



# **VALEURS LIMITES D'EXPOSITION AU BRUIT DES AÉRODROMES MILITAIRES**

Publié par l'Office fédéral  
de l'environnement, des forêts et du paysage  
Berne, avril 1989





# **VALEURS LIMITES D'EXPOSITION AU BRUIT DES AÉRODROMES MILITAIRES**

5<sup>ème</sup> rapport de la Commission fédérale  
pour l'évaluation des valeurs limites  
d'immissions pour le bruit

Publié par l'Office fédéral  
de l'environnement, des forêts et du paysage  
Berne, avril 1989

Commande: Service de documentation  
Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage  
3003 Berne

## Table des matières

### Résumé des recommandations de la commission

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
1.1	Mandat de la commission	1
1.2	Situation initiale et exécution du mandat	2
<b>2</b>	<b>Valeurs limites d'exposition selon la LPE et l'OPB</b>	<b>4</b>
2.1	Valeurs limites et leurs fonctions	4
2.1.1	Exigences posées aux aérodromes existants	4
2.1.2	Exigences posées aux aérodromes modifiés	5
2.1.3	Exigences posées aux nouveaux aérodromes	5
2.1.4	Permis de construire dans des secteurs exposés au bruit	6
2.1.5	Délimitation et équipement des zones à bâtir dans des secteurs exposés au bruit	6
2.2	Différenciation des valeurs limites d'exposition	7
<b>3</b>	<b>Le bruit des aérodromes militaires</b>	<b>8</b>
3.1	Caractéristiques du bruit des avions	8
3.2	Effets du bruit des avions	10
<b>4</b>	<b>Évaluation du bruit des aérodromes militaires</b>	<b>11</b>
4.1	Grandeurs existantes pour la mesure de l'exposition au bruit des avions	11
4.2	Prise en considération de différences de gêne	14
<b>5</b>	<b>Trafic aérien, correction d'exploitation et niveau d'évaluation</b>	<b>16</b>
5.1	Trafic aérien	16
5.2	Correction d'exploitation	16
5.3	Détermination du niveau d'évaluation $L_r$ pour les aérodromes militaires	19
5.3.1	Principes	19
5.3.2	Calcul des nombres de mouvements $n_{jet}$ et $n_{prop}$	20
5.3.3	Corrections de niveau	21
5.4	Détermination du niveau d'évaluation $L_r$ des aérodromes utilisés à des fins militaires et civiles	22

<b>6</b>	<b>Propositions de valeurs limites applicables au bruit des aérodrômes militaires</b>	<b>23</b>
6.1	Propositions de la commission	23
6.2	Valeurs limites appliquées à l'étranger pour le bruit des aérodrômes militaires	24
6.2.1	République fédérale d'Allemagne	25
6.2.2	Pays-Bas	26
6.2.3	Comparaison avec les propositions de la commission	26
<b>7</b>	<b>Répercussions de la fixation des valeurs limites</b>	<b>28</b>
7.1	Assainissements	28
7.2	Étendue et coût des mesures d'isolation acoustique	29
7.3	Répercussions sur l'aménagement du territoire et le bâtiment	30
7.3.1	Généralités	30
7.3.2	Répercussions sur le bâtiment dans la région de Dübendorf	32

## Résumé des recommandations de la commission

Pour évaluer les immissions de bruit dues aux aérodromes militaires, la commission recommande la définition d'un niveau d'évaluation basé sur le niveau moyen  $L_{eq}$ . Une correction de niveau tient compte des propriétés spécifiques au bruit de l'aviation militaire et est fixée de telle sorte qu'il soit possible d'aligner les valeurs limites sur celles des autres types de bruit.

La correction de niveau comprend: une correction d'exploitation  $K_0 = - 8$  dB, indépendante des mouvements d'avions, qui tient compte du fait que, les heures de service des avions militaires étant limitées, la gêne qui en découle est moindre et une correction dépendante des mouvements, calquée sur le modèle utilisé pour évaluer le bruit des aérodromes régionaux et champs d'aviation.

La commission recommande l'introduction des valeurs limites d'exposition suivantes:

Valeurs limites d'exposition pour le bruit des aérodromes militaires (recommandation de la commission)

Degré de sensibilité	Valeur de planification	Valeur limite d'immission	Valeur d'alarme
	$L_r$ en dB(A)		
I	50	55	65
II	60	65	70
III	60	65	70
IV	65	70	75

Lors de l'évaluation de mesures propres à réduire le bruit (p.ex. définition des voltes, modification des procédures de décollage), il est très profitable de connaître les immissions partielles découlant respectivement de l'utilisation d'avions à réaction et à hélice. Cela étant, la commission considère qu'il est nécessaire d'évaluer séparément le bruit occasionné par les mouvements d'avions à réaction de celui des avions à hélice. Les niveaux d'évaluation partiels ainsi établis seront ensuite additionnés énergétiquement pour aboutir au niveau d'évaluation global. Elle approuve en outre, toujours au plan de la détermination du niveau d'évaluation global, le fait de tenir également compte du bruit des avions civils évoluant sur les aérodromes militaires.



# VALEURS LIMITES D'EXPOSITION AU BRUIT DES AÉRODROMES MILITAIRES

## 1 Introduction

### 1.1 Mandat de la commission

La loi sur la protection de l'environnement (LPE)<sup>1</sup> et l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB)<sup>2</sup> en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> avril 1987 s'appliquent en principe à toutes les installations bruyantes, bien que l'OPB ne prévoit pas des valeurs limites d'exposition pour tous les types de bruit. C'est ainsi que manquent notamment celles qui concernent l'évaluation des immissions sonores occasionées par les aérodromes militaires.

En vue de l'introduction des valeurs limites d'exposition au bruit des aérodromes militaires dans l'OPB et leur légalisation, il était nécessaire d'établir des bases et critères permettant d'évaluer les immissions sonores dues aux avions militaires et à partir desquels il serait possible de faire des propositions.

L'élaboration de ces propositions est du ressort de la "Commission fédérale pour l'évaluation des valeurs limites d'immissions pour le bruit". Déjà en 1975, le Département fédéral de l'intérieur créa cette commission, lui confiant la tâche de mettre à jour les bases dont on disposait et de faire des propositions de valeurs limites pour les immissions de bruit. Depuis, la commission a publié quatre rapports en la matière<sup>3</sup>. Aujourd'hui, la plupart des valeurs limites d'exposition proposées dans ces publications se trouvent légalisées dans l'OPB.

- 
1. Loi fédérale sur la protection de l'environnement du 7 octobre 1983, (RS 814.01)
  2. Ordonnance sur la protection contre le bruit du 15 décembre 1986, (RS 814.331)
  3. 1<sup>er</sup> rapport (1979) : Valeurs limites d'exposition au bruit du trafic routier;  
2<sup>ème</sup> rapport (1980) : Valeurs limites d'exposition au bruit des installations civiles de tir;  
3<sup>ème</sup> rapport (1981) : Valeurs limites d'exposition au bruit de l'aviation légère;  
4<sup>ème</sup> rapport (1982) : Valeurs limites d'exposition au bruit du trafic ferroviaire.

## 1.2 Situation initiale et exécution du mandat

Pour faciliter la tâche de la commission, l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP, anciennement Office fédéral de la protection de l'environnement (OFPE)) créait, en 1982, le groupe de travail "protection contre les immissions dans le secteur militaire", avec pour mission de préparer les données de base et les critères permettant d'apprécier les immissions de bruit d'origine militaire. Le sous-groupe "aérodromes militaires" s'occupa des problèmes de bruit au voisinage des aérodromes militaires. L'une de ses tâches consistait à proposer des valeurs limites et d'en montrer les conséquences sur le plan financier et de l'aménagement lors de leur application.

Du fait de la vaste propagation du bruit des avions, il n'est pas possible de déterminer les immissions qui en résultent à l'aide de mesures, si ce n'est que par des sondages. Dans la plupart des cas, il est donc nécessaire, pour établir les cadastres de bruit, de passer par le calcul. Les décisions qu'ont à prendre les autorités ne peuvent reposer que sur les résultats des modèles de calcul, puisque ce sont pour elles le seul moyen d'apprécier, au stade de la planification, les effets des différentes mesures mises en œuvre. C'est ainsi que depuis 1983, l'EMPA a entrepris des travaux visant à développer un modèle de calcul approprié à l'évaluation des immissions de bruit des aérodromes militaires.

Les travaux ont été financés par la Confédération et, durant la phase initiale, par le canton de Zurich et la ville de Dübendorf. Le manque de données acoustiques fiables concernant les avions, l'absence de données précises sur les itinéraires de vol, ainsi que les questions liées au problème de l'atténuation du bruit lorsqu'il se propage sur de longues distances ont nécessité des recherches de longue haleine.

Parallèlement au développement du modèle de calcul, le groupe de travail "aérodromes militaires" a élaboré des propositions visant à évaluer les immissions de bruit. Sitôt que le programme informatique de calcul des immissions de bruit des avions fut prêt, les conditions préalables requises pour montrer les effets et les conséquences des valeurs limites d'exposition étaient données. Parvenu au terme de ses investigations et consultations, le groupe de travail présenta ses propositions à la Commission fédérale pour l'évaluation des valeurs limites d'immissions pour le bruit. S'appuyant sur les résultats des études approfondies du groupe de travail, celle-ci a tranché en faveur de

la méthode d'évaluation et des valeurs limites présentées ci-après et elle recommande leur mise en vigueur et leur application.

La Commission fédérale est composée des personnes suivantes:

- Prof. B. Böhlen, directeur de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Berne, président
- Madame S. Casetti, avocate, Zurich
- R. Hofmann, chef de la Division acoustique et lutte contre le bruit du Laboratoire fédéral d'essai des matériaux (EMPA), Dübendorf
- Prof. E.J. Rathe, ingénieur-conseil, Russikon
- R. Stüdeli, directeur de l'Association suisse pour l'aménagement du territoire, Berne
- G. Verdan, chef de la Division de la lutte contre le bruit de l'OFEFP, Berne
- Prof. H.U. Wanner, Institut d'hygiène et de physiologie du travail de l'EPFZ, Zurich
- Ch. Zäch, chef du Service juridique environnement de l'OFEFP, Berne
- G. Iselin, chef du Service de coordination de la protection de l'environnement du canton de Berne, Berne
- A. Zurkinden, secrétariat, Division de la lutte contre le bruit, OFEFP, Berne

Le groupe de travail "aérodromes militaires" est composé de la manière suivante:

- U. Jörg, chef de la Section technique, OFEFP, président
- W. Becker, adjoint, Division exploitation, Office fédéral des aérodromes militaires (OFAM)
- F. Ghilardi, Section immeubles OFAM
- R. Hofmann, chef de la Division acoustique et de lutte contre le bruit de l'EMPA
- B. Michel, vice-directeur, OFAM
- A. Seiler, Division de la lutte contre le bruit, OFEFP (dès le 1<sup>er</sup> octobre 1987)
- G. Verdan, chef de la Division de la lutte contre le bruit, OFEFP
- S. Wenger, chef de la Section environnement, Office fédéral de l'aviation civile, OFAC

## 2 Valeurs limites d'exposition selon la LPE et l'OPB

### 2.1 Valeurs limites et leurs fonctions

La loi sur la protection de l'environnement (LPE) et, par voie de conséquence, l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) distinguent trois types de valeurs limites:

- les valeurs limites d'immissions (VLI), qui constituent la limite générale des bruits nuisibles et incommodants (art. 13 et art. 15 LPE);
- les valeurs de planification (VP), qui se situent en dessous des valeurs limites d'immissions (art. 23 LPE);
- les valeurs d'alarme (VA), qui se situent en dessus des valeurs limites d'immissions (art. 19 LPE).

