1.0%	0.9%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
W1	Zone d'habitation à 1 étage	10'667	6'114	0.30	3'200	1'834	40'001	13'757	48'921	15'142	61'218
W1	Zone d'habitation à 1 étage	0	18'539	0.30	0	5'562	0	55'617	0	61'218	0
W2	Zone d'habitation à 2 étages	0	10'268	0.40	0	4'107	0	41'072	0	45'208	0
Total					3'200	11'503				48'921	121'568
Total annuel en francs Capitalisation de 5% (en francs)											
Coût du bruit capitalisé en francs (= utilité maximale possible des mesures de protection)											

Formule de calcul:

$$VK_{\text{nat}} = \text{Somme (BGF}^2 \cdot \text{g}^2 \cdot \text{fi}) \cdot \text{m}$$

$$VK_{\text{nat}} = \text{col.10} \cdot \text{col.11} = [(\text{col.6} \cdot \text{g} \cdot \text{coefficient de loyer}) \cdot (\text{col.7} \cdot \text{coefficient de loyer})] \cdot \text{loyer}$$

Légende:

	Base VLI-5	
	LK1	LK2
DS II	17.5	10
DS III	12.5	7.5
DS IV	10	7.5

¹Dépassement moyen du niveau minimal(g) en dB

² Composantes:
Coefficient de loyer LK1 = 1%, LK2 = 0.9%;

Loyer annuel (rég. de centralité moy.) fr./m² BGF: 122.30

Analyse de sensibilité:

Isophones (selon LK): ±25%, AZ: ±20%.

g(LK1): ±20, g(LK2): ±50%, coefficient de loyer: ±20%, coût annuel: ±25%

Caractéristiques du projet:

49000 francs de frais d'investissement dont 55%, soit env. 272'000 francs, servent au financement de mesures de protection contre le bruit (env. 0.0163 million de francs par an), soit 228'000 francs nets pour la construction et l'installation; l'assainissement prévu porte sur l'installation de tir, les 6 tunnels de tir ainsi que sur les 6 installations électroniques de signalisation des touchers (représentent le quart des frais) et sur des installations électriques.

Etape B: pesée des intérêts

a) Coût annuel des mesures de protection contre le bruit (sous-étape B.1)

Nature des mesures:	
■ Investissements <u>avec</u> amortissements:	Isolation et revêtement acoustique intérieur du local de tir 6 tunnels de tir 6 installations électroniques de signalisation des touchers
■ Investissements <u>sans</u> amortissements:	aucun

Frais d'investissement	Base de calcul	Montant en milliers de francs	
		Investissements <u>avec</u> amortissements	Investissements <u>sans</u> amortissements
Coût de la construction et de l'installation: - Local de tir - Tunnels de tir - installations électroniques de signalisation des touchers (25% considérés comme coûts d'insonorisation)	Données du maître de l'ouvrage	130 35 60	
Total intermédiaire 1		225	
Coût de la planification et de l'élaboration du projet	20 % du coût de la construction	45	
Coûts de procédure	1 % du coût de la construction	2	
Total intermédiaire 2		272	
Coût de l'acquisition de terrains			-
Total des frais d'investissement		272	
Part de la prot. contre le bruit en %		100%	
Frais d'investissement pour la protection contre le bruit, base de prix décembre 1995		272	
Frais d'investissement pour la protection contre le bruit, indexés sur décembre 1995		272	

Conversion en coûts annuels

Coût d'amortissement	2,5 % des frais d'investissement	6.8	
Frais financiers:			
- Invest. Avec amortissements	2,5 % des frais d'investissement	6.8	
- Invest. Sans amortissements	5 % des frais d'investissement		
Coût de l'exploitation et de l'entretien (pour les investissements avec amortissements)	1 % des frais d'investissement	2.7	
		16.3	0
Coût annuel total (en milliers de francs)		16.3	

b) Evaluation qualitative (sous-étape B.2)

La liste de critères suivante montre que les mesures de protection prévues entraînent peu de préjudices graves. Du point de vue des coûts non quantifiables, ces mesures sont entièrement réalisables.

Critères	Préjudice		
	faible	moyen	grave
■ Intégration architecturale	x		
■ Intégration paysagère	x		
■ Conséquences écologiques (morçèlement du biotope, écoulement des eaux souterraines, etc.)	x		
■ Qualité de l'habitat riverain (luminosité, vue, etc.)	x		
■ Sécurité du trafic	x		
Autres atteintes			

c) Evaluation de l'utilité annuelle des mesures de protection (sous-étapes B.3 à B.6)

Voir les tableaux en pages suivantes.

Sous-étapes B.3 - B.6: utilité des mesures de protection en termes d'économie publique
Installation de tir de Hilterfingen: assainissement

Zones	Sous-étapes														
	B.3			B.4			B.5			B.6					
	BCF présentant des dépassements de VL1 sans mesures (dégrés de constr. actuels)			BCF présentant des dépassements de VL1-5 avec mesures (dégrés de constr. actuels)			Risque de la charge soustruée grâce aux mesures			Dépasse. moyen de VL15 (par classe de bruit et par zone en dB(A))					
	DK1	DK2	DK3	DK1	DK2	DK3	DK1	DK2	DK3	DK1	DK2	DK3	DK1	DK2	DK3
W1 Zone d'habitation à 1 étage	190	566	41	0	41	716	149	589	-718	7.5	2.5	0.0	1118	1423	0
W2 Zone d'habitation à 2 étages	0	601	0	0	0	601	0	601	-401	12.5	5.0	0.0	3005	0	0
Total	190	1167	41	0	41	1317	149	1190	-1319	12.5	5.0	0.0	8990	0	0
Efficacité (degré de réalisation des objectifs)	1'425	11'418	12643	0	308	- m² BGF/dB(A) (dépasse. moyen des VL1)									
BGF*dB(A) (sans utilité suppl.)	6'169	60'982	68221	308	0	308	- m² BGF/dB(A) (dépasse. moyen des VL1)								
BGF*dB(A) (avec utilité suppl.) ²⁾															
Efficacité sans utilité suppl.															
Efficacité avec utilité suppl. ³⁾															
Unités													Degrés de construction actuels:		
Unité par classe de bruit (en francs et par an)													1'397	12'648	0
Unité totale pour le dénivelé de construction actuelle (en francs et par an)													Unités supplémentaires:		
Unité totale pour les réserves de construction, y compris utilité supplémentaire (en francs et par an)													5'828	68'776	0

Légende:

- ¹⁾ Selon surfaces totales présentant des dépassements de VL1 ou VA
 - ²⁾ Hypoth. pour les éléments de la matrice des valeurs exprimables en fr.: coeff. de loyer LK1 = 1%, LK2 = 0,9%, LK3 = 0,6%.
 - ³⁾ Augmentation de surface pour les BGF sans mesures, étant donné qu'il faut respecter les VP pour les BGF correspondant aux nouvelles installations
- Analyse de sensibilité
 Isophones selon LK1: 25%, A2: 20%
 Coefficient de loyer: 20%, coût annuel: 225%
 Coefficient de projet
 400'000 francs de frais d'investissement dont 55%, soit env. 220'000 francs, servent au financement de mesure de protection contre le bruit.
 (env. 0,0160 million de francs par an), soit 220'000 francs nets pour la construction et l'installation l'investissement prévu porte sur l'installation de tir, les 6 tours de tir ainsi que sur les 6 installations électroniques de signalisation des touches (représentent le quart des frais)

Sous-étape B.7: pesée des intérêts

Coût annuel en francs	18'900
Unités annuelles en francs (sans utilité suppl.)	18'900
Unités annuelles en francs (avec utilité suppl.)	73342
Efficience (rapp. utilité-coût, sans utilité suppl.)	0,866
Efficacité (r' de réalis. des obj, sans utilité suppl.)	4.500
Efficacité (avec utilité supplémentaire)	97,6%
	99,5%

d) Pesée des intérêts (sous-étape B.7)

Synthèse

Coût annuel (voir plus haut)		Fr. 16'300
Utilité annuelle: <ul style="list-style-type: none">■ sans utilité supplémentaire■ avec utilité supplémentaire		Fr. 22'332 Fr. 117'537
Efficienc e (utilité annuelle/coût annuel) <ul style="list-style-type: none">■ sans utilité supplémentaire■ avec utilité supplémentaire		1,37 7,21
Efficacit é (réalisation des objectifs) <ul style="list-style-type: none">■ sans utilité supplémentaire■ avec utilité supplémentaire		98% 99%

Evaluation

L'utilité du projet d'assainissement de l'installation de tir de Hilterfingen est évaluée à 22'000 francs; son coût à 16'000 francs.

L'efficienc

e du projet, évaluée à 1,37 (et à 7,21 avec utilité supplémentaire) est bonne à très bonne. De même son efficacité de 98% (et 99% avec utilité supplémentaire) est proche du maximum comme on peut le voir sur le diagramme.

Dès lors, le rapport efficienc

e-efficacité entre dans la catégorie 1: le projet peut être réalisé tel quel.

Coût du projet: interprétation

Le coût du projet dépend largement de la part de coûts des installations électroniques de signalisation des touches imputée à la protection contre le bruit. Si cette part était de 50% au lieu de 25%, les coûts augmenteraient de 25% environ et l'efficienc

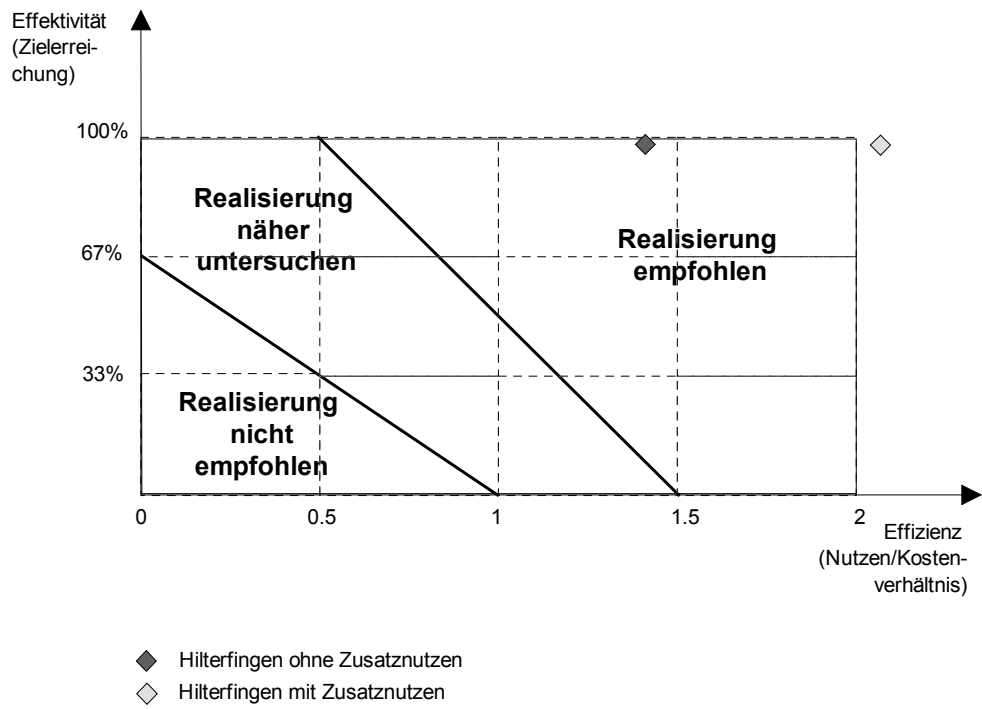
e en serait diminuée d'à peu près autant.

