



COMMISSION FÉDÉRALE POUR
L'ÉVALUATION DES VALEURS
LIMITES D'IMMISSIONS POUR LE BRUIT

3e rapport

VALEURS LIMITES D'EXPOSITION AU BRUIT DE L'AVIATION LÉGÈRE

Octobre 1981

Table des matières

	Page
1 INTRODUCTION	1
11 Mandat confié à la commission	1
12 Situation initiale	2
13 Exécution du mandat	5
14 Membres de la commission	6
2 BRUIT DE L'AVIATION LEGERE, UN PROBLEME DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	9
3 STRATEGIE DE LUTTE CONTRE LE BRUIT	15
31 Stratégie générale	15
32 Importance de la stratégie de lutte contre le bruit dans l'aviation légère	17
4 PHENOMENES ACOUSTIQUES	20
41 Notions de base	20
42 Grandeurs de mesure et indices d'exposition au bruit	23
5 LES EFFETS DU BRUIT DE L'AVIATION LEGERE	26
6 VALEURS LIMITES D'EXPOSITION AU BRUIT	36
61 Catégories de valeurs limites et fonctions	36
62 Exigences pour les aéroports et leurs environs	40
63 Différenciation des valeurs limites d'exposition au bruit	43
64 Tableau des valeurs limites	48
65 Réglementation des vols après 20.00 h	48
66 Autres recommandations	50
7 LES CONSEQUENCES DE LA MISE EN PRATIQUE DES VALEURS LIMITES D'EXPOSITION AU BRUIT	51
71 Comparaison avec les valeurs limites de 1963	51
72 Exposition au bruit dépassant les valeurs limites d'immissions	52
8 ASPECTS JURIDIQUES	56
81 Situation juridique actuelle	56
82 Compléments prévus du droit	63

1 INTRODUCTION

11 Mandat confié à la commission

Dans la future législation fédérale sur la protection de l'environnement, fondée sur l'article 24^{septies} de la constitution fédérale, une grande importance revient à la lutte contre le bruit. Il s'agit non seulement de réduire le bruit à la source, mais encore de déterminer un certain nombre de valeurs limites d'exposition au bruit. De telles valeurs contribueront en outre à la mise en application des principes régissant l'aménagement du territoire, ainsi qu'ils sont définis à l'article 3, 3^e alinéa, lettre b, de ladite loi.

Afin de pouvoir ancrer dans le droit des valeurs limites d'exposition au bruit, il était devenu temps de réexaminer d'un oeil critique - pour tout type de bruit - les données existantes. Il s'agissait de combler en même temps certaines lacunes.

Le Département fédéral de l'intérieur a donc institué en 1975 une "Commission d'experts pour l'évaluation des valeurs limites d'immissions pour le bruit", à laquelle il confia la tâche de réviser les anciennes bases, de les adapter aux plus récentes connaissances techniques et scientifiques et, si nécessaire, de les compléter par des études bien définies.

La commission a déjà publié deux rapports: le premier (1979) contient des propositions de valeurs limites d'exposition au bruit du trafic routier; le deuxième rapport (1980) est consacré au bruit provoqué par les installations civiles de tir. Quant au présent rapport, il traite du bruit de l'aviation légère. Les valeurs limites proposées servent à évaluer l'exposition au bruit des avions dans le voisinage d'aérodromes régionaux¹⁾ au bénéfice d'une concession ou d'une autorisa-

¹⁾ Voir la note au bas de la page 11.

tion, ainsi que dans les environs de champs d'aviation. Quant à l'évaluation du bruit à proximité d'un champ d'aviation pour hélicoptères, il existe déjà des directives¹⁾ spéciales.

12 Situation initiale

On connaît depuis assez longtemps les problèmes et les dispositions générales de lutte contre le bruit des avions: en 1963 déjà, une commission fédérale d'experts s'était exprimée de manière approfondie sur ces questions²⁾.