Conformément à l'art. 15 LPE, le Conseil fédéral doit fixer les VLI de 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. En vertu de l'art. 13 de la même loi, il tient compte également de l'effet des immissions sur des catégories de personnes particulièrement sensibles (p.ex. enfants et malades).

Il s'agit ici de préciser le sens de ces diverses limites dans le cas particulier des aérodrômes.

#### 2.1.1 Exigences posées aux aérodrômes existants

Conformément à l'OPB, les installations qui contribuent au dépassement des VLI doivent être assainies dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation et économiquement supportable et de telle façon que lesdites VLI ne soient plus dépassées (art 13, 1e et 2e al., OPB).

Les mesures d'assainissement entrant en ligne de compte sont en premier lieu celles limitant les émissions. Sont considérées comme telles, les réductions du bruit à la source, c'est-à-dire sur l'installation même, et peuvent être prises sur le plan de la technique (construction) où de l'exploitation. Entrent également dans ce cadre les mesures visant à éviter la propagation du bruit, par exemple les talus et les parois antibruit. Force est cependant de constater que les mesures visant à éviter la propagation du bruit n'entrent généralement pas en ligne de compte dans le cas des aérodrômes étant donné qu'elles n'ont aucun effet sur le bruit venant d'en haut.

Lorsque les immissions de bruit provenant d'installations existantes ayant fait l'objet d'un assainissement ne peuvent pas être abaissées partout en dessous des VLI, une demande d'allégement (art. 14 OPB) peut être déposée. Si, en raison des allégements accordés, des installations publiques ou concessionnaires ne respectent pas les valeurs d'alarme, il y a lieu de mettre en œuvre des mesures d'isolation acoustique sur les bâtiments touchés (art. 15 OPB). En l'occurrence, c'est en principe le propriétaire de l'installation qui en supportera les frais, sauf s'il peut démontrer que les VLI étaient déjà dépassées au moment de la demande du permis de construire du bâtiment touché ou que le projet de construction de l'installation était déjà à l'enquête publique. Dans ces deux derniers cas, les coûts inhérents aux mesures ordonnées sont à la charge du propriétaire tenu d'isoler son bâtiment. Ces principes s'appliquent également aux aérodromes militaires.

### 2.1.2 Exigences posées aux aérodromes modifiés

Lorsqu'une installation existante ou son exploitation sont modifiées, les émissions de bruit doivent être limitées selon le principe de la meilleure limitation possible (art. 8, 1e al., OPB). Lorsque la modification est notable, c'est-à-dire que les immissions sonores sont perceptiblement plus élevées, ou qu'une installation a été reconstruite, les valeurs limites d'immissions ne doivent pas être dépassées (art. 8, 2e al., OPB). Dans le cas où il s'agit d'installations publiques ou concessionnaires (dont les aérodromes militaires), des mesures d'isolation acoustique seront ordonnées sur les bâtiments existants à partir des valeurs limites d'immissions (art. 10 OPB). Le règlement est donc plus sévère pour les installations qui ont été l'objet de transformations notables que pour les installations existantes.

### 2.1.3 Exigences posées aux nouveaux aérodromes

Les immissions de bruit produites par de nouvelles installations ne doivent en principe pas dépasser les valeurs de planification (VP) (art. 7, 1e al., OPB). Des allégements sont néanmoins possibles lorsque lesdites installations présentent un intérêt public prépondérant et que le respect des VP engendrerait des charges disproportionnées pour le projet (art. 7, 2e al., OPB). Si pour des installations publiques ou concessionnaires les VLI ne peuvent être respectées par des mesures de lutte contre le bruit raisonnables, le propriétaire de l'installation prendra à sa charge l'isolation acoustique qui s'impose (p.ex. montage de fenêtres isolantes) sur les bâtiments touchés (art. 10 OPB).

#### 2.1.4 Permis de construire dans des secteurs exposés au bruit

A l'avenir, les permis de construire de nouveaux bâtiments à usage sensible au bruit (p.ex. logements et bureaux) ne pourront être délivrés que si les immersions de bruit sont tolérables pour les personnes qui y vivront ou y travailleront. C'est le cas lorsque les VLI sont respectées sur le lieu où sera construit le nouvel immeuble ou qu'elles pourront l'être grâce à des mesures de nature constructive (écrans antibruit, remblais) ou relevant de l'aménagement (disposition favorable des locaux à usage sensible au bruit, art. 31, 1<sup>er</sup> al., OPB). L'isolation acoustique sur le bâtiment n'est pas considérée comme une telle mesure. Il faut remarquer que les écrans antibruit et les modifications de la disposition des bâtiments ne sont que rarement efficaces lorsqu'il s'agit du bruit des avions.

Si de telles mesures ne permettent pas de respecter les VLI, le permis de construire ne peut être délivré que lorsque la construction de l'immeuble en question présente un intérêt prépondérant et que son enveloppe garantit une protection efficace contre le bruit extérieur (art. 31, 2<sup>e</sup> al., et art 32, 2<sup>e</sup> al., OPB). L'éclaircissement de cette question exige, dans chaque cas, de peser les intérêts en présence avec soin. Lorsqu'il y a dépassement très net des VLI, et en particulier des VA, il est pratiquement impossible de justifier la construction d'un immeuble d'habitation. Dans ce genre de situation, priorité est donnée à la protection de la santé publique.

#### 2.1.5 Délimitation et équipement des zones à bâtir dans des secteurs exposés au bruit

Dans les secteurs exposés à des niveaux de bruits dépassant les valeurs de planification, de nouvelles zones à bâtir destinées à recevoir des immeubles comprenant des locaux à usage sensible au bruit ne peuvent être délimitées que s'il est possible de respecter les valeurs de planification par des mesures relevant de la construction, de la planification ou de l'aménagement (art. 29 OPB). Etant donné qu'au voisinage des aéroports, il n'est généralement pas possible d'assurer une situation satisfaisante pour les maisons d'habitation, ni par des parois ou écrans antibruit, ni par des plans d'affectation spéciaux sous forme de plans d'aménagement, d'urbanisation ou de quartier, ces prescriptions aboutissent à des restrictions des possibilités d'affectation.

A priori, des exigences aussi strictes s'appliquent également aux zones à

bâtir existantes, mais non encore équipées (art. 30 OPB). Suite à l'entrée en vigueur de l'OPB, le 1<sup>er</sup> avril 1987, il n'est donc possible d'équiper des zones à bâtir dans des secteurs exposés au bruit que lorsque les VP peuvent être respectées, au moins dans la majeure partie de la zone. Un moyen d'assouplir les restrictions ainsi imposées à la construction est de modifier l'affectation de la zone.

## 2.2 Différenciation des valeurs limites d'exposition

A l'instar des autres types de bruit réglés par l'OPB, les valeurs limites d'exposition appliquées aux aérodromes militaires doivent être fixées en fonction de l'affectation établie dans le plan de zones. Ces affectations étant différentes, les quatre degrés de sensibilité établis, permettent de tenir compte de façon optimale aussi bien de la protection dont a besoin la population que de notre activité sociale. C'est ce qui explique pourquoi les valeurs limites sont plus basses pour les zones d'habitation que pour les zones industrielles.

L'OPB fixe les critères présidant à l'attribution des degrés de sensibilité aux zones d'affectation. L'attribution concrète de ceux-ci incombe aux cantons et aux communes. Le tableau 1 donne un résumé des critères d'attribution (art. 43 OPB).

Tableau 1:

Critères d'attribution des degrés de sensibilité aux zones d'affectation

Degré de sensibilité	Affectation
I	Zones requérant une protection accrue contre le bruit (p.ex. zones de détente)
II	Zones ne comprenant aucune entreprise gênante (p.ex. zones d'habitation calmes)
III	Zones comprenant des entreprises moyennement gênantes (p.ex. zones d'habitation et artisanales (zones mixtes), zones agricoles)
IV	Zones dans lesquelles sont admises des entreprises fortement gênantes (p.ex. zones industrielles)

### 3 Le bruit des aérodromes militaires

#### 3.1 Caractéristiques du bruit des avions

Ce qui caractérise le bruit au voisinage des aérodromes, ce sont des phases de bruit relativement courtes, mais de niveau d'immission sonore élevée, entrecoupées de longues phases de calmes (voir à ce sujet les figures 1, 2 et 3). Malgré ces phases calmes résulte une exposition moyenne en Leq élevée.

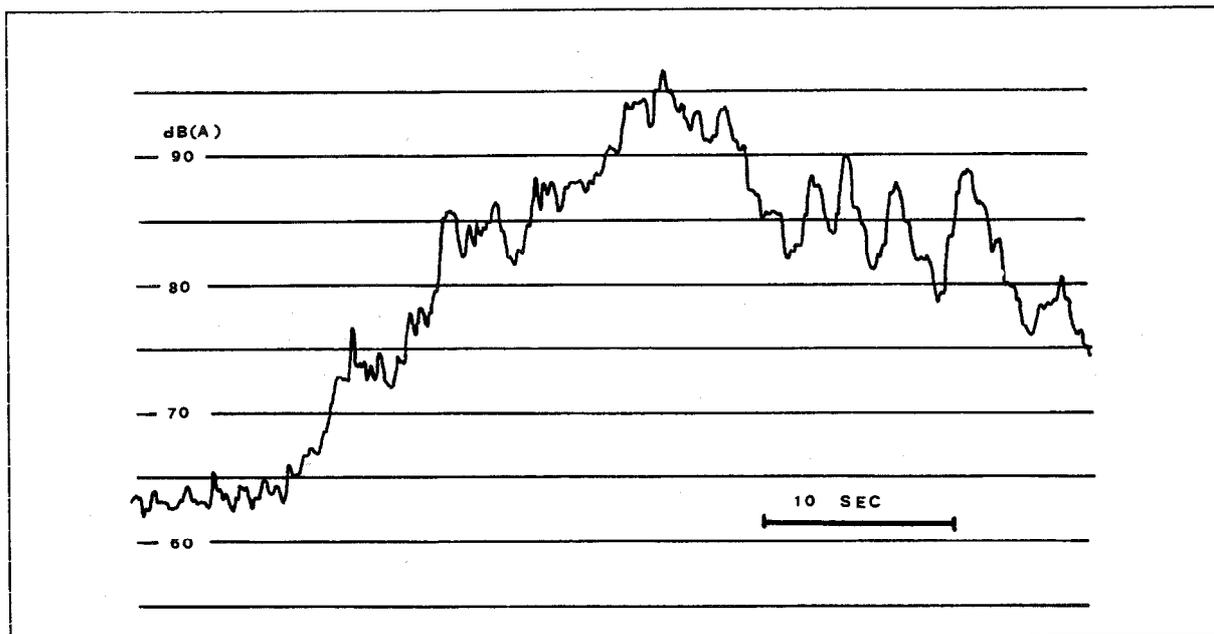


Figure 1: Profil du niveau de bruit pendant la phase de décollage d'un avion de combat (Tiger). Enregistrement effectué à proximité d'un aérodrome.