Utilité du projet: interprétation

L'utilité de ce projet est relativement élevée car Hilterfingen (situé dans une région de villes moyennes selon la répartition du chapitre 7.3.6) a un niveau de loyers supérieur d'environ 10% à celui de Rheinfelden ou de Aarwangen.

A Hilterfingen, l'essentiel des mesures d'assainissement est constitué de mesures à la source. L'extérieur est ainsi protégé, ce qui confère une forte utilité supplémentaire à la ré-

serve de construction dans les zones protégées. A Hilterfingen, l'utilité supplémentaire induit une multiplication par cinq de l'efficience.



Annexe 5: avis de droit

**ETUDE D'AVOCATS
LIEBI ENGLER HESS FAHRLÄNDER & PARTNER**

**Le caractère économiquement supportable et la
proportionnalité des mesures de protection contre le bruit**

**Avis de droit
élaboré à l'intention de l'OFEFP**

par

Me Karl Ludwig Fahrländer, docteur en droit, avocat

Membre des Fédérations bernoise et suisse des avocats

Berne, le 24 octobre 1995

Table des matières

- I. INTRODUCTION
 - 1. Exposé du problème
 - 2. Mandat
 - 3. Procédé
- II. BASES D'ÉVALUATION
 - 4. Bases légales
 - 5. Exécution et jurisprudence
 - 6. Les principes de la stratégie de protection contre le bruit
 - 6.1 Un système à trois niveaux
 - 6.2 Exigibilité
 - 7. Les aspects partiels de la stratégie de protection contre le bruit
 - 7.1 Les valeurs limites d'exposition
 - 7.2 La mesure de la prévention
 - 7.3 Règle de base
 - 7.4 Les allègements
 - 7.5 Le cas particulier
 - 8. Le modèle coût/utilité (CU) des CFF
- III. ÉVALUATION
 - 9. Les notions juridiques indéterminées
 - 10. Le caractère économiquement supportable
 - 11. Le principe de la proportionnalité
 - 11.1 Le principe constitutionnel
 - 11.2 Les contenus partiels
 - 11.3 Les installations publiques
 - 11.4 Les installations privées
 - 12. La pesée des intérêts
 - .1 Classification
 - .2 Procédé
 - .3 Pas de pesée abstraite des intérêts !
 - .4 Objectif
 - .5 Les installations privées
 - .6 Les installations publiques

IV. RESULTAT

13. Distinctions entre les installations publiques et installations privées
14. La prévention
 - 14.1. Les nouvelles installations
 - 14.2. L'assainissement
15. La limitation plus sévère des émissions
16. Les allégements
 - 16.1 Les nouvelles installations privées
 - 16.2 Les nouvelles installations publiques
 - 16.3 L'assainissement d'installations privées
 - 16.4 L'assainissement d'installations publiques
17. Les possibilités et les limites des modèles
18. Conclusions et indications en vue de l'étude de faisabilité

I. Introduction

1. Exposé du problème

La loi fédérale du 7 octobre 1983 sur la protection de l'environnement (LPE), fondée sur l'art. 24 septies Cst., est entrée en vigueur le 1er janvier 1985. Il en a été de même, le 1er avril 1987, de l'Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB), édictée par le Conseil fédéral.

Ces actes législatifs ont modifié de manière décisive la protection contre le bruit. Les constructions et installations nouvelles, les appareils, les machines et les véhicules doivent respecter les dispositions (strictes) du droit fédéral en matière de protection contre le bruit, alors que les installations fixes existantes doivent être assainies dans les délais fixés.

Ce faisant, des limitations des émissions des installations nouvelles et existantes doivent être « économiquement supportable » dans les limites de l'art. 11 al. 2 LPE. Les assainissements ne doivent pas se révéler, dans les cas particuliers contraires « au principe de la proportionnalité » (art. 17 al. 1 LPE). En outre, l'art. 25 al. 2 LPE accorde des « allégements » dans le cas de nouvelles installations fixes, si leur construction présente « un intérêt public prépondérant » et qu'il faudrait sinon compter sur « une charge disproportionnée pour une telle installation » (cf. Art. 25 al. 3 LPE).

Bien que l'art. 17 al. 3 OPB fixe un délai échéant au 31.3.2002, il faut constater qu'en particulier les mesures d'assainissement prescrites ont peu progressées, en tout cas dans le domaine des transports. Outre le fait qu'il a fallu commencer par élaborer les bases d'évaluation nécessaires (détermination des degrés de sensibilité selon l'art. 43 OPB) ou que cela reste à faire, les exploitants d'installations publiques ou concessionnaires sont soumis à une pression fortement accrue sur le plan des prix. C'est dire que la question du caractère « économiquement supportable » et de la « proportionnalité » des mesures de protection contre le bruit a gagné en importance.

2. Mandat

Selon le mandat confié par l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), « il convient de déterminer les paramètres à respecter lors de décisions concernant le caractère économiquement supportable et la proportionnalité (des mesures de protection contre le bruit). En outre, il s'agit de mettre au point une procédure permettant d'objectiver, de manière spécifique au projet concerné, l'application des articles de lois en cause par rapport au caractère économiquement supportable (et à la proportionnalité) ».

Ces objectifs doivent être atteints en plusieurs étapes. Il s'agit tout d'abord de bien éclairer le sujet du point de vue juridique et sur cette base, d'élaborer une étude de faisabilité pour un modèle à mettre au point. Ce modèle sera la base d'un outil de travail devant être livré dans une seconde étape.

La première partie, de nature juridique, de cette étude doit répondre en particulier aux questions suivantes:

- Selon quels critères mesure-t-on le caractère économiquement supportable des mesures de protection contre le bruit?
- Est-il possible que seuls des aspects relevant de la gestion d'entreprise jouent un rôle à cet égard ou faut-il également tenir compte d'aspects relevant de l'économie publique?
- En fonction de quels critères mesure-t-on la proportionnalité de mesures de protection contre le bruit?
- Est-il admissible d'apprécier au moyen d'une analyse coûts-utilité le caractère économiquement supportable et la proportionnalité des mesures de protection contre le bruit?
- Quelles différences y a-t-il entre des installations privées et publiques?
- Quelles différences y a-t-il entre la construction, la modification et l'assainissement d'une installation?
- Quelle valeur faut-il attribuer respectivement au caractère économiquement supportable et à la proportionnalité?

3. Procédé

La partie juridique de cette étude commence par donner un aperçu des dispositions du droit fédéral applicables à l'exécution du mandat (cf. ch. 4 sv. infra) et de la stratégie de protection contre le bruit qui est à leur base (cf. ch. 6 infra). Ensuite, nous présenterons et commenterons les bases juridiques d'évaluation nécessaires à cette étude (ch. 7 sv.).

Ces commentaires, limités par les objectifs prescrits, constituent la base de l'évaluation (III infra), en tant que partie dogmatique de l'étude. Cette évaluation doit permettre de répondre aux questions posées par le mandat (ch. 13-17 infra) et de définir les bases nécessaires à l'élaboration de l'étude de faisabilité (cf. ch. 18/IV infra: résultat).

Dans la mesure où, par principe, on ne peut pas écarter complètement, du point de vue juridique, une détermination schématisée et modélisée du caractère économiquement supportable et de la proportionnalité des mesures de protection contre le bruit, la partie juridique du mandat délimitera le cadre déterminant aussi bien pour l'étude de faisabilité que pour un modèle éventuel et l'élaboration de l'aide à l'exécution. Ce cadre servira en même temps d'étalon pour l'évaluation de l'étude de faisabilité et d'un éventuel modèle. Le modèle recherché et l'outil de travail qu'il faudra développer sur cette base ne s'avéreront valables que s'ils permettent d'obtenir, dans des cas particuliers d'application, des résultats qui respectent les dispositions de la législation sur la protection de l'environnement et qui s'avèrent appropriés (contrôle de qualité).

La partie juridique de la présente étude sera annexée intégralement au rapport intermédiaire à fournir (étude de faisabilité). Le résumé (conclusions et données pour l'établissement d'une étude de faisabilité, cf. ch. 18 infra) sera par ailleurs repris dans le rapport intermédiaire.

II Bases d'évaluation

4. Bases légales

L'art. 24 septies al.1 Cst. qui a été adopté le 6 juin 1971, impose à la Confédération l'obligation de « légiférer sur la protection de l'homme et de son milieu naturel contre les atteintes nuisibles qui leur sont portées » et, en particulier, de combattre « la pollution de l'air et le bruit ».

La loi sur la protection de l'environnement (LPE), entrée en vigueur près de 15 ans plus tard, vise à « protéger les hommes des atteintes nuisibles et incommodantes » (art. 1 al. 1 LPE) et à réduire de telles atteintes « à titre préventif » assez tôt (art. 1 al. 2 LPE). Le bruit, comme d'autres atteintes, doit être limité « par des mesures prises à la source » (limitation des émissions) art. 11 al. 1 LPE. C'est pourquoi, « indépendamment des nuisances existantes, il importe, à titre préventif, de limiter les émissions dans la mesure que permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant cela soit économiquement supportable » (art. 11 al. 2 LPE).

« Les émissions seront (ensuite) limitées plus sévèrement s'il appert ou s'il y a lieu de présumer que les atteintes, eu égard à la charge actuelle de l'environnement, seront nuisibles ou incommodantes » (art. 11 al. 3 LPE). Ce sera généralement le cas si les valeurs limites d'immission fixées par le Conseil fédéral en vertu de l'art. 13 al. 1 LPE sont dépassées. Ce faisant, on déterminera les valeurs limites d'immission pour le bruit de telle manière que « selon l'état de la science et l'expérience, les immissions inférieures à ces valeurs ne gênent pas de manière sensible la population dans son bien-être » (art. 15 LPE).

Les installations existantes qui ne satisfont pas aux prescriptions de la législation fédérale « seront assainies », pour être adaptées au droit actuellement en vigueur (art. 16 al. 1 LPE). Toutefois, « lorsque l'assainissement ne répond pas en l'espèce au principe de la proportionnalité », « les autorités accorderont des allègements », mais les valeurs d'alarme des immissions causées par le bruit ne doivent pas être dépassées (art. 17 LPE).