Afin que l'on dispose de meilleurs critères pour évaluer le bruit, cette commission avait entre autres demandé qu'il soit procédé systématiquement à des études sur les répercussions du bruit provoqué par les avions. Le développement des avions à réaction au début des années soixante actualisa subitement le problème du bruit des avions dans le périmètre des aéroports nationaux de Zurich, Genève et Bâle. C'est pourquoi les premières études faites en 1971 et 1972 ont-elles été réalisées dans les zones des aéroports cités³⁾.

La loi fédérale sur la navigation aérienne contient des dispositions permettant au Conseil fédéral de prescrire par voie d'ordonnance que tout bâtiment situé dans un rayon déterminé autour d'aérodromes au bénéfice d'une concession (aéroports)

-
- 1) Directives pour mesurer et évaluer le bruit dans le voisinage des champs d'aviation pour hélicoptères (2 avril 1979), Office fédéral de la protection de l'environnement, Office fédéral de l'aviation civile et le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux (LFEM).
 - 2) "La lutte contre le bruit en Suisse". Rapport de la Commission fédérale d'experts au Conseil fédéral, Berne (1963), (rapport épuisé).
 - 3) Enquêtes socio-psychologiques sur le bruit des avions dans le périmètre des trois aéroports suisses de Zurich, Genève et Bâle (mai 1974). Peuvent être commandées auprès de l'Office fédéral de l'aviation civile, Berne.

ne peut être utilisé ou élevé que si son genre de construction et sa destination sont compatibles avec les inconvénients causés par le bruit des avions. Les résultats obtenus lors des études effectuées ont permis de concrétiser en 1974 les dispositions citées dans divers textes du droit aérien (ordonnance sur la navigation aérienne, ordonnance concernant les zones de bruit); nous renvoyons à ce sujet également au chapitre 8. Se fondant sur ces dispositions légales, le canton de Genève et celui de Zurich, exploitants des deux aéroports, ont établi les plans des zones de bruit, qui ont été mis à l'enquête publique dans les communes concernées.

Cependant les constatations établies à la suite des enquêtes effectuées dans le périmètre des aéroports ne s'appliquent pas forcément à tous les aérodromes. Sur plusieurs d'entre eux, l'exposition au bruit provient avant tout d'avions dont le poids maximal admissible au décollage est inférieur à 5700 kg. Ces avions, qui sont en général des avions à hélices, se différencient énormément des avions à réaction, que ce soit par leur fonctionnement ou au niveau de la technique ou encore de l'acoustique. Il n'est de ce fait pas possible d'appliquer aux aérodromes destinés à l'aviation légère l'indice d'exposition au bruit (NNI) valable pour les aéroports nationaux.

Ne disposant d'aucune étude particulière sur ce sujet, on a jusqu'ici souvent utilisé, pour évaluer le bruit provoqué par l'aviation légère, les valeurs limites recommandées dans le rapport de 1963 sur "la lutte contre le bruit en Suisse". L'expérience a néanmoins démontré qu'elles ne convenaient en général pas pour l'évaluation du bruit des avions (voir également chiffre 42). Il était donc devenu urgent que l'on dispose de critères appropriés, concrétisés par de nouvelles valeurs limites d'exposition au bruit pour l'aviation légère.

Aussi bien le droit aérien que celui de la future loi sur la

protection de l'environnement admettent l'introduction de telles valeurs limites:

- L'obligation d'établir des zones de bruit s'applique, selon l'article 56 de l'ordonnance sur la navigation aérienne, non seulement aux aéroports nationaux, mais aussi aux aérodromes régionaux au bénéfice d'une concession, c'est-à-dire Berne-Belp, Birrfeld¹⁾, Granges, La Chaux-de-Fonds-Les Eplatures, Lausanne-La Blécherette, Samedan et Sion. Pour chacun d'eux, les plans de zones auraient dû être mis à l'enquête publique avant le 31 décembre 1980. En l'absence de prescriptions d'exécution, le Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie a prolongé le délai jusqu'à fin 1983, usant du droit que lui accorde l'article 68, 3e alinéa de l'ordonnance sur la navigation aérienne.
- C'est également dans la future loi fédérale sur la protection de l'environnement²⁾ que les valeurs limites d'exposition au bruit acquerront une grande importance. D'après le projet de loi du 31 octobre 1979, il s'agira d'évaluer - au moyen de ces valeurs limites - d'une part, l'impact que de nouveaux aérodromes auront sur l'environnement, d'autre part, la nécessité, pour les aérodromes existants, de prendre des mesures de lutte contre le bruit, qu'elles soient d'ordre technique, qu'elles concernent l'exploitation ou l'aménagement local des sites.