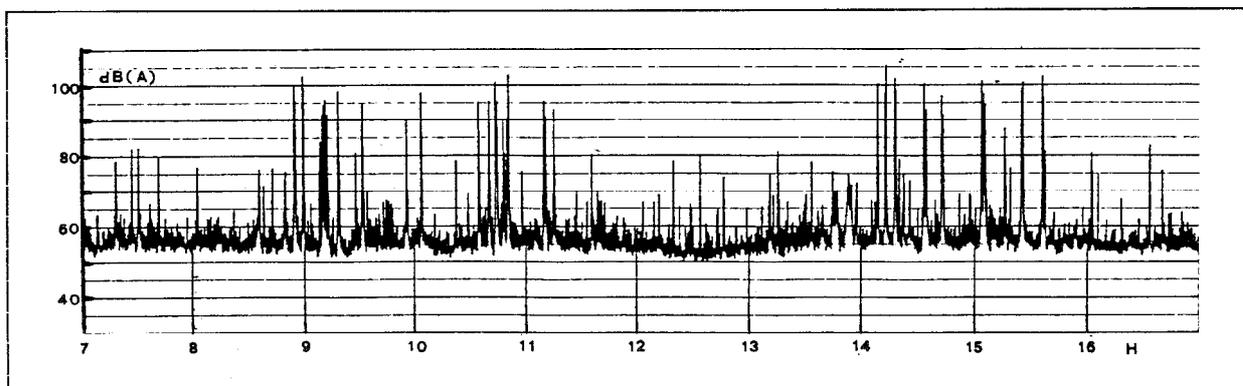


Figure 2: Enregistrement du niveau sonore pendant une journée où la fréquence des vols était élevée. L'enregistrement a été effectué sur un lieu d'immission caractéristique pour Dübendorf. Les mouvements des avions à réaction et les phases calmes se distinguent nettement.

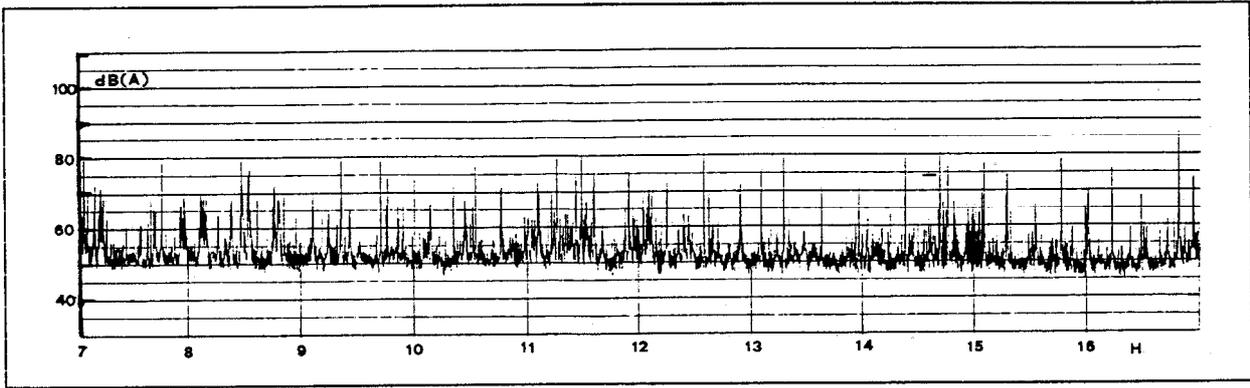


Figure 3:  
Enregistrement d'une journée sans mouvements d'avions. Les pics du niveau sonore proviennent de la ligne de chemin de fer Zurich-Uster-Rapperswil.

Le bruit des avions militaires équivaut à celui des avions civils dans son profil temporel et dans ses caractéristiques tonales. L'exploitation d'un aérodrome militaire se distingue cependant sensiblement de celle d'un aérodrome civil. Alors que ces derniers sont exploités tout au long de l'année à raison de 7 jours par semaine, les aérodromes militaires sont moins utilisés (voir chapitre 5).

Le trafic aérien varie fortement d'un aérodrome militaire à l'autre. Alors que les places de Dübendorf, Emmen et Payerne - utilisées pour la formation des pilotes - fonctionnent toute l'année, les autres ne sont exploitées que quelques mois, voire quelques semaines réparties sur toute l'année (voir figure 4). La situation se présente autrement sur les aérodromes utilisés conjointement par l'aviation militaire et civile (par exemple Sion).

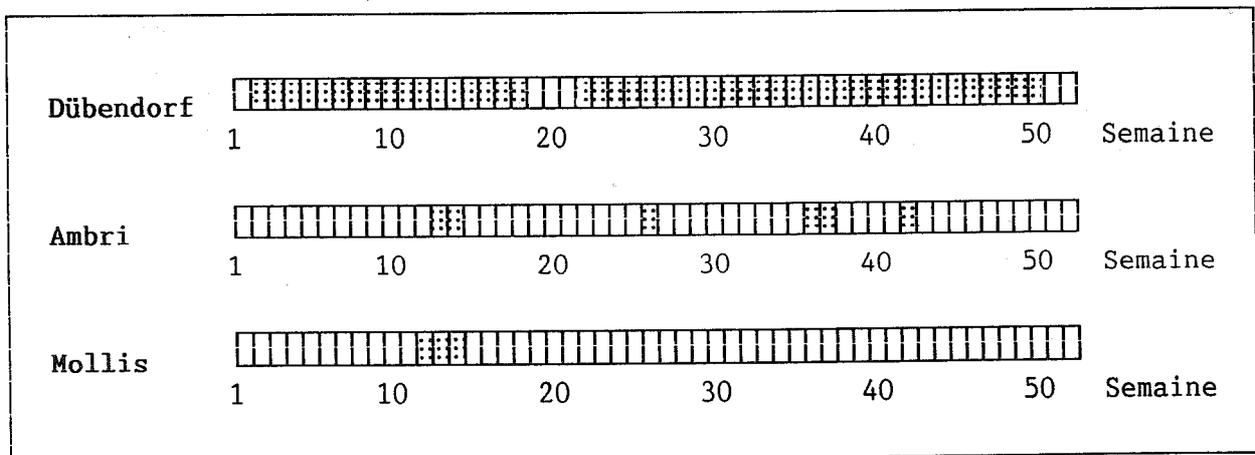


Figure 4:  
Mouvements des avions à réaction sur les trois aérodromes militaires de Dübendorf, Ambri et Mollis en 1987. Les cases noircies correspondent aux semaines durant lesquelles des avions à réaction volent.

### 3.2 Effets du bruit des avions

Du point de vue des effets du bruit, il n'y a pas de différence fondamentale entre l'aviation civile et militaire. Le bruit des avions déploie ses effets en premier lieu sur les zones d'habitation proches des aérodromes et, selon le type d'avion, l'un ou l'autre des effets pourra être prépondérant<sup>4,5,6</sup> par exemple:

- désagréments dans les communications (orales, téléphone, radio, télévision etc.)
- modifications du comportement dans l'habitation (p.ex. fermeture des fenêtres, isolation du logement, intentions de déménager)
- perturbation des activités intellectuelles (difficultés à se concentrer dans le travail, à l'école)
- Réactions de sursaut (lors de bruits soudains, p.ex. lors des survols des lieux d'habitation ou de travail)
- Réactions du système neuro-végétatif (qui touchent notamment le système cardio-vasculaire, ainsi que le système cortico-surrénal (hormone du stress))
- Troubles du sommeil (les dérangements du repos nocturne sont rares du fait que, à quelques rares exceptions près, les aérodromes militaires ne sont pas exploités la nuit; de jour, il est cependant possible que le sommeil des enfants en bas âge soit perturbé)
- Vibrations (notamment des fenêtres, des parois et de la vaisselle)

De fréquents dérangements de cette nature doivent être considérés comme des atteintes au bien-être (gêne sensible au sens de l'art. 15 LPE) et, partant, à la santé, même si des lésions immédiates dues au bruit (troubles de l'audition) ne sont pas à craindre au voisinage des aérodromes. Certains groupes de la population peuvent certes se révéler plus sensibles que la majorité et réagir plus fortement à ces perturbations. Ainsi en est-il des enfants en bas âge, dont le repos diurne peut être tout particulièrement perturbé par le bruit des avions.

- 
4. Sozio-psychologische Fluglärmuntersuchungen im Gebiet der drei Schweizer Flughäfen Zürich, Genf, Basel. Mai 1974. Untersuchungen über den Fluglärm und seine Wirkungen im Gebiet von drei Schweizer Zivilflughäfen 1971/72.  
Éditeur: Arbeitsgemeinschaft für soziopsychologische Fluglärmuntersuchungen  
Berne, juin 1973  
Vente : Office fédéral de l'aviation civile, Berne
  5. Rohrman B., Finke H.O., Guski R., Schümer R. et Schümer-Kohrs A.: Fluglärm und seine Wirkungen auf den Menschen.  
Verlag Hans Huber, Berne, Stuttgart, Vienne (1978)
  6. Bättig K.: Psychovegetative Lärmeffekte in der Feld- und Laborsituation. Städte-Hygiene 36, 207-212 (1985)

## 4 Evaluation du bruit des aéroports militaires

### 4.1 Grandeurs existantes pour la mesure de l'exposition au bruit des avions.

Le seul niveau sonore ne suffit pas pour évaluer la gêne due aux bruits intermittents tels que ceux qui sont occasionnés par l'aviation et par le chemin de fer. Il est en effet tout aussi important de connaître leur durée, leur fréquence et le moment où ils surviennent. Le NNI ("Noise and Number Index") habituellement utilisé en Suisse et en Angleterre pour définir le bruit des avions civils repose sur des enquêtes sociologiques<sup>4</sup> effectuées dans les deux pays. Il combine la moyenne énergétique des pointes de bruit de tous les survols  $\langle L_{max} \rangle$  avec le nombre de survols N d'un jour de trafic moyen (uniquement les mouvements intervenant entre 06<sup>00</sup> et 22<sup>00</sup> heures!). Le NNI se calcule selon la formule suivante:

$$NNI = \langle L_{max} \rangle + 15 \log N - 80 \quad (\langle L_{max} \rangle \text{ en PNdB})^7$$

ou, par approximation:

$$NNI \approx \langle L_{max} \rangle + 15 \log N - 68 \quad (\langle L_{max} \rangle \text{ en dB(A)})$$

Dans les calculs, ni les mouvements dont le niveau sonore maximal est inférieur à 80 PNdB ou à 68 dB(A,S) ni la durée des événements sonores, entrent en ligne de compte.