Contrairement à ce que laisserait supposer le titre de la section 4 du troisième chapitre de la loi (Prescriptions complémentaires de lutte contre le bruit et les vibrations), cette section comprend diverses prescriptions sur le bruit, qui constituent une réglementation spéciale des dispositions générales relatives à la limitation des émissions et qui les modifient en partie (Schrade, Kommentar zum USG, Vorbemerkungen zu Art. 11-25, N.2):

- L'art. 20 al. 1 LPE permet, en cas d'assainissement d'installations fixes, publiques ou concessionnaires existantes, une isolation acoustique des bâtiments et de mesures de limitation des immissions, si ces dernières « ne peuvent être ramenées à un niveau inférieur à la valeur d'alarme » par des « mesures prises à la source ».
- L'art. 25 al. 1 LPE dispose que de « nouvelles installations fixes ne peuvent être construites que si les immissions causées par le bruit de ces seules installations ne dépassent pas les valeurs de planification dans le voisinage ».

-
- Des allègements peuvent être accordés si l'installation présente « un intérêt public prépondérant et si « l'observation des valeurs de planification » devait constituer « une charge disproportionnée » (art. 25 al. 2 LPE). Toutefois, les valeurs limites d'immission ne peuvent être dépassées que pour les « installations fixes, publiques ou concessionnaires », si « l'application des mesures à la source ne permet pas de respecter les valeurs limites d'immission ». L'art. 25 al. 3 LPE exige cependant que « les immeubles touchés par le bruit » soient protégés « aux frais du propriétaire de l'installation » par « des fenêtres antibruit ou par d'autres aménagements similaires ».

Ces prescriptions de protection contre le bruit de la loi fédérale sont précisées (en application des art. 13 al. 1 LPE; art 16 al. 2 LPE; art. 21 al. 2 LPE et art. 23 LPE) en particulier par les art. 7-10 OPB et 13 sv. OPB:

- L'art. 7 al. 1 let. a OPB confirme le principe de prévention pour les nouvelles installations fixes et l'art. 8 al. 1 OPB le rappelle, pour les installations fixes modifiées, selon lequel les émissions d'installations nouvelles ou modifiées seront limitées, dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation, et économiquement supportable.
- L'art. 7 al. 2 OPB reprend le principe de l'art. 25 al. 2 LPE, selon lequel des allègements ne peuvent être accordés que s'il existe un intérêt public prépondérant à la construction d'une installation privée ou publique.
- L'art. 10 al. 3 OPB étend l'état d'exception de l'art. 25 al. 3 LPE, dans la mesure où l'on peut également renoncer à des mesures d'isolation acoustique « lorsque l'on peut présumer qu'elles n'apporteront pas une réduction perceptible du bruit dans le bâtiment » ou que des « intérêts prépondérants de la protection des sites ou des monuments historiques s'y opposent », ou que « le bâtiment sera vraisemblablement démoli dans les trois ans qui suivent la mise en service de l'installation » ou encore que « les locaux concernés seront affectés à un usage insensible au bruit ».
- Les art. 8 ss. OPB introduisent la catégorie non expressément réglée par la loi des « installations fixes modifiées » (cf. Walker, Änderung von lärmigen Anlagen – Errichtung oder Sanierung?, URP 1994, p. 432 sv., notamment p. 437 sv.).

En cas d'assainissements (art. 13 ss. OPB), l'art. 13 al. 2 let. a OPB confirme le principe de prévention. En outre, les conditions pour les allègements (cf. Art. 17 al. 1 LPE) sont précisées. Des allègements doivent être accordés dans la mesure où « l'assainissement entraverait de manière excessive l'exploitation ou entraînerait des frais disproportionnés » ou si « des intérêts prépondérants, notamment dans les domaines de la protection des sites, de la nature et du paysage, de la sécurité de la circulation et de l'exploitation, ainsi que de la défense générale s'opposent à l'assainissement » (art. 14 al. 1 OPB). Cependant, même en cas d'assainissement, un dépassement des valeurs d'alarme n'entre en ligne de compte que pour les installations fixes, publiques ou concessionnaires; l'art. 15 OPB qui fait règle, correspond par sa teneur à l'art. 10 OPB, applicable aux nouvelles installations.

5. Exécution et jurisprudence

Bien que les prescriptions contre le bruit en question soient en vigueur depuis 1985, il n'existe (pour autant que l'on puisse en juger) encore guère de jurisprudence concernant le

caractère économiquement supportable et la proportionnalité (sur le plan des coûts) des mesures de protection contre le bruit.

Cette situation découle essentiellement du fait que l'assainissement des voies de communication publiques, qui posent problème (route, rail), a encore peu progressé. Cependant les zones concernées se sont vues attribuer en majeure partie le degré de sensibilité déterminant pour l'appréciation de la charge afférente au bruit (cf. art. 43 OPB). Toutefois, en application de l'art. 19 LPE, jusqu'à présent seul des assainissements urgents ont été réalisés, que l'on ne pouvait guère critiquer, notamment du point de vue de leur caractère économiquement supportable et de leur proportionnalité (sur le plan des coûts).

Même si le Conseil fédéral propose à présent de prolonger de cinq ans le délai de quinze ans fixé à l'art. 17 al. 3 LPE pour réaliser les mesures d'assainissement, les CFF, en particulier, ont calculé les dépenses d'assainissement qui les « menaçaient » (cf. Exécution de l'ordonnance sur la protection contre le bruit des installations ferroviaires, rapport du Groupe de travail interdépartemental, du 6.9.1993) et présenté leur propre modèle pour l'assainissement constructif du réseau CFF (cf. ch. 8 infra). Les autorités chargées d'appliquer le droit sont ainsi invitées à agir, sans avoir la possibilité de se fonder auparavant sur une pratique constante ni sur une jurisprudence.

6. Les principes de la stratégie de protection contre le bruit

6.1 Un système à trois niveaux

Les dispositions de la législation fédérale sur la protection de l'environnement (cf. ch. 4 supra) sont l'expression d'une stratégie de lutte contre le bruit à trois niveaux.

Au premier niveau (limitation des émissions à titre préventif), les émissions sont limitées à la source, à titre préventif et indépendamment de leur importance et des autres nuisances existantes, dans la mesure que permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable. Cela s'applique aux installations nouvelles, existantes et modifiées (cf. art. 1 al. 2 LPE; art. 11 al. 2 LPE; art. 16 al. 1 LPE et art. 8 al. 1 OPB).

Si une limitation des émissions à titre préventif ne suffit pas à éviter des atteintes nuisibles ou incommodantes (cf. art. 13 al. 1 LPE), l'art. 11 al. 3 LPE oblige, au deuxième niveau, à limiter plus sévèrement les émissions et à prendre des mesures à la source, de nature à garantir le respect des valeurs limites d'immission en fait, indépendamment des coûts et des possibilités techniques et d'exploitation. Les nouvelles installations fixes sont déjà soumises à une limitation plus sévère des émissions lorsque l'exploitation de l'installation est de nature à entraîner à elle seule un dépassement des valeurs de planification, sans qu'aucun intérêt public prépondérant ne le justifie (art. 25 LPE).

La législation en matière de protection de l'environnement ne prévoit d'installations publiques ou concessionnaires dont la construction ou le maintien relèvent d'un intérêt public (partiel-

lement) prépondérant par rapport au souci de protection contre le bruit (art. 20 al. 1 LPE et art. 25 al. 3 LPE).

6.2 Exigibilité

La terminologie qui est utilisée dans la législation relative à la protection de l'environnement et qui permet de répondre à la question du caractère économiquement supportable et de la proportionnalité des mesures de protection contre le bruit se rattache à ce principe des trois niveaux.

Dans le cadre de la prévention, l'exigibilité de la mesure dépend en règle générale, du point de vue de l'exploitant de l'installation, à son caractère « économiquement supportable » (art. 11 al. 2 LPE; art. 7 al. 1 let. a OPB; art. 13 al. 2 let. a OPB). En dehors de la prévention, la notion de caractère « économiquement supportable » n'est par contre pas utilisée.

Dans le cas de limitations plus sévères des émissions (deuxième niveau de la stratégie), la mesure de protection doit répondre au principe de « proportionnalité » pour l'exploitant de l'installation. Des allègements peuvent être accordés pour de nouvelles installations (art. 25 al. 2 LPE; art. 7 al. 2 OPB), si une limitation plus sévère des émissions devait constituer « une charge disproportionnée pour le projet » (art. 25 al. 2 LPE, nouvelles installations) ou si, dans les cas particuliers, elle ne répondait pas au principe de la « proportionnalité » (art. 17 al. 1 LPE; assainissements).

L'isolation acoustique passive (troisième et dernier niveau de la stratégie de protection contre le bruit), voire une renonciation à des mesures de protection peuvent exceptionnellement entrer en ligne de compte si des intérêts prépondérants le justifient (art. 25 al. 3 combiné avec l'art. 25 al. 2 LPE; art. 7 al. 2 OPB; art. 10 al. 3 let. b OPB, nouvelles installations; art. 14 al. 1 let. b OPB; art. 15 al. 3 let. b OPB, assainissements).

Ainsi le principe de protection contre le bruit à trois niveaux – en ce qui concerne l'exigibilité des mesures de protection pour l'exploitant de l'installation – trouve sa justification, au sens terminologique, par les notions juridiques indéterminées suivantes: « économiquement supportable », « proportionnalité » et « intérêts prépondérants ».

7. Les aspects partiels de la stratégie de protection contre le bruit

7.1 Les valeurs limites d'exposition

La mesure des limitations plus sévères des émissions, ainsi que l'isolation acoustique passive est évaluée préalablement sur la base des valeurs limites d'exposition (art. 2 al. 5 OPB) fixées par le Conseil fédéral pour les divers degrés de sensibilité (cf. art. 43 OPB; art. 40 al. 1 OPB). Les valeurs limites d'immission (cf. art. 13 al. 1 LPE en combinaison avec l'art. 15 LPE) correspondent à la valeur limite admise pour les atteintes nuisibles ou incommodantes. Les valeurs d'alarme servent, selon l'art. 19 LPE, à « apprécier l'urgence des assainissements ».

Quant aux valeurs de planification (art. 23 LPE), elles fixent les immissions de bruit extérieur que les nouvelles installations bruyantes doivent respecter à elles seules.

En pratique, les valeurs limites d'exposition assument encore d'autres « tâches ». Les valeurs de planification sont aussi devenues en fait, un critère d'évaluation pour la mesure de la prévention (cf. ch. 7.2 infra, ainsi que URP 1993, p. 190 sv., E.3 d). On fait également appel aux valeurs d'alarme pour l'évaluation de demandes concernant l'octroi d'allègements (cf. ch. 7.4 infra).

7.2 La mesure de la prévention

Même si, en pratique, le respect des valeurs de planification contribue à influencer la mesure de la prévention, l'art. 11 al. 2 LPE précise (cf. aussi art. 1 al. 2 LPE) que les émissions, indépendamment des nuisances, doivent être limitées dans la mesure que permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable.