Ainsi, le présent rapport ne sera pas important uniquement pour l'élaboration d'une ordonnance sur les zones de bruit d'aérodromes régionaux au bénéfice d'une concession, mais aussi pour porter un jugement concernant les demandes pour

1) la concession d'exploitation n'est pas encore en vigueur.

2) message relatif à une loi fédérale sur la protection de l'environnement (31.10.1979).

la construction ou l'agrandissement d'aérodromes régionaux au bénéfice d'une concession ou d'une autorisation ou de champs d'aviation, pour contrôler l'exploitation sur des aérodromes existants, également pour examiner des plans locaux d'aménagement du territoire dans le périmètre des aérodromes.

13 Exécution du mandat

Puisque les résultats des enquêtes concernant le bruit provoqué par la navigation aérienne dans le périmètre des aéroports nationaux n'ont pu être appliqués aux autres aérodromes, il a fallu entreprendre une étude axée spécialement sur l'aviation légère. Celle-ci a été faite en 1979 et 1980 sur six aérodromes sélectionnés à cet effet. Les résultats sont décrits dans des rapports détaillés¹⁾. Lors du choix des aérodromes, on a veillé à représenter les différentes régions de notre pays, les structures d'habitation (les villes et les villages) ainsi que les types d'aérodromes avec beaucoup ou peu de trafic.

D'autre part, l'Office fédéral de l'aviation civile a fait effectuer une étude pour évaluer le nombre de personnes et de zones à bâtir soumises au bruit se trouvant dans le pé-

1)

- Institut für praxisorientierte Sozialforschung, Zürich, en collaboration avec le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux, Dübendorf;
La gêne due au bruit de l'aviation légère (Offices fédéraux de la protection de l'environnement et de l'aviation civile, juin 1980, Berne)
- Précisions concernant le rapport (juin 1981); publication uniquement en allemand
- Analyse supplémentaire (décembre 1980); pas publiée.

rimètre des aérodromes réservés à l'aviation légère¹⁾. Cette étude a de plus servi à estimer les coûts de l'assainissement requis par la loi lorsque le bruit provoqué par l'aviation légère est intolérable.

Ces études scientifiques ont bénéficié du soutien d'un groupe de travail ad-hoc appartenant à la commission. En outre, la commission avait chargé ce groupe de travail intitulé "aviation légère" d'élaborer quelques propositions de valeurs limites d'exposition au bruit. La commission a étudié ces propositions; elle en recommande l'introduction et l'application.

14 Membres de la commission

La commission d'experts se compose des personnes suivantes:

Président: - B. Böhlen, PD, dr ès sc. techn., directeur suppléant de l'Office fédéral de la protection de l'environnement, Berne

Membres: - Madame Suzanne Casetti, avocate, Société suisse pour la protection du milieu vital, Zurich (dès septembre 1981)

- Prof. dr méd. E. Grandjean, directeur de l'Institut d'hygiène et de physiologie du travail de l'EPF, Zurich

- R. Hofmann, dr phys., division acoustique et lutte contre le bruit, LFEM, Dübendorf (dès septembre 1981)

- Prof. A. Lauber, ing. dipl., chef de la Division acoustique et lutte contre le bruit, LFEM, Dübendorf

¹⁾ P. Winkelmann, évaluation du nombre de personnes et de zones à bâtir soumises au bruit se trouvant à proximité des aérodromes pour l'aviation légère (1981).