Comme l'indice NNI est une échelle purement empirique, il ne permet une évaluation fiable des incidences du bruit que là où les conditions d'exploitation correspondent plus ou moins à celles qui existaient lorsque les études initiales en Angleterre et en Suisse ont été réalisées. Le NNI a été développé pour quantifier le bruit des avions civils. Le trafic de l'aviation militaire est sensiblement différent de celui de l'aviation civile; il se déroule en général du lundi au vendredi, le matin entre 8 et 12 heures et l'après-midi de 13 heures 30 à 17 heures (voir chapitre 5). En revanche, le bruit qu'il occasionne atteint des niveaux instantanés plus élevés. L'application sans précaution des NNI aux aéroports militaires amènerait à des évaluations erronées.

Dans l'ordonnance sur la protection contre le bruit, le niveau énergétique moyen  $Leq$  (ou  $L_{A,eq}$ ) sert de base pour évaluer les immissions de bruit, con-

---

7. Ordonnance du 23 novembre 1977 concernant les zones de bruit des aéroports de Bâle-Mulhouse, Genève-Cointrin et Zurich (RS 748.134.2)

formément aux normes internationales. Celui-ci s'obtient par la sommation de l'énergie sonore durant la période considérée; il correspond donc à la notion de dose. Des autres pays, utilisent également le niveau moyen, parfois sous une forme quelque peu modifiée, comme mesure d'exposition au bruit des avions militaires.

En République fédérale d'Allemagne (RFA), les immissions de bruit des avions sont déterminées à l'aide d'un niveau énergétique non équivalent  $\bar{Q}$ , calculé selon la formule suivante:

$$\bar{Q} = 13,3 \cdot \log \left( \sum_i^N g_i \frac{t_i}{T} 10^{L_{\max,i}/13,3} \right) \text{ dB(A)}$$

où

$g_i$  : facteur de pondération du  $i^{\text{ème}}$  passage d'avion, il prend les valeurs suivantes:

$$a) g_i = \begin{cases} 1,5 & \text{pour les vols diurnes (06 - 22 heures)} \\ 0 & \text{pour les vols nocturnes (22 - 06 heures)} \end{cases}$$

ou

$$b) g_i = \begin{cases} 1 & \text{pour les vols diurnes (06 - 22 heures)} \\ 5 & \text{pour les vols nocturnes (22 - 06 heures)} \end{cases}$$

$t_i$  : Durée du bruit du  $i^{\text{ème}}$  passage (laps de temps pendant lequel le niveau sonore est de 10 dB au-dessous du niveau sonore maximal).

$T$  : Durée de référence: les six mois de l'année où le trafic est le plus intense.

$L_{\max,i}$  : Niveau sonore maximal atteint durant le  $i^{\text{ème}}$  passage

$N$  : Nombre de passages durant la période de référence.

Comme le facteur de pondération  $g_i$  admet deux paires de valeurs, 2 valeurs  $\bar{Q}$  sont calculées. La plus haute des deux valeurs  $\bar{Q}$  est ensuite comparée avec la valeur limite. Lors du calcul des immissions de bruit, tous les mouvements sont pris en compte, c'est-à-dire les avions à hélice et à réaction, ainsi que les hélicoptères.

Pour déterminer les immissions dues au bruit des avions, les Pays-Bas calculent, depuis 1981, l'exposition au bruit B en unités Kosten [Ke] de la manière suivante:

$$B = 20 \cdot \log \left( \sum_i^N g_i \cdot 10^{L_{\max,i}/15} \right) - 157 \quad \text{en [Ke]}$$

où

B : Exposition au bruit en [Ke]

N : Nombre de passages (vols) en une année

$g_i$  : Facteur de pondération du  $i^{\text{ème}}$  passage défini en fonction de l'heure,

$g_i = 1$  pour les passages entre 08<sup>00</sup> et 18<sup>00</sup> heures

$g_i = 10$  pour les passages entre 23<sup>00</sup> et 06<sup>00</sup> heures

$1 < g_i < 10$  pour les passages effectués le reste du temps

$L_{\max,i}$  : Niveau sonore maximal du  $i^{\text{ème}}$  passage

La valeur numérique de B correspond au pourcentage des riverains qui ressentent la gêne due au bruit des avions comme étant au moins moyennement forte; le pourcentage des personnes fortement à très fortement incommodées se situe environ 10 Ke en dessous de cette valeur.

Sous forme simplifiée, l'exposition au bruit B peut se calculer comme suit:

$$B \approx \frac{4}{3} \cdot \langle L_{\max} \rangle + 20 \cdot \log ( N \cdot \bar{g} ) - 157 \quad \text{[Ke]}$$

$$B \approx \frac{4}{3} \cdot \left[ \langle L_{\max} \rangle + 15 \cdot \log N \right] + 20 \cdot \log \bar{g} - 157 = \alpha \cdot \text{NNI} + \beta$$

avec

$\langle L_{\max} \rangle$  : Moyenne des niveaux sonores maxima de l'ensemble des passages

N : Nombre de passages en une année

$\bar{g}$  : Moyenne pondérée du facteur de pondération

$\alpha, \beta$  : Constantes numériques

La grandeur néerlandaise de mesure de l'exposition au bruit est du même type que le NNI.

Il existe un grand nombre de propositions<sup>8,9</sup> de grandeurs pour évaluer l'exposition au bruit des avions; nombre d'entre elles font d'ailleurs office de norme dans plusieurs pays. La plupart des grandeurs présentent une corrélation élevée entre elles, donc il est possible de les ramener à un petit nombre de grandeurs de base. Avec le NNI (qui souligne surtout les pointes) et le Leq (qui marque l'effet de dose), deux grandeurs de base caractéristiques ont été cernées. Comme d'une part, la grandeur NNI a des inconvénients connus (p.ex. la non considération de la durée des événements sonores ni des mouvements dont le niveau sonore est inférieur à 68 dB(A)), et que, d'autre part, l'OPB fait déjà usage de la notion de niveau moyen Leq, le groupe de travail a décidé de baser également l'évaluation du bruit des avions militaires sur ce dernier. L'avantage de cette option est l'utilisation de la même grandeur physique pour évaluer le bruit des aérodromes militaires et celui des aérodromes régionaux et champs d'aviation.

#### 4.2 Prise en considération de différences de gêne

Pour un même niveau moyen Leq, la gêne varie suivant le type de bruit. Par exemple, le bruit dû au trafic routier est plus incommodant que celui dû au trafic ferroviaire. Il serait certes possible de tenir compte de ces différences, en fixant des valeurs limites d'exposition différentes pour chaque type de bruit. Cependant l'OPB a choisi une autre manière de faire, à savoir celle de tenir compte des particularités de la gêne produite par les différents type de bruit en définissant un niveau d'évaluation  $L_r$  tel que

$$L_r = Leq + K$$

La correction de niveau K, spécifique pour chaque type de bruit, permet donc de tenir compte des différences relatives entre les dérangements produits par différents types de bruit et de les introduire dans le niveau d'évaluation  $L_r$ , de sorte que, finalement, une valeur bien précise de ce dernier indique une gêne identique pour n'importe quelle type de bruit. Il ne serait pas opportun de s'écarter de cette méthode pour évaluer le bruit des aérodromes militaires.

---

8. P. Schaefer, Vergleichende Analyse von Lärmbewertungsverfahren. Thèse réalisée à la TH de Munich sur mandat de l'Office fédéral allemand de l'environnement, Berlin 1978

Editeur: Umweltbundesamt, Berlin.

9. K. Martschat, E.-A. Müller; Vergleich nationaler und internationaler Fluglärmbewertungsverfahren; Aufstellung von Näherungsbeziehungen zwischen den Bewertungsmassen. Auftrag des Umweltbundesamt, Berlin, 1984

Lors de l'attribution concrète de la correction de niveau K liée aux aérodromes militaires, il s'agira de considérer les propriétés particulières à ce type de bruit qui ont une incidence sur la gêne produite et qui ne sont pas encore prises en compte par le niveau énergétique moyen Leq. Or, la spécificité du bruit des avions militaires provient essentiellement du fait que l'exploitation des aérodromes militaires est limitée dans le temps (voir chapitre 5).

Les corrections de niveau nécessaires seront fixées de telle sorte que les conditions suivantes soient remplies:

- La rigueur avec laquelle sont jugées les immissions de bruit provoquées par les aérodromes militaires doit être comparable à celle appliquée aux autres types de bruit.
- Dans la mesure du possible, le schéma des valeurs limites doit correspondre dans sa forme et sa structure, mais aussi dans les valeurs, aux schémas appliqués aux autres types de bruit.

Établir les corrections de niveau requiert de connaître d'une part les relations qu'il y a entre l'exposition au bruit et la gêne subjective ressentie, d'autre part les particularités des effets comparativement aux autres types de bruit. Pour élucider ces questions, on pourrait certes procéder à des études systématiques. Étant donné l'ampleur du travail qu'occasionnerait la réalisation d'une étude sociologique représentative, les importants moyens financiers, le temps et le personnel nécessaire, la commission renonce à s'appuyer sur les résultats qu'apporteraient de telles investigations pour élaborer ses propositions. Elle se borne à analyser les études existantes et les expériences recueillies avec d'autres types de bruit. Pour prendre en considération les propriétés spécifiques du bruit et les conditions limites citées plus haut, la commission propose de définir la correction de niveau K comme étant la somme de deux termes:

- Le premier terme (désigné ci-après par correction d'exploitation  $K_0$ ; voir chapitre 5) est identique pour tous les aérodromes militaires, indépendamment du nombre de mouvements; il tient compte des heures d'exploitation limitées et fixes ainsi que du repos nocturne et dominical.
- Le second terme (désigné par la suite par  $K_1$  resp.  $K_2$ , voir le chapitre 5) tient compte du nombre des mouvements et correspond au chiffre 34 de l'annexe 5 de l'OPB.

## 5 Trafic aérien, correction d'exploitation et niveau d'évaluation

### 5.1 Trafic aérien

Actuellement, sur un aérodrome militaire, l'exploitation se caractérise par:

- un trafic aérien réglementé et généralement limité du lundi au vendredi selon les horaires suivants:
  - . de 08<sup>00</sup> à 12<sup>00</sup> heures et de 13<sup>30</sup> à 16<sup>30</sup> heures<sup>10</sup> pour les avions à réaction;
  - . les décollages et les atterrissages des avions à hélice et des hélicoptères sont possibles de manière limitée dès 07<sup>30</sup> et jusqu'à 17<sup>00</sup> heures;
- des vols crépusculaires une fois par semaine sur un seul aérodrome, jusqu'à 20<sup>00</sup> heures au plus tard. Pas de vols crépusculaires durant les mois de mai, juin, juillet et août;
- des vols de nuit une fois par semaine sur deux aérodromes jusqu'à 22<sup>00</sup> heures au plus tard. Pas de vols de nuit durant les mois de mai, juin, juillet et août;
- en règle générale, aucun vol n'a lieu durant les fins de semaine et les jours fériés;
- augmentation du nombre des décollages en patrouilles dans le but de réduire le nombre des événements isolés;
- phases calmes entre les pointes de bruit (les procédures de décollage et d'atterrissage se déroulent par vagues).