Ainsi, la législation sur la protection de l'environnement pose la règle fondamentale selon laquelle les données de la limitation des émissions plus sévère selon l'art. 11 al. 3 LPE (Respect des valeurs de planification dans le cas de nouvelles installations fixes: cf. art. 13 et art. 25 al. 1 LPE) doivent être remplies en principe indépendamment du caractère économiquement supportable ou de la proportionnalité des mesures de limitation des émissions.

Une mesure est possible sur le plan de la technique et de l'exploitation si l'état actuel de la technique permet l'intégration sans problème des mesures de limitation des émissions à prendre dans la marche de l'exploitation (cf. les remarques détaillées de Schrade, Kommentar zum USG, N. 26 ff. zu Art. 11 USG). Cette définition vise en premier lieu à dynamiser la protection contre les immissions, en permettant de rendre utilisables de futurs développements techniques sans longue procédure législative (cf. art. 12 al. 2 LPE), aussi longtemps que l'état antérieur de la technique n'a pas été réglementé par des dispositions d'exécution (cf. art. 12 al. 1 LPE).

Il conviendra de revenir plus en détail sur le caractère « économiquement supportable » des mesures de limitation des émissions (prises à titre préventif) (cf. III et ch. 10 infra). Il reste toutefois incontesté que l'élément du caractère « économiquement supportable » détermine, parmi plusieurs mesures permises par l'état de la technique et les conditions d'exploitation, celle qui s'impose.

7.3 Règle de base

En principe, de nouvelles installations fixes ne peuvent, selon l'art. 25 al. 1 LPE « être construites que si les immissions causées par le bruit de ces seules installations ne dépassent pas les valeurs de planification dans le voisinage ». Dès lors, la question du caractère « économiquement supportable » ou de la proportionnalité » ne se pose, en cas de construction de nouvelles installations, que lorsque des allègements sont demandés (cf. ch. 7.4 infra).

Il en va de même pour les assainissements (art. 16 LPE et art. 13 OPB, dans la mesure où des exceptions à l'observation des valeurs limites d'immission sont demandées.

Ainsi, la législation sur la protection de l'environnement pose la règle fondamentale selon laquelle les données de la limitation des émissions plus sévères selon l'art. 11 al. 3 LPE (respect des valeurs limites d'immission, respect des valeurs de planification dans le cas de nouvelles installations fixes: cf. art. 13 LPE et art. 25 al. 1 LPE)

doivent être remplies en principe indépendamment du caractère économiquement supportable ou de la proportionnalité des mesures de limitation. Il n'en va autrement que si les détenteurs concernés des installations sollicitent des allègements en présentant une demande de dérogation (cf. Schrade, Kommentar zum USG, N. 16 zu Art. 17 USG).

Cela signifie que la présente étude traite, en ce qui concerne les limitations plus sévères des émissions, de situations d'exception et non du cas type. Cela ressort aussi de l'art. 17 LPE qui parle expressément d'allègements « dans certains cas particuliers » (cf. ch. 7.5 infra).

7.4 Les allègements

A la différence du cas type (cf. ch. 7.3 supra), la mesure de l'allègement admissible et les conditions nécessaires à son octroi dépendent de savoir s'il s'agit d'une installation nouvelle, modifiée ou à assainir.

On doit toutefois se demander si les « installations modifiées » (art. 8 OPB) constituent un groupe de cas indépendant. Outre le fait que même des modifications de moindre importance impliquent dans tous les cas des mesures préventives (art. 8 al. 1 OPB), l'art. 8 al. 2 OPB dispose seulement que les installations notablement modifiées devront au moins ne pas dépasser les valeurs limites d'immission (cf. art. 8 al. 3 OPB, ainsi qu'en ce qui concerne la délimitation entre installations nouvelles et existantes, Walker, op. cit., p. 437 ss.). Indépendamment du fait que la détermination se fonde sur l'art. 18 LPE ou sur l'art. 25 LPE (Walker, op. cit., p. 439, ainsi qu'Aemisegger, Aktuelle Fragen des Lärmschutzrechts in der Rechtsprechung des Bundesgerichts, URP 1994, p. 452 ss.), l'art. 8 al. 2 OPB dispose expressément que les installations notablement modifiées (à la différence des installations nouvelles) doivent aussi respecter les valeurs limites d'immissions que si aucun « intérêt public prépondérant à l'installation », ni aucune « charge disproportionnée (art. 25 al. 2 LPE) ne peuvent justifier exceptionnellement un dépassement des valeurs de planification. On ne trouve pas d'autres réglementations particulières pour ce qui est des installations notablement modifiées. Il se justifie donc de ne pas traiter séparément les installations notablement modifiées, et de se contenter d'établir une distinction entre installations nouvelles et assainissement.

La question de savoir si des allègements seront accordés (et le cas échéant lesquels) dépend, pour ce qui est des nouvelles installations, de notions juridiques indéterminées (« intérêt public prépondérant à l'installation », « charge disproportionnée », cf. art. 25 al. 2 LPE, ainsi que ch. 9 infra). En outre, il convient d'établir une distinction entre les installations privées et les installations publiques ou concessionnaires. Les mesures d'isolation acoustique des bâtiments ne sont pas prévues comme protection contre le bruit pour ce qui est des installations privées fixes. Les installations publiques ou concessionnaires peuvent, toujours selon les conditions définies à l'art. 25 al. 2 LPE, bénéficier d'allègements plus étendus. Toutefois, si ces derniers ont pour conséquence que les valeurs limites d'immission ne peuvent être respectées, il faut au moins prendre des mesures passives d'isolation acoustique des bâtiments.

En cas d'assainissement, des allègements sont accordés (dépassement des valeurs limites d'immission, cf. art. 13 al. 2 let. b OPB) lorsque « l'assainissement entraverait de manière excessive l'exploitation ou entraînerait des frais disproportionnés » (art. 14 al. 1 let. a OPB)

ou si d'autres intérêts prépondérants s'y opposent (art. 14 al. 1 lt. b OPB). En ce qui concerne les installations privées, les valeurs d'alarme ne doivent en aucun cas être dépassées et des mesures de limitation des émissions doivent toujours être prises. Dans le cas d'installations publiques ou concessionnaires, on peut accorder des allègements plus importants, des mesures d'isolation acoustique des bâtiments et, aux mêmes conditions que pour les nouvelles installations (cf. art. 15 al. 3 OPB et art. 10 al. 3 OPB), la renonciation à des mesures de protection. En cas d'assainissement, des mesures d'isolation acoustique ne s'imposent sur les bâtiments existants, à la différence des nouvelles installations (cf. art. 10 al. 1 OPB), que si les valeurs d'alarme sont dépassées (art. 20 LPE et art. 15 al. 1 OPB). En outre, l'art. 14 al. 1 let. b OPB concrétise les intérêts prépondérants qui justifient des allègements (protection des sites, de la nature et du paysage, sécurité de la circulation et de l'exploitation, défense générale), par rapport aux dispositions applicables aux nouvelles installations (art. 25 al. 2 LPE; art. 7 al. 2 OPB).

7.5 Le cas particulier

L'art. 17 LPE prévoit, déjà dans son titre et également dans le texte (al. 1), des allègements dans certains cas particuliers. Il faut relever que ni la loi, ni les dispositions d'exécution (cf. p. ex. art. 2 LPE) ne précisent ce qu'il convient de considérer comme cas particulier. De même, la littérature et la jurisprudence ne se sont, pour autant que l'on puisse en juger, guère exprimées jusqu'ici à ce sujet (cf. aussi à ce sujet Message du 31.10.1979 relatif à la LPE, FF 1979, III. p. 773 ss., notamment p. 790, ainsi que tirage à part, p. 50). Sinon, le « cas particulier » aurait simplement pu être supprimé de la disposition législative. En outre, il ressort de l'art. 17 al. 1 LPE que des allègements doivent toujours être ordonnés, en tant que prescriptions dans le « cas particulier ».

Une autre question est celle de savoir s'il faut considérer comme « cas particulier » une installation fixe isolée ou le bâtiment isolé affecté par le bruit causé par l'installation. Le fait qu'en cas d'assainissement également, l'octroi d'allègements soit apprécié en premier lieu en fonction des atteintes à l'installation qu'entraînerait l'observation des mesures renforcées de limitation des émissions parle en faveur de la prise en considération de l'installation comme « cas particulier ». Du moment que l'installation constitue une seule source de bruit, bien délimitée du point de vue géographique (périmètre d'une usine, etc.) et qu'il n'est pas possible de prendre des mesures de protection contre le bruit différenciées, il y a lieu de considérer l'installation comme un cas particulier.

Dans le cas de routes, de voies ferrées ou d'autres installations qui s'étendent sur des distances assez longues, il ne se justifierait toutefois pas de considérer l'ensemble de l'installation comme un cas particulier et de lui accorder de ce fait, des allègements de manière générale, indépendamment des conditions locales respectives. Les allègements doivent plutôt être fixés séparément pour les différentes zones touchées. On prendrait sinon des dispositions générales difficilement conciliables avec l'interprétation de notions juridiques indéterminées, interprétation nécessaire à l'octroi d'allègements (cf. ch. 9 infra).

8. Le modèle coût/utilité (CU) des CFF

Se fondant sur leurs premières expériences en matière d'assainissement ou de modifications partielles d'installations (tronçons du couloir de ferroutage du Gotthard), ainsi que sur des estimations, les CFF ont déterminé que le coût d'assainissement de l'ensemble de leur

réseau, équivalait à un montant de trois à sept milliards de francs. En outre, ils partent de l'idée, sans qu'on puisse se rallier (sans réserve) à leur conception, que les moyens qui seront finalement mis à disposition pour l'assainissement du réseau des CFF seront de l'ordre de 0,5 à 1 milliard de francs. Cela signifie donc que les CFF ont l'intention de solliciter des allègements importants.

Sur cette base, les CFF ont développé un modèle d'optimisation de l'utilisation de mesures de protection contre le bruit (Eléments de planification concernant les assainissements phoniques constructifs du réseau des CFF, Directive de la Direction des travaux CFF, du 01.12.1994). Le cœur du modèle est constitué par le rapport coût/utilité entre les dépenses converties en coûts annuels, l'ampleur de la réduction du bruit, ainsi que le nombre de personnes touchées par les mesures de limitations des émissions. Plus l'indice coût/utilité ainsi déterminé est bas, plus la construction d'une paroi de protection contre le bruit s'impose. Si l'indice coût/utilité dépasse 80, les CFF ne veulent en aucun cas prendre plus de mesures de protection contre le bruit.

L'indice coût/utilité est complété par d'autres critères d'évaluation, moins fortement pondérés. On analyse tout d'abord auprès de combien de personnes, comprises par les mesures de protection contre le bruit, la charge de bruit pourrait être abaissée au-dessous de la valeur limite d'immission, et donc au-dessous du niveau nuisible et incommodant. On évalue ensuite la comptabilité avec l'endroit et l'espace de l'éventuelle paroi de protection et finalement ses impacts écologiques.

Il en résulte un « classement » des tronçons qui devraient en principe être assainis sur le territoire d'une commune. En se fondant sur un plafond d'investissement dépendant pour chaque commune de la charge représentée par le bruit, les CFF décideront quels projets d'assainissement seront effectivement réalisés.

III. Evaluation

9. Les notions juridiques indéterminées

La législation relative à la protection de l'environnement définit la mesure de la prévention, ainsi les conditions nécessaires à l'octroi d'allègements et, de ce fait, le sujet de la présente étude avec des notions juridiques indéterminées (cf. Schrade, Kommentar zum USG, N. 19 zu Art. 17 USG, mit Hinweisen).

Le choix de ces notions est axé sur le système à trois niveaux de la stratégie actuellement en vigueur de protection contre le bruit (cf. ch. 6, notamment ch. 6.2 supra).

Une autre question est de savoir quelle signification il convient d'attribuer à ces notions juridiques indéterminées (caractère « économiquement supportable », « proportionnalité », « intérêts prépondérants »). Il est particulièrement intéressant de savoir s'il faut les interpréter différemment dans le cas d'installations privées et dans celui d'installations publiques ou concessionnaires. Le point de départ des considérations auxquelles il faut se livrer réside dès lors dans une discussion (dogmatique) des notions juridiques en cause.

10. Le caractère économiquement supportable

En matière de prévention (cf. art. 1 al. 2 LPE), en tant que premier niveau de la stratégie de protection contre le bruit actuellement en vigueur, l'exigibilité des mesures de protection, pour l'exploitant de l'installation, est déterminée en fonction de la notion de caractère « économiquement supportable » (art. 11 al. 2 LPE; art. 7 al. 1 let. a OPB; art. 13 al. 2 let. a OPB).

Comme il a déjà été relevé précédemment, (cf. ch. 7.2 supra), dans le cadre de la prévention, la notion de caractère « économiquement supportable » détermine, parmi plusieurs mesures de limitation des émissions permises par l'état de la technique et les conditions d'exploitation, celle qui s'impose. Toutefois, les auteurs de la loi et de l'ordonnance ne se sont pas prononcés sur les critères en vertu desquels le caractère « économiquement supportable » doit se mesurer, du point de vue du détenteur de l'installation.

En doctrine, on considère, avec une motivation convaincante (Schrade, Kommentar zum USG, N. 31 ff. zu Art. 11 USG; Stadler, Die wirtschaftliche Tragbarkeit im Umweltschutzgesetz – Ein Beitrag zur Klärung des Begriffs aus ökonomischer Sicht, Mitteilungsblatt für Konjunkturfragen, 4/1986, p. 56 sv.), que la notion du caractère économiquement supportable au sens de l'art. 11 al. 1 LPE (cf. aussi art. 7 al. 1 let. a OPB) ne doit être comprise ni dans un sens relevant de l'économie publique, ni dans un sens relevant de l'économie d'entreprise. On considère qu'il faut plutôt se fonder sur un mode de considération juridique, partiellement objectivé, en vertu duquel le caractère « économiquement supportable » et, partant, l'exigibilité des mesures de protection contre le bruit, doivent être mesurés, dans le cadre de la prévention, par rapport à une entreprise standard saine du secteur économique concerné.

En ce qui concerne les installations privées, il n'y a rien à ajouter à cette interprétation convaincante.

Par contre, si une installation bruyante est construite et exploitée dans l'intérêt public (route, installations ferroviaires, défense générale, etc.) la comparaison avec une « exploitation standard » est inapplicable pour la simple raison qu'en règle générale, de telles exploitations n'existent pas. Même si les entreprises publiques tentent, dans la mesure du possible, de penser en termes d'entreprise privées, elles remplissent en premier lieu des tâches publiques. Il en résulte toutefois que la notion du caractère économiquement supportable, pour les installations publiques ou concessionnaires (art. 11 al. 2 LPE; art. 7 al. 1 let. a OPB; perd dans une large mesure, son autonomie au profit d'une « comparaison » entre différents intérêts publics. On ne peut pas, ou tout au plus à des conditions particulières, diriger des entreprises publiques selon des principes relevant de l'économie d'entreprise. Il n'existe aucun marché pour leur offre des prestations, ou en tout cas aucun marché librement accessible. En règle générale, les installations publiques servent des intérêts généraux, et elles doivent tenir compte d'intérêts publics éventuellement contradictoires. De cette manière, la notion du caractère « économiquement supportable » bénéficie cependant d'un élément relevant de l'économie publique (caractère économiquement supportable du point de vue de l'économie publique, cf. ch. 12.4 infra), ainsi que d'une étroite analogie avec le principe juridique de la proportionnalité (ch. 11 infra) et comme il y aura encore lieu de le démontrer avec la pesée des intérêts (cf. ch. 12 infra). Si le caractère « économiquement supportable » des mesures de protection contre le bruit est mesuré en fonction d'intérêts publics divers et, en règle générale, de ce fait d'intérêt général, un mode de considération englobant l'ensemble de l'économie et, de ce fait l'économie publique se justifie (cf. Schrade, Kommentar zum USG, N. 31 zu Art. 11 USG).

11. Le principe de la proportionnalité

11.1 Le principe constitutionnel

La notion de « proportionnalité », utilisée avec diverses nuances dans la législation sur la protection de l'environnement pour les mesures de protection contre le bruit du deuxième niveau (cf. ch. 6, notamment ch. 6.2 supra; limitations plus sévères des émissions; art. 25 al. 2 LPE; art. 7 al. 2 OPB; art. 17 al. 1 LPE; art. 14 al. 1 let. a OPB, conduit inévitablement au principe constitutionnel non écrit de la proportionnalité.

Ce principe constitutionnel vise essentiellement à préciser « la mesure admissible » de l'atteinte publique à des droits de liberté garantis constitutionnellement. Outre le domaine de protection de ce droit fondamental, il concrétise « l'interdiction d'arbitraire » stipulé à l'art. 4 cst. (Zimmerli, *Der Grundsatz der Verhältnismässigkeit im öffentlichen Recht*, ZSR 97/1978, II, p. 121) et fixe ainsi des limites au comportement de l'Etat au profit de l'individu en matière de législation et d'application du droit (cf. Schrade, *Kommentar zum USG*, N. 8 zu Art. 17).

11.2 Les contenus partiels

Les mesures étatiques, prises dans l'intérêt public, doivent être conciliées avec le principe de la proportionnalité si elles répondent aux exigences de l'adéquation, de la nécessité et de la proportionnalité au sens strict du terme, ou encore de la subsidiaire (cf. Knapp, *Grundlagen des Verwaltungsrechts*, Basel 1992, p. 115 sv.; pour l'ensemble de la question, Zimmerli, *op. cit.*, p. 13 sv., ainsi que Schrade, *Kommentar zum USG*, N. 9 ff. zu Art. 17).

Une mesure apparaît comme adéquate si elle permet d'atteindre le résultat souhaité (conformité d'objectif, aptitude à l'utilisation prévue); et qu'elle soit nécessaire si le but visé ne peut être atteint également en portant une atteinte moindre à la personne touchée (interdiction d'excès).

Pour autant que l'on ne puisse pas empêcher la formation du bruit (cf. art. 13 al. 3 OPB), les mesures de protection contre le bruit (parois anti-bruit, digue de terre, mesures de constructives et techniques, etc.) sont presque toujours appropriées et nécessaires pour assurer la protection contre le bruit. Le principe de la proportionnalité sert à limiter les agissements de l'Etat dans l'intérêt de l'individu. Au moins les critères de l'adéquation et de la nécessité sont en mesure de contribuer à déterminer le droit de l'individu d'être protégé contre le bruit.

Pour ce qui est de la proportionnalité au sens strict du terme, il y a lieu d'évaluer, du point de vue subjectif de la personne touchée, si l'intervention en vaut la peine, étant donné sa gravité et l'utilité que l'on peut tirer. S'il y a déséquilibre entre le but de l'intervention et son effet, la mesure se révèle disproportionnée (au sens strict du terme). Ainsi, le contenu partiel de ce principe de proportionnalité concerne également en premier lieu une pesée des intérêts privés et publics en présence.

11.3 Les installations publiques

Même si l'art. 25 al. 2 LPE (« charge disproportionnée pour une installation ») comprend, selon la systématique de la loi, également des installations publiques ou concessionnaires, c'est exclusivement dans le cas d'installations privées que l'on doit procéder à une pesée des intérêts publics et privés en présence, et que l'on réalise ainsi un examen de la proportionnalité (au sens strict du terme). Dans le cas d'installations publiques ou concessionnaires,

res, il convient en revanche de confronter les intérêts publics en présence. Avec une telle comparaison, le principe de proportionnalité (au sens strict du terme) serait étendu de façon inadmissible (Zimmerli, op. cit., p. 56 sv.; approbation de Schrade, Kommentar zum USG, N. 10 zu Art. 17).

Bien que l'exigibilité des mesures de protection contre le bruit du deuxième niveau (limitation plus sévère des émissions) se mesure selon la lettre de la législation sur la protection de l'environnement pour les installations privées, publiques et concessionnaires, ainsi que pour les nouvelles installations et les assainissements à sa « proportionnalité », le principe constitutionnel de la proportionnalité, en tant que base d'appréciation dogmatique, demeure dans une large mesure sans importance pour les installations publiques ou concessionnaires. Une comparaison des intérêts publics et privés en présence qui ne dépasserait pas le cadre de l'examen de la proportionnalité (dans le sens strict du terme) n'intervient que dans des cas particuliers et de manière peu importante. En règle générale, l'élément déterminant est une pondération des intérêts publics en présence et, de ce fait, non pas une analyse de proportionnalité, mais une pesée des intérêts en présence (cf. ch. 12 infra).

11.4 Les installations privées

L'importance du principe constitutionnel de la proportionnalité se limite donc aux nouvelles installations privées ou aux installations à assainir et, la plupart du temps, uniquement à la proportionnalité au sens strict du terme. Dans le cas d'installations nouvelles ou à assainir, la limitation plus sévère des émissions est généralement appropriée ou nécessaire, de manière à éviter les atteintes nuisibles ou incommodes causées par le bruit auxquelles on peut s'attendre ou qui se produisent.

Dès lors, le principe de la proportionnalité (au sens strict du terme) conserve, lors de l'évaluation du caractère « économiquement supportable et de la proportionnalité des mesures de protection contre le bruit », pour les installations privées, les domaines d'application suivants:

- détermination des allègements dans le cadre de l'art. 17 LPE et de l'art. 14 al. 1 let. a et al. 2 OPB (assainissements);
- détermination de la « charge disproportionnée » lors d'octroi d'allègement pour des installations nouvelles, conformément à l'art. 25 al. 2 LPE.