Ces caractéristiques de l'exploitation des aérodromes résultent pour une part des mesures prises pour lutter contre le bruit. Elles permettent de réduire la gêne due au bruit des avions, mais dont le niveau moyen (Leq) ne tient pas compte. C'est la raison pour laquelle, si l'on veut décrire correctement la diminution de la gêne qui résulte de ces mesures, il est nécessaire d'introduire le facteur de correction de niveau  $K_0$ , appelé correction d'exploitation, évoqué déjà au chapitre 4.2.

### 5.2 Correction d'exploitation

A niveau moyen égal, la gêne ressentie varie suivant le type du bruit. Pour prendre en compte ces différences lors de la détermination du niveau d'évaluation, un facteur de correction est introduit. En effet, il a été démontré, par

---

10. Sur les aérodromes où ont lieu les doubles cours d'entraînement des escadilles (10-12 jours de vol par an), il est nécessaire de déroger à ces horaires de vol. Les possibilités sont les suivantes: vols tôt le matin ou de nuit, aux heures de midi et le samedi matin.

exemple, que pour un même niveau moyen<sup>11</sup>, le bruit du chemin de fer produit un gêne différente de celle de la route, ce qui se traduit, dans l'OPB, par une correction de 5 à 15 dB en faveur du premier. La corrélation entre la correction et la fréquence du trafic laisse également entrevoir qu'à dose de bruit équivalente, l'être humain accepte mieux des pointes de bruit fortes mais peu nombreuses que celles qui sont de faible intensité, mais fréquentes. En optant pour cette forme de correction, l'idée de dose contenue dans le Leq, est donc quelque peu relativisée dans la mesure où l'expérience le demande.

Pour fixer la correction d'exploitation  $K_0$ , il est nécessaire de comparer la gêne produite par l'aviation militaire avec celle des autres types de bruit. Sous l'angle de la périodicité des événements de bruit, l'exploitation d'un aéroport militaire présente des similitudes incontestables avec le chemin de fer. Tant à proximité d'une ligne ferroviaire qu'au voisinage d'un aéroport, le profil sonore est caractérisé par des événements isolés marquants: le passage de trains ou le décollage/atterrissage d'avions ne modifient fortement le bruit ambiant "normal" que pendant un laps de temps relativement court. Entre ces phases règne un calme prolongé. Certes, l'activité des avions militaires ne se déroule pas selon un plan de vol rigoureux, mais les heures approximatives des décollages et des atterrissages sont bien connues. En outre, on peut admettre que le bruit des avions militaires est en général accepté comme inévitable, un peu comme celui des transports publics tels que les chemins de fer. Il est donc raisonnable d'avancer l'hypothèse que la correction d'exploitation  $K_0$  doit être du même ordre de grandeur que celle attribuée aux chemins de fer et, partant, se situer entre -5 et -15 dB.

Ces conclusions sont d'ailleurs confirmées par des comparaisons avec la réglementation sur le bruit, en vigueur pour les aéroports nationaux. A l'aide des études socio-psychologiques du bruit des avions effectuées dans les années septante et des études réalisées plus tard sur la gêne induite par d'autres types de bruit, il est possible de dresser un parallèle entre les différences de gêne produite:

D'après le droit aérien, si des immissions sonores dépassent 45 NNI au voisinage des aéroports nationaux, on ne peut admettre aucune nouvelle zone à bâtir

---

11. Soziologisches Institut der Universität Zürich, "Zur Begrenzung der Lärmbelastung"; Sozio-psychologische Untersuchung der Störwirkung von Eisenbahn- und Strassenlärm unter konstanten Bedingungen. Zusammenfassender Schlussbericht, Zürich, 1980

destinée à des maisons d'habitation. Sous cet angle, la "valeur limite" de 45 NNI correspond à la valeur de planification fixée dans l'OPB. Pour le degré de sensibilité III, cette dernière est égale à  $L_r = 60$  dB(A). En revanche, si l'on compare les législations sur l'aviation et l'environnement uniquement sous l'angle des exigences imposées au plan de l'isolation acoustique des nouveaux bâtiments d'habitation, on remarque certaines analogies entre la "valeur limite" de 45 NNI et la valeur limite d'immission. La VLI du degré de sensibilité III est de 65 dB(A) en  $L_r$ .

Des analyses de la situation qui règne à proximité de l'aéroport de Kloten ont montré que les immissions sonores de 45 NNI correspond à une exposition en  $Leq$  d'environ 67 dB(A). Pour évaluer avec la même rigueur le bruit des aéroports nationaux en prenant pour unité le  $Leq$ , il faudrait donc introduire une correction de niveau d'environ -2 à -7 dB. Cette correction est en effet le seul moyen de faire correspondre les 45 NNI à une exposition équivalant à 60 dB(A) (valeur de planification) ou à 65 dB(A) (valeur limite d'immission) en  $L_r$ .

Compte tenu de conditions d'exploitation plus restrictives, à NNI équivalent, le bruit des aérodromes militaires serait sensiblement moins gênant que celui des aéroports civils. Par conséquent, la correction de niveau appliquée aux aérodromes militaires doit être quantitativement plus grande. Lorsqu'on compare le bruit de ces derniers avec celui des aéroports nationaux, il faut en effet considérer que l'activité des aérodromes militaires tient sur 12 heures par jour et 5 jours par semaine, contre 18 heures par jour et 7 jours par semaine pour les aéroports nationaux. A elles seules, ces différences, qui interviennent dans la période d'évaluation, donnent lieu à un écart d'environ 3 dB(A) dans le niveau moyen  $Leq$ . En conséquence, la correction de niveau  $K_0 + K_1$  resp.  $K_0 + K_2$  applicable au bruit des avions militaires devrait être d'au moins -3 dB plus grande que les -2 à -7 dB évoqués plus haut et, partant, doit se situer entre -5 et -10 dB.

Par ailleurs, un facteur dont il faut également tenir compte lorsqu'on fixe la correction d'exploitation est le fait que la gêne produite par le bruit d'un aérodrome militaire fortement fréquenté est comparable à celle que provoque une ligne ferroviaire à grand trafic. Lors de l'évaluation du bruit d'une telle installation, une correction de niveau de -5 dB est accordée. Par conséquent, de l'avis de la commission, la correction de niveau totale ( $K_0 + K_1$  resp.  $K_0 + K_2$ ) applicable aux aérodromes militaires ne devrait pas être infé-

rieure à -5 dB. Pour que les aérodromes militaires les plus fréquentés, où l'on dénombre quelque 30'000 mouvements d'avions par an, remplissent eux aussi cette condition, il faut que la correction d'exploitation  $K_0$  ne soit pas inférieure à -8 dB. Par conséquent, après examen de tous les arguments, la commission a décidé de recommander l'application d'une correction d'exploitation  $K_0$  de -8 dB.

La valeur de la correction d'exploitation  $K_0$  est certes étroitement liée aux heures d'exploitation de l'aérodrome. Des écarts sensibles par rapport aux caractéristiques énumérées au chapitre 5.1 exigeraient donc, le cas échéant, un réajustement de ce coefficient  $K_0$ .

Avec cette correction d'exploitation  $K_0 = -8$  dB, il s'ensuit que la correction de niveau totale varie entre -5 et -8 dB suivant l'aérodrome militaire, compte tenu du nombre de mouvements actuels. Le tableau 2 montre les corrections de niveau de quelques aérodromes (voir aussi 5.3.3).

Tableau 2:

Corrections de niveau ( $K = K_0 + K_1$ ) pour quelques aérodromes militaires, basées sur le trafic des avions à réaction (voir aussi tableau 3):

Correction de niveau	Aérodrome				
	Ambri	Dübendorf	Emmen	Payerne	Sion
K (en dB)	- 8	- 5	- 7.3	- 5.8	- 8

### 5.3 Détermination du niveau d'évaluation $L_p$ pour les aérodromes militaires

#### 5.3.1 Principes

Sur un aérodrome militaire, l'exploitation aérienne comprend les mouvements des avions à réaction et à hélice. (Les hélicoptères sont assimilés aux avions à hélice). Il s'agit en premier lieu de déterminer, pour chacun de ces groupes d'avions, un niveau d'évaluation partiel, puis, par addition énergétique, de calculer le niveau d'évaluation total. Pour ce faire, on prend pour base le trafic moyen défini au chiffre 5.3.2.

La commission recommande:

- de calculer le niveau d'évaluation  $L_{r,mil}$  du bruit des avions militaires à partir des niveaux d'évaluation partiels applicables aux avions à réaction ( $L_{r,jet}$ ) et aux avions à hélice ( $L_{r,prop}$ ), de la manière suivante:

$$L_{r,mil} = 10 \cdot \log ( 10^{0,1 \cdot L_{r,jet}} + 10^{0,1 \cdot L_{r,prop}} )$$

- le niveau d'évaluation partiel  $L_{r,jet}$  est la somme du niveau moyen  $Leq_{jet}$  pondéré A, engendré par le trafic des avions à réaction, et de la correction de niveau  $K = K_0 + K_1$  (voir chiffre 5.3.3):

$$L_{r,jet} = Leq_{jet} + K_0 + K_1$$

- le niveau d'évaluation partiel  $L_{r,prop}$  est la somme du niveau moyen  $Leq_{prop}$  pondéré A, engendré par le trafic des avions à hélice, et de la correction de niveau  $K = K_0 + K_2$  (voir chiffre 5.3.3):

$$L_{r,prop} = Leq_{prop} + K_0 + K_2$$

- les niveaux moyens  $Leq_{jet}$  et  $Leq_{prop}$  sont déterminés pour le nombre moyen de mouvements de vol des avions à réaction et à hélice (nombre de mouvements  $n_{jet}$  et  $n_{prop}$ ) (voir chiffre 5.3.2).

- par mouvement, on entend chaque décollage et chaque atterrissage d'un avion à réaction, à hélice ou d'un hélicoptère. Les manœuvres de atterrissage-décollage immédiat comptent pour deux mouvements.

### 5.3.2 Calcul des nombres de mouvements $n_{jet}$ et $n_{prop}$

Le niveau moyen  $Leq$  se calcule sur la base des moyennes horaires des nombres de mouvements  $n_{jet}$  et  $n_{prop}$ . Pour déterminer la moyenne des nombres de mouvements, la commission propose de procéder comme dans le cas des aéroports régionaux et champs d'aviation, à savoir, de prendre en considération les six mois de l'année où le trafic est le plus intense. Pour les aérodromes militaires dont l'activité n'est pas permanente, l'application de cette règle aboutit à des valeurs  $n_{jet}$  et  $n_{prop}$  plus élevées que si la moyenne portait sur l'ensemble de l'année.