Il faut encore ajouter que les allègements prévus par l'art. 14 al. 1 let. b OPB pour les installations privées ne sont pas soumis à un examen de la proportionnalité au sens strict du terme, dans la mesure où l'on procède à une comparaison des intérêts publics en présence. Cette différence d'approche dogmatique (pesée des intérêts au lieu d'examen de la proportionnalité au sens strict du terme) ne change à vrai dire rien au fait que les allègements au sens de l'art. 14 al. 1 let. b OPB doivent être octroyés en vertu des mêmes critères semblables pour les installations privées et les installations publiques ou concessionnaires.

12. La pesée des intérêts

12.1 Classification

En doctrine, les opinions diffèrent sur la manière de classer méthodologiquement la pesée des intérêts. S'agit-il, comme c'est le cas avec le principe de la proportionnalité (mais sans rang constitutionnel) d'un principe, d'une méthode, d'une interprétation des notions juridiques indéterminées ou seulement d'un « jugement quelconque rendu en équité » (Jean Ni-

colas Druey, *Interessenabwägung – Eine Methode?*, dans *St. Galler Festgabe zum Schweizerischen Juristentag*, 1981, p. 148).

La question peut rester ouverte si l'on admet que la pesée des intérêts à laquelle on procède en droit public entend déterminer plus précisément « non pas le rapport juridique existant entre deux sujet de droit, mais bien le champ d'action de biens juridiques et de normes juridiques ». La pesée des intérêts ne vise pas seulement « des intérêts effectifs, mais des dimensions idéales, normatives ». « La pesée des intérêts, telle qu'elle est comprise dans cette concrétisation est une appréciation de biens économiques » (Ulrich Häfelin, *Wertung und Interessenabwägung in der richterlichen Rechtsfindung*, in: *Festschrift für Dietrich Schindler*, Frankfurt 1989, p. 594).

12.2 Procédé

Lorsqu'on procède à une pesée des intérêts il faut non pas seulement tenir compte des intérêts publics mais aussi confronter entre eux et soupeser des intérêts privés et publics. A cet effet, il faut avant tout établir, en se basant sur d'éventuelles indications de la Constitution et du législateur, un inventaire de tout les intérêts publics et privés en présence. Ces derniers seront mis en rapport et comparés les uns par rapport aux autres. Ensuite, il convient « d'élaborer des hypothèses et alternatives de décisions et de discuter leurs conséquences, pour parvenir finalement à une décision » (Stefan Wullschleger, *Interessenabwägung im Umweltrecht*, URP 1995, p. 80 sv.; cf. aussi, dans une approche légèrement différente, Helen Keller, *Umwelt und Verfassung*, diss. ZH, 1993, p. 242 ss.).

12.3 Pas de pesée abstraite des intérêts

Si l'on comprend la pesée des intérêts également dans le sens de pesée de bien juridique cela signifie (dans la mesure où l'on peut en juger, cela n'est pas contesté en doctrine) que l'on ne saurait envisager une pesée abstraite des intérêts, étant donné que les biens juridiques respectifs en cause ne peuvent être classés dans une hiérarchie fixe. Sinon l'utilisation de notions juridiques indéterminées serait dans une large mesure superflue.

Il faut donc se fonder sur la situation concrète des intérêts du cas particulier à évaluer. Cette situation peut toutefois être structurée à l'aide de différentes approches méthodiques (cf. le classement établi par Wullschleger, *op. cit.*, p. 82 sv.) ainsi que par l'élaboration d'alternatives (cf. ATF 118 I b 23, E. 3b). A cet effet, ce sont principalement les indications contenues dans la Constitution et dans la législation qui doivent indiquer la voie à suivre. Chaque pesée des intérêts, en cas d'imposition de mesures de protection contre le bruit, doit dès lors se fonder sur le fait que l'art. 24 septies, al. 1 cst., oblige à combattre le bruit. Il appartient ensuite aux détenteurs d'installations bruyantes de prendre les mesures préventives économiquement supportables (art. 11 al. 2 LPE; art. 7 al. 1 let. a OPB; art. 8 al. 1 OPB; art. 13 al. 2 let. a OPB; cf. ch. 7.2 supra) et, au deuxième niveau de la stratégie de lutte contre le bruit, de respecter les prescriptions relatives à la limitation plus sévère des émissions (art. 11 al. 3 LPE; art. 7 al. 1 let. b OPB; art. 8 al. 2 OPB; art. 13 al. 2 let. b OPB). La pesée des intérêts ne comprend ainsi que les allègements (art. 25 al. 2 LPE; art. 17 LPE; art. 7 al. 2 OPB; art. 14 OPB) et, de ce fait, la question de l'octroi d'exceptions.

La pesée des intérêts en vue de l'octroi d'allègements doit aussi se fonder sur les dispositions des lois et ordonnances en vigueur (cf. également l'art. 10 OPB) et sur les critères d'évaluation qui y figurent (étendue des dépassements, possibilités de réduire le bruit, rapport entre les coûts et l'utilité, préoccupations relatives à la protection des sites et des monuments historiques, dispositions d'utilisation en vigueur pour les secteurs exposés au bruit, nombre de personnes touchées par le bruit, importance et sécurité du trafic et de

l'exploitation de l'installation bruyante, défense générale, etc.). Ces intérêts doivent être pondérés au cas par cas et soupesés les uns par rapport aux autres.

12.4 Objectif

L'objectif méthodique de la pesée des intérêts doit être une optimisation pondérée des intérêts publics et privés opposés. Dans cet ordre d'idées, il est incontestable que la pesée des intérêts comporte aussi un fort élément de formation de la volonté démocratique et qu'elle exige fréquemment (ou qu'elle devrait exiger) d'être précisée par des décisions politiques. (Keller, op. cit., p. 341). De ce point de vue, la pesée des intérêts par le juge ou l'autorité n'est rien d'autre que la « continuation et le complément de l'appréciation par le législateur » (Häfelin, op. cit., p. 595, avec de plus amples indications).

L'optimisation peut bien intervenir de manière exemplaire dès que la pondération des intérêts particuliers a été suffisamment opérée ou que, par exemple au moyen de variables, elle puisse être incorporée dans le modèle. La pesée des intérêts instaure ainsi de bonnes conditions pour élaborer, selon le mandat conféré, les paramètres nécessaires à la « définition » du caractère « économiquement supportable et de la proportionnalité de mesures de protection contre le bruit ». Le processus d'optimisation, en tout cas en ce qui concerne les installations publiques, englobe (cf. ch. 10 supra, in fine) également un élément important relevant de l'économie publique (Schrade, Kommentar zum USG, N 31 zu Art. 11, am Ende; Wullschleger, op. cit. p.85).

Ces objectifs d'optimisation d'intérêts différents se rapprochent de la « doctrine de l'économie publique et de son critère dénommé Optimum Pareto, qui sert à déterminer l'efficacité économique d'alternatives ». « On cherche ainsi l'intersection optimale entre la limite d'utilité et le coût limite. » Toujours à la condition qu'il existe une décision politique ou un mécanisme suffisant pour la pondération des intérêts en présence, on dispose ainsi d'une « base théorique pour la comparaison d'alternatives d'action » dans le cadre de la pesée des intérêts (Wullschleger, op. cit., p. 85).

12.5 Les installations privées

Dans le cas d'installations privées, l'interprétation des notions indéterminées, contenues dans la législation et relatives à la détermination des mesures de protection contre le bruit, est orientée en premier lieu vers l'entreprise standard à laquelle il y a lieu de faire appel à des fins de comparaison (caractère économiquement supportable dans le cadre de la prévention; art. 11 al. 2 LPE; art. 7 al. 1 let. a OPB; art. 13 al. 2 let. a OPB; cf. ch. 10 supra) et vers le principe de la proportionnalité (au sens strict du terme, art. 25 al. 2 LPE; art. 17 LPE; art. 7 al. 2 OPB; art. 14 al. 1 let. a OPB; cf. ch. 11 supra).

Une pesée des intérêts privés et publics doit intervenir essentiellement lors de demandes d'octroi d'allègements fondées sur l'art. 25 al. 2 LPE (intérêt public prépondérant à l'installation). Il convient toutefois de noter que l'octroi d'allègements implique également une analyse de proportionnalité (charge disproportionnée pour l'installation, cf. ch. 11.4 supra) et que des allègements ne peuvent être octroyés que si les deux conditions sont remplies cumulativement (Ettler, Kommentar zum USG, N. 41 zu Art. 25 USG).

L'octroi d'allègements, au sens de l'art. 14 al. 2 OPB, en faveur d'installations privées est également soumis (en cas d'assainissement) à une pesée des intérêts en présence. L'attention a toutefois déjà été attirée (cf. ch. 11.4 supra) sur le fait que cette pesée des inté-

rêts, à part une estimation dogmatique différente, est semblable à une examen de proportionnalité au sens strict du terme.

Il n'y a pas lieu de procéder à d'autres pesées des intérêts lors de la détermination de mesures de protection contre le bruit destinées à des exploitants d'installations privées.

12.6 Les installations publiques

En ce qui concerne les installations publiques, il y a par contre fréquemment lieu de déterminer les mesures de protection contre le bruit en se basant sur une pesée des intérêts en présence.

Cette nécessité s'applique également à la prévention, où la mesure « économiquement supportable » (art. 11 al. 2 LPE; cf. ch. 10 supra). Il y a également lieu de procéder à une pesée des intérêts lors de l'octroi d'allègements en faveur de nouvelles installations (art. 25 al. 2 LPE; art. 25 al. 3 LPE; art. 7 al. 2 OPB); enfin, les allègements au sens de l'art. 17 al. 1 LPE (assainissements, cf. aussi art. 14 OPB) sont également accordés sur la base d'une pesée des intérêts en présence.

IV. Résultat

13. Distinctions entre les installations publiques et installations privées

Les explications (dogmatiques) au sujet de l'interprétation des notions juridiques indéterminées utilisées par les auteurs de la loi et de l'ordonnance (cf. ch. 9-12 supra) prouvent **que les mesures de protection contre le bruit concernant des installations publiques doivent toujours être déterminées sur la base d'une pesée des intérêts en présence, alors que la protection à l'égard d'installations privées intervient essentiellement en fonction d'une comparaison avec des entreprises standard (prévention) ou dans le cadre d'une analyse de proportionnalité (au sens strict du terme).**

Sans revenir chaque fois sur ce point dans les explications suivantes relatives aux diverses catégories de mesures de protection contre le bruit (ch. 14-16 infra), il convient de souligner qu'il existe une différence importante entre les installations fixes privées, publiques ou concessionnaires. A la différence des installations privées, la détermination de la protection contre le bruit à l'égard d'installations publiques ou concessionnaires comporte un élément important relevant de l'économie publique. Etant donné que les montants nécessaires à la construction et à l'exploitation des installations, ainsi qu'à la protection nécessaire contre le bruit proviennent essentiellement de fonds publics, les installations publiques disposent d'une plus grande marge de manoeuvre, du point de vue de l'économie publique, pour l'optimisation des mesures de protection contre le bruit, que les installations privées. Alors qu'il ne se justifierait pas de faire valoir des considérations relevant de l'économie publique envers le propriétaire d'une installation privée, ce mode de considération permet, pour les installations publiques, une évaluation pour la pesée prometteuse de succès pour la pesée d'intérêts publics contradictoires (protection contre le bruit/mobilité, etc.).

Quant à la manière dont cette distinction entre les installations privées et les installations publiques ou concessionnaires, qui n'apparaît pas directement dans les dispositions déter-

minantes de la loi sur la protection de l'environnement et l'ordonnance sur la protection contre le bruit, elle fera l'objet des explications plus détaillées ci-après (ch. 14-16 infra).

14. La prévention

14.1 Les nouvelles installations

Dans le cadre d'un examen de proportionnalité au sens strict du terme (cf. ch. 11.2 supra), la mesure de la prévention est déterminée, dans les cas de nouvelles installations, par la comparaison avec une entreprise standard du secteur économique concerné (cf. ch. 10 supra; art. 11 al. 2 LPE; art. 7 al. 1 let. a OPB). En revanche, si l'on a affaire à de nouvelles installations publiques ou concessionnaires, la mesure de la prévention sera déterminée sur la base d'une pesée des intérêts (cf. ch. 12 supra; art. 11 al. 2 LPE; art. 7 al. 1 let. a OPB). Les mêmes bases légales et la notion qui y est rattachée de caractère « économiquement supportable » doivent donc être interprétées différemment selon qu'il s'agit d'installations privées, d'installations publiques ou concessionnaires.

Il faut ajouter qu'en pratique, le respect des valeurs de planification s'est imposé en fait comme ligne de conduite pour déterminer la mesure de la prévention (URP 1983, p. 190 ss.). Si les valeurs de planification sont respectées, on peut tout au plus exiger exceptionnellement des mesures de prévention plus étendues. Si les valeurs de planification sont dépassées. On ne peut guère exiger plus que leur respect. Il en résulte qu'en pratique, les différences (dogmatiques) entre les installations privées, les installations publiques ou concessionnaires sont réduites.

14.2 L'assainissement

Ce qui vient d'être dit pour les nouvelles installations (cf. ch. 14.1 supra) s'applique également dans une large mesure à la prévention en cas d'assainissement.

Il convient de préciser qu'entre la prévention en cas d'assainissement (art. 11 al. 2 LPE) et la prévention concernant les nouvelles installations (art. 11 al. 2 LPE), existe une nuance, en ce sens que les mesures préventives d'assainissement (pour les installations privées en tout cas) doivent être également compatibles avec le principe de la proportionnalité (au sens strict du terme) découlant de l'art. 17 al. 1 LPE (Schrade, Kommentar zum USG, N2 zu Art. 17). Par ailleurs, la ligne de conduite pour déterminer la mesure de la prévention en matière d'assainissement est constituée par les valeurs limites d'immission (cf. art. 13 al. 2 let. b OPB) et non par les valeurs de planification.

15. La limitation plus sévère des émissions

Le respect des descriptions relatives à une limitation plus sévère des émissions (règle fondamentale), cf. ch. 7.3 supra) n'est pas liée à l'interprétation de notions juridiques indéterminées. Selon la règle fondamentale, il faut respecter, au deuxième niveau de la stratégie de protection contre le bruit, les valeurs de planification (art. 25 al. 1 LPE; art. 7 al. 1 OPB) et pour les assainissements, les valeurs limites d'immission (art. 17 LPE; art. 13 al. 11 OPB). Aussi longtemps que l'exploitant d'une installation ne requiert pas d'allègements, la détermination des mesures de protection contre le bruit devra s'effectuer indépendamment de leur caractère économiquement supportable et de leur proportionnalité.

Il y a lieu d'ajouter qu'on ne peut s'écarter à la légère du principe ancré dans la règle fondamentale (ch. 7.3 supra), et cela, seulement selon des conditions motivées.

15. Les allègements

16.1 Les nouvelles installations privées

Les nouvelles installations privées, lors de l'octroi d'allègement, doivent également respecter les valeurs limites d'immission (art. 25 al. 2 LPE; art. 7 al. 2 OPB). A défaut, leur construction est exclue. Il faudra déterminer dans le cadre d'une pesée des intérêts en présence (intérêts publics prépondérants) et d'une analyse de proportionnalité (au sens strict du terme) si les conditions permettant d'octroyer des allègements sont remplies. L'on pourra accorder les allègements que si les deux conditions sont remplies cumulativement (art. 25 al. 2 LPE).

16.2 Les nouvelles installations publiques

La base pour l'octroi d'allègements dans le cas de nouvelles installations publiques ou concessionnaires est dans tous les cas constituée par une pesée des intérêts (art. 25 al. 2 LPE; art. 25 al. 3 LPE; art. 7 OPB; art. 10 OPB).

Des allègements étendus peuvent être accordés à des installations publiques ou concessionnaires. De même, une isolation acoustique passive des bâtiments peut suffire (art. 10 al. 1 OPB). Dans des cas exceptionnels, on peut renoncer à toute mesure de protection contre le bruit (art. 10 al. 3 OPB).

16.3 L'assainissement d'installations privées

Il faut évaluer les allègements en faveur d'installations privées soumises à l'assainissement, à l'exception de ceux relevant de l'art. 14 al. 1 let. b OPB (cf. ch. 11.4 supra), sur la base d'un examen de proportionnalité (au sens étroit) (art. 17 al. 1 LPE; art. 14 al. 1 OPB).

Même si elles bénéficient de l'octroi d'allègements, les installations privées assainies sont tenues de respecter les valeurs d'alarme par des mesures de limitation des émissions (art. 17 al. 2 LPE; art. 14 al. 2 OPB).

16.4 L'assainissement d'installations publiques

Dans tous les cas, la base de l'octroi d'allègements en faveur d'installations publiques est constituée par une pesée des intérêts. On dispose, en considération de l'intérêt public à une exploitation normale d'installations existantes, d'une vaste gamme d'allègements (art. 14 sv. OPB). En cas d'assainissement d'installations publiques, les allègements peuvent aller, sans que l'on soit contraint de prendre des mesures fondées sur le droit cantonal en matière de construction et de planification (cf. art. 13 al. 4 let. b OPB), jusqu'à la renonciation complète à des mesures de protection contre le bruit (art. 15 al. 3 OPB).

« Les décisions arrêtées par le législateur après de longs débats, selon lesquelles des mesures d'isolation acoustique », en cas de renonciation à des dispositions plus sévères destinées à limiter les émissions, « ne seront prises qu'en cas de dépassement des valeurs d'alarme, crée un faille (regrettable du point de vue de la police sanitaire) dans laquelle la personne touchée par le bruit est exposée sans la moindre protection à des immissions très incommodantes et parfois aussi très nuisibles. » (Zäch, Kommentar zum USG, N. 25 zu Art. 20 USG).

17. Les possibilités et les limites des modèles

Comme il l'a déjà été dit, il existe de bonnes conditions préalables pour réaliser dans un modèle de l'optimisation recherchée au moyen d'une pesée des intérêts (cf. ch. 12.4 supra). L'art. 17 al. 2 OPB offre une aide utile à la pesée des intérêts en évaluant les mesures de protection contre le bruit, cependant dans un autre contexte (urgence). Cette évaluation reprend le modèle CU des CFF (cf. ch. 8 supra) et le complète par des dispositions complémentaires, contenues dans l'ordonnance sur la protection contre le bruit (cf. notamment art. 14 al. 1 let. b OPB).

Du point de vue juridique, cette manière de procéder est tout à fait indiquée dans le cas d'une pesée des intérêts axée sur l'optimisation. Par contre, dans le cadre de l'étude de faisabilité prévue et de l'élaboration éventuelle d'un modèle, il convient de la contrôler et, le cas échéant, de la compléter et de l'améliorer.

Toutefois, ce qui manque au modèle CU des CFF, ce sont les considérations relevant de l'économie publique dont il faut tenir compte en cas d'optimisation d'intérêts publics contradictoires, ainsi que la pondération, qui lui est liée, des intérêts en présence, également sur la base de prescriptions légales (règle fondamentale, cf. ch. 7.3 supra). Sans faire état d'explications plus précises, le modèle CU se fonde sur un montant disponible pour la protection contre le bruit, et il le répartit de manière aussi pratique que possible. Cette méthode serait admissible si la mesure des allègements n'était pas définie au moyen de notions juridiques indéterminées mais si la dépense afférente à des mesures de protection contre le bruit pour les installations publiques avait par exemple été définie proportionnellement au coût des investissements. Avec les bases légales actuellement en vigueur, le modèle CU doit toutefois être critiqué à cet égard. Même si un modèle mieux mis au point et incluant des considérations relevant de l'économie publique peut offrir de meilleures bases d'évaluation pour l'optimisation des allègements imposés par la législation en matière de protection de l'environnement, il ne faut pas sous-estimer son importance. Lors de pesée des intérêts en présence, il faudrait dans tous les cas qu'une marge d'appréciation non négligeable subsiste; cette marge d'appréciation pourrait être comblée par la règle fondamentale (cf. ch. 7.3 supra), avec les prescriptions légales qui y figurent (cf. ch. 12.3 supra) ou alors au moyen de décisions relatives à la politique financière (politique du resserrement monétaire). Une pesée des intérêts par le juge ou l'autorité est également une pesée de biens économiques et demeure dès lors dans tous les cas une prise de décision politique également.

Dans le cas d'installations publiques ou concessionnaires, une pesée des intérêts détermine aussi bien la mesure de la prévention que celle des allègements (nouvelles installations et assainissements). Dans tous ces cas, on peut donc envisager pour des raisons juridiques une optimisation exemplaire des intérêts publics en présence. Quant à savoir si cela est aussi possible et adéquat du point de vue acoustique et du point de vue de l'économie publique, il incombera à l'étude de faisabilité de le démontrer.

Il conviendra également d'y examiner si (et le cas échéant, dans quelle mesure) il est possible de procéder à des déclarations exemplaires sur la mesure de la protection contre le bruit à déterminer, pour les installations privées, sur la base d'un examen de proportionnalité (au sens strict du terme). Ce faisant, il faudra toutefois veiller à ne pas recourir à une mode de considération relevant de l'économie publique, mais à utiliser une comparaison exemplaire avec une entreprise standard du secteur économique concerné.