Pour calculer les nombres de mouvements  $n_{jet}$  et  $n_{prop}$  il faut procéder de la manière suivante:

- a. déterminer, séparément pour les deux groupes d'avions, les six mois où le trafic est le plus intense, ces mois ne devant pas nécessairement être consécutifs;
- b. déterminer le nombre des mouvements des avions à réaction  $\hat{N}_{jet}$  et des avions à hélice  $\hat{N}_{prop}$  intervenant durant ces six mois;
- c. à partir de  $\hat{N}_{jet}$  et de  $\hat{N}_{prop}$ , il faut calculer les moyennes des nombres de mouvement horaires  $n_{jet}$  et  $n_{prop}$  déterminantes pour le niveau moyen comme suit:

$$n_{jet} = \hat{N}_{jet} / 12 \cdot 130$$

$$n_{prop} = \hat{N}_{prop} / 12 \cdot 130$$

La moyenne est établie, sur la base de 130 jours (26 semaines de 5 jours) et une activité de 12 heures par jour (même chiffre que dans l'OPB pour l'évaluation du bruit des aérodromes régionaux et champs d'aviation).

### 5.3.3 Corrections de niveau

Pour décrire correctement la gêne, il est impératif, lors de l'établissement la correction de niveau, de considérer séparément les mouvements des avions à réaction et à hélice. Une faible exploitation des premiers ou une activité intense des seconds peut en effet amener au même niveau moyen équivalent. Des études portant sur la gêne occasionnée par d'autres types de bruit montrent que des bruits de forte intensité, mais rares, dérangent moins que des bruits faibles, mais fréquents. Il s'ensuit que le nombre total de mouvements effectués sur un aérodrome ne constitue pas un indicateur fiable de la gêne causée.

Par conséquent, le concept d'évaluation choisi, selon lequel le niveau d'évaluation doit être formé par les niveaux d'évaluation partiels  $L_{r, jet}$  (avions à réaction) et  $L_{r, prop}$  (avions à hélice), exige un calcul séparé des corrections de niveau.

C'est la raison pour laquelle les corrections de niveau  $K_1$  et  $K_2$  sont calculées séparément pour le trafic des avions à réaction et des avions à hélice à l'aide des nombres de mouvements annuels effectifs  $N_{jet}$  et  $N_{prop}$ :

$K_1 = 0$	pour $N_{jet} < 15'000$
$K_1 = 10 \cdot \log (N_{jet} / 15'000)$	pour $N_{jet} \geq 15'000$
$K_2 = 0$	pour $N_{prop} < 15'000$
$K_2 = 10 \cdot \log (N_{prop} / 15'000)$	pour $N_{prop} \geq 15'000$

Le tableau 3 montre les corrections de niveau  $K_1$  calculées à partir des mouvements d'avions à réaction pour quelques aérodromes militaires étudiés de plus près.

**Tableau 3:**

Corrections de niveau  $K_1$  pour quelques aérodromes militaires sur la base du trafic des avions à réaction (voir aussi tableau 2):

Correction de niveau	Aérodrome				
	Ambri	Dübendorf	Emmen	Payerne	Sion
$K_1$ (en dB)	0	+ 3	+ 0.7	+ 2.2	0

#### 5.4 Détermination du niveau d'évaluation $L_r$ des aérodromes utilisés à des fins militaires et civiles.

Certains aérodromes ont un trafic mixte, c'est-à-dire militaire et civil. Ce sont principalement les aérodromes de Sion, Samedan et Locarno. L'addition des divers niveaux d'évaluation partiels, mentionnée au chapitre 5.3.1, s'applique également au calcul du niveau d'évaluation de ce type d'aérodromes à usage mixte. La réglementation proposée est la suivante:

- Le niveau d'évaluation  $L_r$  des aérodromes utilisés à des fins militaires et civiles se calcule à partir du niveau d'évaluation partiel  $L_{r,mil}$  dû au bruit des avions militaires et du niveau d'évaluation partiel  $L_{r,zivil}$ , dû au bruit des avions civils, de la manière suivante:

$$L_r = 10 \cdot \log (10^{0,1 \cdot L_{r,mil}} + 10^{0,1 \cdot L_{r,zivil}}) \quad \text{dB(A)}$$

- Le niveau d'évaluation partiel  $L_{r,mil}$  appliqué au bruit des avions militaires se calcule comme indiqué au chapitre 5.3.
- Le niveau d'évaluation partiel  $L_{r,zivil}$  appliqué au bruit des avions civils se calcule selon les termes de l'annexe 5 chiffre 3 de l'OPB.

## 6 Propositions de valeurs limites applicables au bruit des aérodromes militaires

### 6.1 Propositions de la commission

Les cantons respectivement les communes jouissent d'une certaine marge de manœuvre lors de l'attribution des degrés de sensibilité aux zones d'affectation. Ainsi peuvent-ils, en vertu de l'art. 43, 2e al., OPB, déclasser d'un degré des parties de zones d'affectation du degré I ou II lorsqu'elles sont déjà exposées au bruit et partant avoir des limites d'exposition de 5 dB plus élevées. Or, du fait de la vaste propagation du bruit des avions militaires, il serait à craindre que les communes riveraines d'aérodromes attribuent à des grandes parties de leurs zones d'affectation le degré de sensibilité le plus élevé possible, afin d'éviter des trop grandes restrictions dans l'aménagement de leur territoire. Du point de vue de la protection contre le bruit, un tel déclassement général entraînerait des désavantages nets, puisque de cette façon, tous les autres types de bruit (p.ex. bruit du trafic routier, chemin de fer, industrie et artisanat) feraient l'objet d'une évaluation moins sévère.

Considérant cette approche du problème, deux schémas de valeurs limites ont été étudiés de plus près: la commission s'est appuyée, d'une part, sur le schéma en vigueur pour le bruit des aérodromes régionaux et champs d'aviation (ci-après désignée comme variante 1), mais elle a aussi examiné les avantages et les inconvénients d'un schéma dans lequel les degrés de sensibilité II et III auraient les mêmes valeurs limites (variante 2, voir tableau 5).

**Tableau 5:**

Valeurs limites d'exposition au bruit des aérodromes militaires selon la variante 2 (recommandation de la commission). Aucune valeur limite a été fixée pour les heures de nuit, car les aérodromes militaires n'en sont utilisés qu'exceptionnellement.

Degré de sensibilité (DS)	Valeur de planification	Valeur limite d'immission	Valeur d'alarme
	L <sub>r</sub> en dB(A)		
I	50	55	65
II	60	65	70
III	60	65	70
IV	65	70	75

En alignant les valeurs limites d'exposition du degré de sensibilité II sur celles du DS III, il est possible, pour une zone d'habitation exclusivement touchée par le bruit des avions militaires et à laquelle il faudrait, d'après son affectation et de sa situation autrement calme attribuer le DS II, de le lui attribuer même si elle est touchée par le bruit des avions militaires. Etant donné que pour le DS II les valeurs limites d'exposition des autres types de bruit sont de 5 dB inférieures, cette disposition permet de maintenir l'exposition globale au bruit à un niveau plus bas que ce qu'elle serait si la zone était affectée au DS III. Les effets de cette manière de faire se font surtout sentir durant les périodes où les avions ne volent pas.

En revanche, un schéma des valeurs limites d'exposition au bruit des aérodromes militaires aligné sur le modèle appliqué au bruit des aérodromes régionaux et champs d'aviation (variante 1), présenterait des inconvénients, dont les principaux sont les suivants:

Si l'autorité d'exécution tient compte, lors de l'attribution des degrés de sensibilité, de l'exposition au bruit des avions militaires, elle sera très souvent amenée à attribuer le DS III. Or, ce faisant, elle permettrait à des autres installations bruyantes de prendre pied dans des zones actuellement calmes si ce n'est qu'elles sont touchées uniquement par le bruit des avions militaires. Donc, la population serait moins bien protégée contre le bruit que par la variante 2. Après avoir pesé les avantages et les inconvénients des deux schémas étudiés, la commission s'est exprimée en faveur de la variante 2 qui aboutit au tableau 5. L'élément qui prédomine dans cette décision est avant tout la possibilité que cette solution offre de lutter contre une augmentation du bruit global malgré la présence des aérodromes militaires. Les autorités d'exécution des cantons et des communes peuvent ainsi procéder à l'attribution des degrés de sensibilité sans être entravées d'emblée par le bruit des aérodromes militaires. De ce fait, l'attribution du degré de sensibilité II aux zones exposées au bruit des avions militaires n'est pas uniquement possible en théorie, mais également praticable et judicieuse.

## 6.2 Valeurs limites appliquées à l'étranger pour le bruit des aérodromes militaires

Nombre d'Etats se préoccupent de réglementer la protection des zones exposées au bruit des avions militaires et de l'intégrer dans un train de mesures de

portée générale. Bien que ces règlements soient en principe similaires dans les différents pays, les immissions de bruit sont mesurées, évaluées et appréciées de manière différente, si bien qu'il n'est pas toujours aisé de comparer les valeurs limites. Il est particulièrement intéressant de connaître les réglementations légales en vigueur dans des pays qui, comme la Suisse, ont une forte densité d'habitations et dans lesquels peuvent, de ce fait, surgir des problèmes semblables au voisinage des aérodromes militaires.

### 6.2.1 République fédérale d'Allemagne

En République fédérale d'Allemagne (RFA), la loi sur la protection contre le bruit de l'aviation du 30 mars 1971 (Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm) règle la protection contre le bruit au voisinage des aérodromes civils et militaires. L'exécution de cette loi repose essentiellement sur deux ordonnances:

- la première (du 5 avril 1974) fixe les exigences relatives à l'isolation acoustique des bâtiments situés dans des zones exposées;
- la seconde (du 27 février 1975) fixe un système de saisie des données destiné à établir les zones de protection contre le bruit au voisinage des aérodromes civils (DES) et militaires (DES-MIL), ainsi que des instructions permettant de calculer les limites de ces zones.

La loi prévoit de délimiter ces zones, à l'extérieur du périmètre des aérodromes, lorsque le niveau  $\bar{Q} = 67$  dB(A) est dépassé. Ces zones de protection contre le bruit sont divisées en deux groupes:

La zone protégée 1 englobe le territoire dans lequel le niveau permanent équivalent  $\bar{Q}$  (niveau moyen) dépasse 75 dB(A).

La zone protégée 2 comprend le reste de la zone de protection contre le bruit, c'est-à-dire le territoire dans lesquels le niveau moyen  $\bar{Q}$  est compris entre 67 et 75 dB(A).

Dans l'ensemble de la zone de protection contre le bruit (zones 1 et 2), il est interdit de construire des hôpitaux, des homes pour personnes âgées, des maisons de convalescence, des écoles ou d'autres installations de même nature, sous réserve de dérogations que l'autorité peut octroyer. De plus dans la zone 1, il est interdit de construire de nouveaux logements. Dans la zone 2, des logements ne peuvent être construits que dans la mesure où ils répondent aux exigences fixées par le gouvernement fédéral en matière d'isolation acoustique.

La réglementation comprend aussi l'obligation qu'a le propriétaire d'un aérodrome de verser des indemnités en cas d'interdiction de construire et de rembourser les dépenses faites pour réaliser des mesures de protection contre le bruit. En ce qui concerne les aérodromes utilisés par les forces de l'OTAN, c'est la RFA qui est débitrice des frais occasionés.