18. Conclusions et indications en vue de l'étude de faisabilité

L'analyse juridique du caractère « économiquement supportable et de la proportionnalité » des mesures de protection contre le bruit vise, selon le mandat conféré en vue d'une étude de faisabilité, à déterminer de manière exemplaire les paramètres, est définie dans le droit en vigueur presque exclusivement par des **notions juridiques indéterminées** (caractère économiquement supportable, disproportionné, intérêts publics prépondérants, charge disproportionnée, entrave excessive à l'exploitation ou frais disproportionnés) (cf. art. 11 al. 2 LPE; art. 17 al. 1 LPE; art. 25 al. 2 LPE; art. 7 OPB; art. 8 OPB; art. 13 OPB; art. 14 OPB). La législation en matière de protection de l'environnement est fondée sur une **stratégie de protection contre le bruit à trois niveaux**. En application du principe de prévention, surtout applicable dans le droit relatif à la protection de l'environnement (art. 1 al. 2 LPE), les émissions doivent être limitées à la source, à titre préventif et indépendamment de leur importance, dans la mesure que permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable (art. 11 al. 1 LPE). Si cela ne suffit pas à éviter des atteintes nuisibles ou incommodantes, les valeurs limites d'immission devront être respectées en principe au moyen d'une limitation plus sévère des émissions (deuxième niveau) (art. 11 al. 3 LPE, règle fondamentale). Des mesures passives d'isolation acoustique de bâtiments entrent uniquement en ligne de compte pour des installations publiques et concessionnaires, et seulement si l'on déroge à la règle fondamentale et si l'on accorde des allègements (art. 17 LPE; art. 25 al. 2 LPE; art. 7-10 OPB; art. 13-15 OPB). Les notions juridiques indéterminées contenues dans le droit relatif à la protection de l'environnement comprennent les trois niveaux. Les notions juridiques indéterminées n'interviennent pas dans l'application d'une limitation plus sévère des émissions (deuxième niveau), et ce jusqu'à ce que des allègements soient accordés. Les notions juridiques indéterminées à analyser concernent donc la prévention et les allègements. Elles s'appliquent aux nouvelles installations (art. 25 LPE), aux installations modifiées (art. 8 OPB) et aux assainissements (art. 16 ss. LPE). Comme il n'existe dans ce cadre qu'une seule disposition spéciale (art. 8 al. 2 OPB; cf. ch. 7.4 supra) pour les installations (notamment) modifiées, la présente étude n'établit de distinction qu'entre les nouvelles installations et l'assainissement (lorsque cette distinction est nécessaire). La terminologie utilisée dans la législation relative à la protection de l'environnement pour déterminer la mesure et l'exigibilité des mesures de protection contre le bruit se rattache à ce principe des trois niveaux (premier niveau, caractère économiquement supportable; deuxième niveau, proportionnalité; troisième niveau, intérêts prépondérants).

La notion de **caractère économiquement supportable** sert, dans le cadre de la prévention, à déterminer, parmi plusieurs mesures techniques et d'exploitation entrant en ligne de compte pour limiter les émissions, celle qui s'impose dans le cas d'espèce. Dans le cas d'installations publiques ou concessionnaires, il y a lieu de déterminer la mesure de la prévention au moyen d'une pesée des intérêts en présence, alors que, pour les installations privées, il faut procéder à une analyse de proportionnalité (au sens strict du terme) sur la base d'une comparaison avec une entreprise standard saine du secteur économique concerné.

La **proportionnalité** mentionnée avec diverses nuances dans le droit de protection contre le bruit est un exemple atypique du principe constitutionnel non écrit de la proportionnalité. Les contenus partiels de l'adéquation et de la nécessité de ce principe se révèlent dès lors dans une large mesure insignifiants, étant donné que les dispositions de protection contre le bruit sont généralement appropriées et d'ailleurs indispensables pour exécuter le droit de la population d'être protégée contre le bruit. Ainsi demeure pour les installations privées la proportionnalité au sens strict du terme et, avec elle, la question de savoir s'il y a disproportion, pour le propriétaire de l'installation tenue à assurer une protection contre le bruit, entre l'objectif de l'intervention (protection contre le bruit) et l'effet de cette intervention (limitation atteignable des émissions). Par contre, pour ce qui est des installations publiques ou

concessionnaires, la confrontation des intérêts publics divergents en présence étendrait de manière inadmissible l'examen de la proportionnalité au sens strict du terme ; elle doit donc s'effectuer dans le cadre d'une pesée des intérêts en présence. C'est dire que, dans le cas d'installations privées, l'importance du principe constitutionnel de la proportionnalité se limite essentiellement à une analyse de proportionnalité au sens strict du terme.

Pour déterminer le caractère « économiquement supportable et la proportionnalité des mesures de protection contre le bruit » ce sera, en tout cas pour les installations publiques, en premier lieu la pesée des intérêts qui sera déterminante en ce qui concerne les intérêts publics et privés en présence. La **pesée des intérêts** en présence, opérée par le juge ou les autorités, devra concrétiser le champ d'action des règles de droit et des biens juridiques dans le cadre prescrit par la législation. Ce faisant, il ne faudra pas uniquement procéder à une pesée des intérêts concrets des intéressés, mais aussi, et en premier lieu, confronter des dimensions idéales et normatives. C'est pourquoi la pesée des intérêts est aussi une pesée des biens. Elle ne peut être effectuée abstraitement, car les biens juridiques ne peuvent être classés dans une hiérarchie fixe des valeurs. Il faut donc tenter, en procédant à un inventaire des intérêts contradictoires et en y incorporant des alternatives d'action, de pondérer et d'optimiser les intérêts en présence. Dans le cas d'installations publiques, ce processus d'optimisation bénéficie d'un élément relevant de l'économie publique important ; il se rapproche ainsi d'une procédure tendant à déterminer l'efficacité économique d'alternatives d'action. Dans le cadre de la pesée des intérêts, on recherchera aussi l'intersection optimale entre utilité limite et coût limite. Toutefois, il faut observer que les intérêts en présence doivent être pondérés, en premier lieu en raison des prescriptions de la Constitution et de la législation (règle fondamentale), et que le processus d'optimisation est dès lors influençable (en raison de décisions politiques).

La conséquence (dogmatique) des notions juridique indéterminées contenues dans le droit de protection de l'environnement pour déterminer le caractère « économiquement supportable et la proportionnalité des mesures de protection contre le bruit » prouve qu'il faut établir une distinction, d'une manière qui n'apparaît pas directement dans la législation, entre **les installations privées et les installations publiques**. En ce qui concerne les installations privées, la prévention, dès lors que l'on ne peut de toute façon pas se fonder sur les valeurs de planification, doit être mesurée en comparaison avec une entreprise standard du secteur économique concerné ; les allègements doivent être accordés sur la base d'une analyse de proportionnalité au sens strict du terme et dans le cas de nouvelles installations (art. 25 al. 1 LPE) en vertu d'une pesée d'intérêts. Dans le cas d'installations publiques, on doit toujours recourir à cette dernière.

Du point de vue juridique, une élaboration exemplaire des paramètres permettant de déterminer les allègements dans le cas d'installations fixes, publiques ou concessionnaires, bruyantes, n'est pas seulement admissible, mais elle s'impose pour optimiser la nécessaire pesée des intérêts. Ce sont les critères de pesée des intérêts élaborés dans le présent rapport qui doivent montrer la voie juridique. Ces critères, sous réserve de pondération des intérêts en présence, se rapprochent de la détermination, d'un point de vue relevant de l'économie publique, de l'intersection entre coût limite et utilité limite. En outre, il faut également inclure le « classement » des mesures de protection contre le bruit mentionné à l'art. 17 al. 2 OPB, ainsi que les indications figurant à l'art. 10 al. 2 let. b OPB ; art. 14 al. 1 let. b OPB, ainsi qu'à l'art. 15 al. 3 let. b OPB (protection des sites, de la nature et du paysage, sécurité de la circulation et de l'exploitation, défense générale) dans l'étude de faisabilité et dans une éventuelle élaboration exemplaire des paramètres recherchés.

Dans le cadre de l'étude de faisabilité, il faudra encore examiner si (et le cas échéant de quelle manière) une élaboration exemplaire des paramètres serait possible et raisonnable pour des émissions provenant d'installations privées.

Schriftenreihe Umwelt (Lärm) – Cahier de l'environnement (Bruit)

Bezugsquelle BUWAL / Commande OFEFP

- Nr. 15: Strassenlärmmodell für überbaute Gebiete, 3. Auflage, April 1991, 76 S.
Modèle de bruit du trafic routier dans les zones habitées. 2ème édition.
- Nr. 35: Berechnungsverfahren für Schiesslärm von 300m-Anlagen, 1985, 76 S.
Modèle de calcul du bruit des installations de tir à 300m.
- Nr. 57: Anleitung zur Ermittlung und Beurteilung von Lärmimmissionen an Strassen, Januar 1987, 18 S.
Instructions pour la détermination et l'évaluation des immissions de bruit aux abords des routes.
- Nr. 58: Anleitung zur Ermittlung und Beurteilung von Lärmimmissionen bei 300m-Schiessanlagen, Januar 1987, 19 S.
Instructions pour la détermination et l'évaluation des immissions de bruit à proximité des installations de tir à 300m.
- Nr. 77: Anleitung zur Erstellung von Lärmbelastungskatastern und zur Planung von Massnahmen, Dezember 1988, 44 S.
Instructions pour l'établissement des cadastres de bruit et pour la planification de mesures.
- Nr. 103: Belastungsgrenzwerte für den Lärm von Militärflugplätzen, 5. Teilbericht der Eidg. Kommission für die Beurteilung von Lärm-Immissionsgrenzwerten, April 1989, 33 S.
Valeurs limites d'exposition au bruit des aérodromes militaires. 5ème rapport de la Commission fédérale pour l'évaluation des valeurs limites d'immissions pour le bruit.
- Nr. 114: Grobverfahren zur Bestimmung von Eisenbahnlärm, November 1989, 38 S.
Procédé approximatif pour la détermination du bruit des chemins de fer.
- Nr. 116: SEMIBEL, Schweizerisches Emissions- und Immissionsmodell für die Berechnung von Eisenbahnlärm. Version 1. Programmdokumentation, März 1990, 78 S.
SEMIBEL, Modèle suisse des émissions et des immissions pour le calcul du bruit des chemins de fer. Version 1. Manuel d'utilisation du logiciel.
- Nr. 130: Computermodell SL-90 zur Berechnung von Schiesslärm von 300m-Anlagen, 1991, 39 S.
Modèle de calcul SL-90 pour le bruit des installations de tir à 300m.
- Nr. 205: Lärmschutz: Die Festlegung von Empfindlichkeitsstufen. Rechtsgutachten, Juli 1993, 132 S.
- Nr. 296: Belastungsgrenzwerte für den Lärm der Landesflughäfen. 6. Teilbericht der Eidg. Kommission für die Beurteilung von Lärm-Immissionsgrenzwerten, 1997, 117 S.
Valeurs limites d'exposition au bruit des aéroports nationaux. 6ème rapport partiel de la Commission fédérale pour l'évaluation des valeurs limites d'immissions pour le bruit.

- Nr. 301: Wirtschaftliche Tragbarkeit und Verhältnissmässigkeit von Lärmschutzmassnahmen, 1998, 150 S.
 Caractère économiquement supportable et proportionnalité des mesures de protection contre le bruit.