### 6.2.2 Pays-Bas

Aux Pays-Bas, l'aviation civile et militaire sont régies par une loi sur l'aviation datant de 1926, complétée en 1979 par des dispositions relatives à la lutte contre le bruit des avions. La protection contre le bruit occasionné par les aérodromes situés dans des pays voisins est réglée, quant à elle, par une loi sur la lutte contre le bruit de portée générale. Le législateur a formulé ces deux décrets de telle façon que soit garantis à la population la même protection et les mêmes droits à l'indemnisation, indépendamment du fait que celle-ci soit exposée au bruit d'un aérodrome indigène ou étranger.

Les zones proches d'aérodromes, dans lesquelles l'exposition au bruit dépasse 35 Ke, tombent sous le coup des dispositions de la protection contre le bruit. A l'intérieur de la limite de 35 [Ke], tous les bâtiments qui servent au séjour de personnes doivent être isolés. Dans les zones exposées à des bruits supérieurs à 40 Ke, aucun nouveau logement ne peut être construit.

La définition des zones protégées ainsi que le financement d'éventuelles indemnités incombent au gouvernement central. En vertu du principe de causalité, les usagers des aérodromes supportent les coûts inhérents à la mise en œuvre de mesures de protection contre le bruit. Dans le cas du bruit des aérodromes militaires, c'est l'Etat qui prend en charge ces coûts, de même que lorsqu'il s'agit de bruit transfrontière.

### 6.2.3 Comparaison avec les propositions de la commission

A des fins de comparaison, la commission a mis en parallèle l'exposition au bruit au voisinage de l'aérodrome de Dübendorf calculée selon les modèles allemand et hollandais et les résultats de sa propre proposition.

Il ne s'agit pas là d'une simple comparaison de chiffres, puisque chacun des

calculs de ce type fournit un résultat sous forme de courbes isophones, autrement dit, d'une représentation "topographique du bruit" dont la forme change suivant la grandeur choisie pour mesurer d'exposition. Dès lors, il ne pourra s'agir que de présenter une comparaison approximative pour chacune des valeurs limites. Ainsi, lorsque, conformément à la loi allemande sur le bruit des avions, les limites des zones 1 et 2 se situent à  $\bar{Q} = 75\text{dB(A)}$  et  $\bar{Q} = 67\text{dB(A)}$ , il faut déterminer les niveaux d'évaluation résultant de la proposition de la commission qui s'approchent le plus des courbes  $\bar{Q}$ . La comparaison inverse a été également faite: pour les VLI et les VA qui découlent de la proposition suisse, les courbes  $\bar{Q}$  qui donnent la meilleure approximation ont été calculées. Signalons que localement des écarts sensibles sont possibles.

La comparaison donne les résultats suivants:

#### République fédérale d'Allemagne

$\bar{Q} = 67\text{ dB(A)}$  (début de la zone de protection 2) correspond à environ  $L_r = 69$  à  $70\text{ dB(A)}$ ,  
c.-à-d. 4 à 5 dB(A) au-dessus de la VLI

$\bar{Q} = 75\text{ dB(A)}$  (début de la zone de protection 1) correspond à environ  $L_r = 75\text{ dB(A)}$  à  $77\text{ dB(A)}$ ,  
c.-à-d. 5 à 7 dB au-dessus de la VA

La VLI ( $L_r = 65\text{ dB(A)}$ ) correspond à environ  $\bar{Q} = 61\text{ dB(A)}$  à  $62\text{ dB(A)}$

La VA ( $L_r = 70\text{ dB(A)}$ ) correspond à environ  $\bar{Q} = 67\text{ dB(A)}$  à  $68\text{ dB(A)}$ ,  
c.-à-d. début de la zone de protection 2

#### Pays-Bas

$B = 35\text{ Ke}$  correspond environ à  $L_r = 57$  à  $59\text{ dB(A)}$ , c.-à-d. 2 à 3 dB au-dessous de la VP

$B = 40\text{ Ke}$  correspond environ à  $L_r = 62\text{ dB(A)}$ , c.-à-d. 2 dB au-dessus de la VLI

La VP ( $L_r = 60\text{ dB(A)}$ ) correspond environ à  $B = 37$  à  $38\text{ Ke}$  (zones nécessitant des mesures de protection à partir de 35 Ke)

La VLI ( $L_r = 65\text{ dB(A)}$ ) correspond à  $B = 45\text{ Ke}$  (interdiction de construire à partir de 40 Ke)

Ce résultat montre que la proposition suisse apprécie le cas de Dübendorf de manière plus sévère que la législation allemande, mais moins sévèrement que la réglementation hollandaise.

Dans ce genre de comparaison, il ne faut pas oublier que le résultat n'a de valeur que pour les conditions spécifiques de Dübendorf. Celles-ci se caracté-

risent par une exploitation concentrée sur quelques heures par jour. De même, le nombre de mouvements devrait être sensiblement moindre que sur une base de l'OTAN. D'autre part, les maisons d'habitation sont extrêmement proches de l'aérodrome, ce qui donne lieu à des niveaux de pointe élevés mais de brève durée. Or, l'unité allemande a ceci de particulier qu'elle donne plus de poids à la durée de l'impact et au nombre de mouvements qu'au niveau du bruit; par conséquent, la proximité de la piste est prise en compte avec un coefficient plus faible que dans le Leq (CH). Il s'ensuit qu'un  $\bar{Q}$  de 67 dB(A) à Dübendorf n'a pas la même signification qu'un  $\bar{Q}$  de même valeur mesuré sur un aérodrome de l'OTAN en RFA.

Les relations sont inversées avec l'unité en vigueur aux Pays-Bas. Une augmentation de 3 dB du niveau de pointe augmente la valeur B de 4 unités. En revanche, la durée de l'impact ne joue aucun rôle pour cette grandeur analogue au NNI. Par conséquent, elle aboutit à des valeurs inhabituellement élevées dans le cas de Dübendorf.

## 7 Répercussions de la fixation des valeurs limites

Les conséquences de l'application des valeurs limites d'exposition proposées par la commission sur les assainissements, l'étendue et le coût de l'isolation acoustique, ainsi que sur la construction en général qui seront décrites ci-après se basent sur des données d'exploitation spécifiques aux différents aérodromes en 1987. Sont pris en considération le nombre de mouvements, les types d'avions actuellement utilisés (Hunter, Mirage, Tiger), leurs itinéraires d'atterrissage et de décollage ainsi que les profils de montée correspondants.

### 7.1 Assainissements

Les installations fixes existantes doivent être assainies lorsqu'il a été établi qu'elles provoquent un dépassement de la VLI. Dans le cas des aérodromes militaires, les possibilités sont cependant très limitées. Quant aux écrans antibruit, ils sont sans effet, à quelques rares exceptions près, puisque le bruit vient d'en haut. Une réduction du bruit à la source ne peut pas non plus être attendue car même si leur silhouette s'affine, les avions de combat modernes ont une puissance de plus en plus élevée, ce qui exclut une réduction

de bruit telle que le permettraient les technologies appliquées aux avions civils. Les possibilités permettant de réduire l'exploitation sont pratiquement épuisées aujourd'hui et les itinéraires de vol ainsi que les procédures de décollage ont été largement optimisés. Il a été envisagé de diminuer le nombre des avions, mais le nombre des mouvements ne baissera pas en proportion. Du fait des exigences toujours plus élevées imposées aux pilotes et de la nature de l'engagement demandé à l'armée de l'air, le nombre des vols d'entraînement ne saurait descendre au-dessous d'un certain seuil, malgré l'emploi accru des simulateurs de vol.

## 7.2 Étendue et coût des mesures d'isolation acoustique

Lorsqu'il est exclu d'entreprendre des assainissements, l'ultime possibilité est l'isolation acoustique des bâtiments. La LPE exige la mise en œuvre de telles mesures partout où les valeurs d'alarme sont dépassées. L'estimation faite ci-après de l'étendue et du coût de ces mesures repose sur l'analyse des aéroports de Dübendorf, Emmen, Payerne, Sion et Ambri, ainsi que sur une extrapolation pour les autres aéroports. Les chiffres concernant la répartition de la population, le nombre de logements et de fenêtres par type de logement et le coût des fenêtres insonorisantes permettent d'évaluer le cadre financier approximatif. Le coût dépend de la correction d'exploitation  $K_0$  et de la correction  $K_1$  resp.  $K_2$ , liée aux mouvements des avions. Le paramètre  $K_0$  prend la même valeur pour tous les aéroports. En revanche,  $K_1$  et  $K_2$  sont des caractéristiques propres à chacun de ceux-ci. Un changement de  $K_0$  modifie le niveau d'évaluation dans la même mesure pour tous les aéroports. Ceci a également une incidence directe sur le coût des mesures d'isolation acoustique. La figure 5 montre la relation qu'il y a entre la correction d'exploitation  $K_0$  et le coût de ces mesures.

Des études antérieures<sup>12</sup> et une enquête effectuée spécialement<sup>13</sup> ont servi de base pour évaluer les coûts de l'isolation acoustique.

---

12. P. Winkelmann, Évaluation du nombre de personnes et de zones à bâtir se trouvant à proximité des aéroports pour l'aviation légère. Nov 1981  
Editeur: Office fédéral de l'aviation civile

13. Ernst Winkler & Partner AG, Grundlagenbeschaffung für die Bewertung der Lärmbelastung aus dem Flugbetrieb Militärflugplatz Dübendorf, 1987  
Travail effectué à la demande de l'Office fédéral des aéroports militaires.

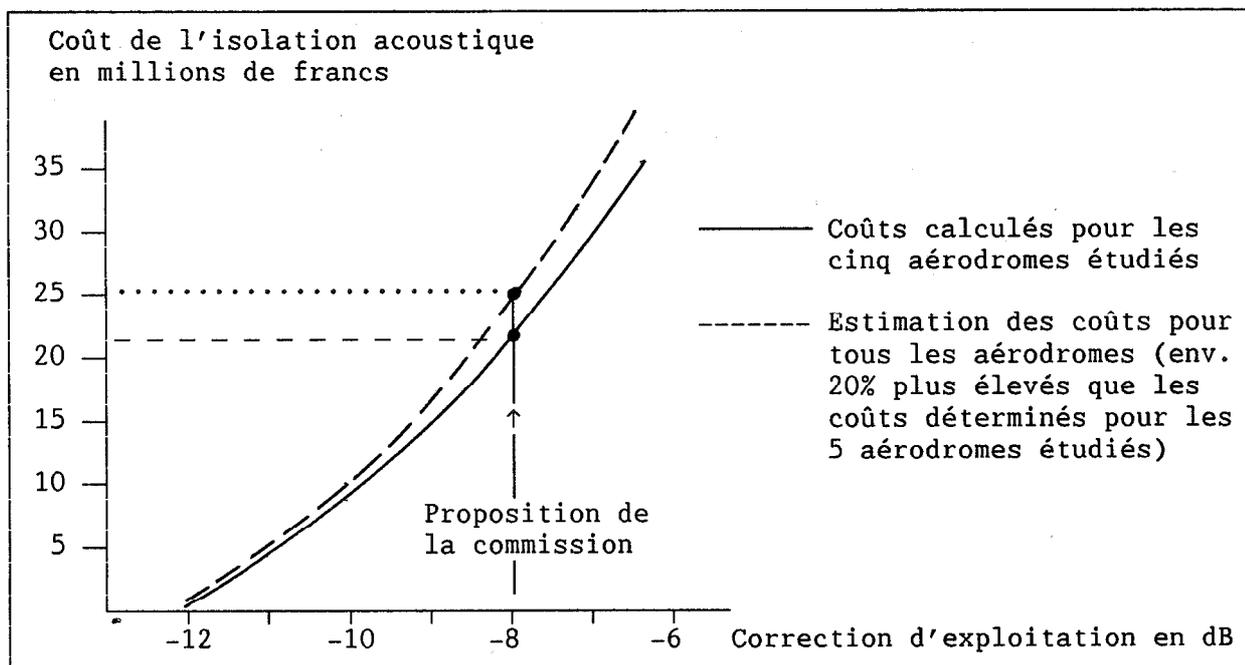


Figure 5:

Coût des mesures d'isolation acoustique en fonction de la correction d'exploitation  $K_o$  pour les aéroports militaires de Dübendorf, Emmen, Payerne, Sion et Ambri (ligne continue), ainsi que pour l'ensemble des aéroports militaires. La commission propose une correction d'exploitation  $K_o = -8$  dB.

### 7.3 Répercussions sur l'aménagement du territoire et le bâtiment

#### 7.3.1 Généralités

Comme on l'a déjà vu au chapitre 2.1, les dépassements des valeurs limites d'exposition n'entraînent pas uniquement des limitations des émissions ou la mise en œuvre de mesures d'isolation acoustique, mais encore des restrictions sensibles dans la délimitation et l'équipement des zones à bâtir et dans l'autorisation de construire des nouveaux bâtiments comprenant des locaux à usage sensible au bruit (voir chiffres 2.1.4 et 2.1.5). Procéder à une évaluation des conséquences qui découlent de cela pour l'ensemble des aéroports militaires aurait donné lieu à un volume de travail excessif. Or, il ne fait aucun doute que c'est dans la région de l'aéroport de Dübendorf que les effets sont les plus grands: de tous les aéroports militaires, cette place est celle où la densité d'habitation est la plus forte et le trafic aérien militaire est le

plus intense.

Nulle part ailleurs, on ne saurait attendre des conséquences plus importantes. C'est la raison pour laquelle les effets de l'application des propositions faites ont été évalués, à titre d'exemple pour la région de Dübendorf (voir chapitre 7.3.2).

A priori, la situation est moins critique pour les aérodromes moins fréquentés. La méthode d'évaluation proposée permet, pour ceux-ci, de construire plus près des pistes. Ce fait n'est pas nouveau: il a été déjà observé dans le cas des aérodromes régionaux et des champs d'aviation dont le bruit est aussi déterminé à partir du niveau moyen. Il s'ensuit qu'à proximité d'un aérodrome peu fréquenté, le niveau des pointes de bruit à subir est plus élevé.

Plusieurs aérodromes militaires sont relativement peu utilisés c.-à-d. de (500 à 1'000 mouvements par année, répartis sur deux à trois semaines; comparative-ment, la place de Dübendorf est exploitée pendant 50 semaines et voit quelque 30'000 mouvements d'avions). Ce sont en particulier des aérodromes de guerre situés au fond des vallées de montagne. Les zones à bâtir situées dans des communes de montagne riveraines de ces aérodromes sont généralement très limitées dans leurs possibilités de développement (relief, cours d'eau, voies de communication, couloirs d'avalanches, ainsi que l'emplacement de la piste d'atterrissage et de la zone libre de constructions). C'est précisément dans ce contexte qu'il était à craindre que l'exposition au bruit des avions restreigne encore davantage, voire interdise toute possibilité de développement.

Les calculs de l'exposition au bruit effectués pour deux de ces aérodromes (Ulrichen, VS et Ambri, TI) montrent pourtant que ces craintes ne sont pas fondées. Dans de tels cas, le petit nombre annuel de mouvements fait que les zones délimitées par les courbes des valeurs limites d'immissions et des valeurs de planification sont très proches de l'installation. Il est pourtant vrai que si le nombre annuel des mouvements augmente, la zone exposée à des bruits dépassant la valeur de planification peut très vite s'agrandir, même pour des petits aérodromes. Il n'est donc pas possible d'exclure que cela donne lieu à certaines restrictions de construction. Néanmoins, la commission est d'avis que ces cas particuliers ne justifient pas l'élaboration d'un rè-

glement spécial visant à assouplir la procédure de calcul dans la mesure où celle-ci s'appliquerait aux aérodromes militaires peu fréquentés. Vu le niveau de pointes du bruit qui pourraient se produire dans ce genre de situation, un tel assouplissement ne serait guère justifiable.

Dans des cas extrêmes, la situation juridique actuelle permet tout au plus des exceptions dans le cadre des articles 29 à 31 de l'OPB. Une réglementation générale à l'échelle du pays, dans le but d'assouplir les restrictions de construction dues à la protection contre le bruit uniquement au voisinage des aérodromes militaires ne pourrait pourtant pas se baser sur l'art. 5 de la LPE. Selon celui-ci, le Conseil fédéral règle par voie d'ordonnance les exceptions aux dispositions prévues par la LPE si les intérêts de la défense nationale l'exigent. Mais il faut bien convenir que la construction de maisons d'habitation dans des zones exposées au bruit ne sert manifestement pas les intérêts de défense nationale.

### 7.3.2 Répercussions sur le bâtiment dans la région de Dübendorf

Dans la proposition de la commission, les valeurs limites d'immissions et de planification sont identiques pour les degrés de sensibilité II et III. Cela étant, il n'était pas nécessaire de connaître l'attribution concrète des degrés de sensibilité aux zones d'affectation réservées à la construction de maisons d'habitation pour en évaluer les conséquences sur l'activité dans le bâtiment. Il suffit de savoir quelles zones d'affectation sont exposées à quelles immissions de bruit.

Les évaluations faites sont basées sur les plans d'affectation actuellement en vigueur dans les communes de la région (Dübendorf, Wallisellen, Dietlikon, Wangen-Brüttisellen, Volketswil, Illnau-Effretikon (Unterillnau, Bisikon), Uster (Nänikon, Werrikon), Greifensee, Schwerzenbach). La figure 6 met en évidence l'étendue des terrains à bâtir exposés au bruit dans les zones d'habitation. Elle indique les surfaces pour lesquelles l'exposition est supérieure à la valeur limite d'immission resp. à la valeur de planification.

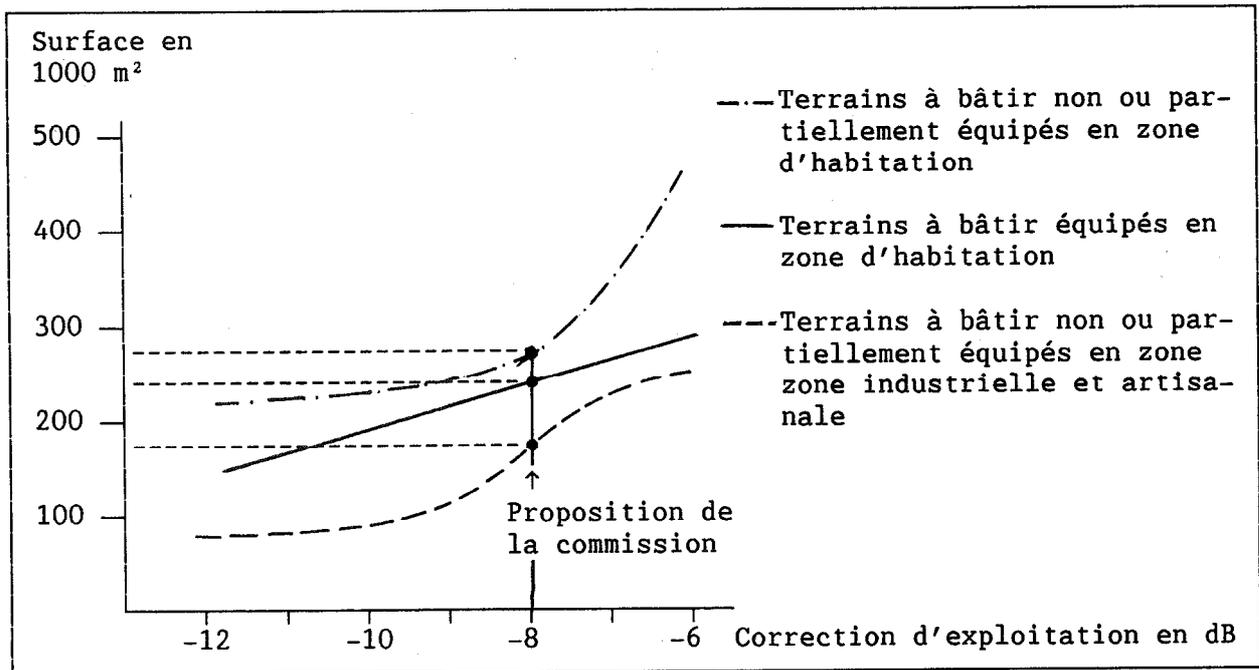


Figure 6:

Surface des terrains à bâtir entièrement respectivement partiellement ou non équipés à Dübendorf, situés dans des zones d'habitation et exposés à des bruits dépassant la valeur limite d'immission resp. la valeur de planification correspondant au degré de sensibilité II, ainsi que la surface des terrains à bâtir non ou partiellement équipés dans les zones industrielles et artisanales (y compris zones réservées aux bâtiments publics), pour lesquels la valeur de planification correspondant au degré de sensibilité IV est dépassée, en fonction de la correction d'exploitation  $K_0$ . La correction de niveau dépendant du nombre de mouvements  $K_1$  a été prise en considération avec 3 dB. [Pour  $K_0 = -8$  dB, la surface de terrains à bâtir équipés, situés dans les zones industrielles et artisanales, et pour lesquels la valeur limite d'immission correspondant au DS IV est dépassée, est inférieure à 50'000 m²].

Dans les zones à bâtir équipées, des permis de construire ne peuvent être délivrés que lorsque les valeurs limites d'immissions sont respectées. Des zones à bâtir ne peuvent être équipées que si les valeurs de planification peuvent être respectées. Lors du calcul des surfaces touchées, les terrains à bâtir partiellement équipés ont été assimilés aux terrains non équipés.

La surface totale des terrains à bâtir exposés au bruit dans les zones industrielles et artisanales (y compris les zones réservées aux installations et aux bâtiments publics) n'est pas aussi étendue que celle des terrains affectées à l'habitat. Pour parvenir, dans ce dernier cas, à évaluer quantitativement les effets, les terrains ont été considérés comme ayant un degré de sensibilité IV. Si les valeurs limites d'exposition sont fixées selon la proposition de la commission, la surface totale de la zone industrielle et artisanale pour laquelle l'exposition au bruit est critique est inférieure à 50'000 m².