- R. Müller, dr phil., sociologue, Lausanne
- R. Probst, dr méd., spécialiste ORL auprès du groupe de la médecine du travail de la CNA, Lucerne
- Prof. dr E.J. Rathe, ingénieur-conseil, Russikon
- O. Schenker-Sprüngli, dr en droit, administrateur de la Ligue suisse contre le bruit, Küsnacht
- R. Stüdeli, dr en droit, directeur de l'Association suisse pour l'aménagement du territoire, Berne
- G. Verdan, dr ès sc. nat., chef de la Division de lutte contre le bruit, Office fédéral de la protection de l'environnement, Berne
- H.-U. Wanner, prof. dr, Institut d'hygiène et de physiologie du travail, EPF, Zurich

Experts permanents:

- R. Hofmann, dr phys., Division acoustique et lutte contre le bruit du LFEM, Dübendorf (jusqu'à fin août 1981)
- G. Iselin, avocat, Office fédéral de la protection de l'environnement, Berne
- H.-U. Wanner, prof. dr, Institut d'hygiène et de physiologie du travail de l'EPF, Zurich (jusqu'à fin août 1981)

Secrétariat: - R. Clerc, ing., Division de la lutte contre le bruit, Office fédéral de la protection de l'environnement, Berne

Le groupe de travail "aviation légère" se composait des personnes suivantes:

- G. Verdan, dr ès sc. nat., chef de la Division de lutte contre le bruit, Office fédéral de la protection de l'environnement, Berne

- R. Clerc, expert technique, Office fédéral de la protection de l'environnement, Berne
- J.R. Hediger, fonctionnaire scientifique, Division acoustique et lutte contre le bruit, LFEM, Dübendorf
- R. Hofmann, dr phys., adjoint scientifique, Division acoustique et lutte contre le bruit, LFEM, Dübendorf
- M. Neuenschwander, sous-directeur, Office fédéral de l'aviation civile, Berne
- J. Roulin, chef de la section technique, Office fédéral de la protection de l'environnement, Berne
- A. Weber, fonctionnaire technique, Office fédéral de l'aviation civile, Berne
- S. Wenger, adjoint, Office fédéral de l'aviation civile, Berne.

2 BRUIT DE L'AVIATION LEGERE, UN PROBLEME DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

"Aviation légère" est un terme général pour un genre de trafic aérien qui ne fait ni partie du trafic commercial avec les avions à grande capacité, ni de l'aviation militaire. Cette notion recouvre notamment les vols de travail, les vols-taxi, les vols de plaisance, d'affaires, privés, d'école et de sport¹⁾.

Bien que partout où passent des avions il se produise du bruit, le bruit provoqué par les avions à proximité des aéro-dromes est le plus intense, d'une part parce que les avions sont proches du sol, d'autre part parce que les mouvements d'avions se concentrent sur des routes de vol déterminées.

Dans le monde entier, l'aviation légère est en constante augmentation. En Suisse, depuis 1970 cet accroissement n'est plus aussi intense: le nombre des mouvements²⁾ a augmenté dans les dix dernières années en moyenne de 1 % par année, celui des heures de vol de près de 4 % (voir figure 1).

Grâce aux progrès techniques réalisés dans la lutte contre le bruit à la source, l'augmentation du bruit, conséquence de cette évolution, a toutefois pu être modérée. Les prescriptions d'admission (valeurs limites d'émission) introduites en 1971, renforcées en 1978, ont contribué à renverser la tendance à fabriquer des avions plus bruyants; les progrès restent néanmoins inférieurs à ceux des avions à réaction.

1) Le présent rapport ne s'étend pas aux vols d'hélicoptères, car l'exposition au bruit des hélicoptères est évaluée différemment de celle des avions.

2) Chaque envol et chaque atterrissage sont considérés comme un mouvement d'avion: un vol produit donc deux mouvements qui peuvent avoir lieu sur un seul ou sur deux aéro-dromes.

En outre, les progrès techniques ne peuvent se répercuter rapidement, car la durée de vie moyenne d'un petit avion variant entre 10 et 20 ans est relativement élevée. Remplacer des anciens avions bruyants par de nouveaux modèles moins bruyants est un processus de longue haleine. Le problème du bruit provoqué par l'aviation légère a plutôt augmenté ces dernières années, bien que les avions eux-mêmes soient moins bruyants.

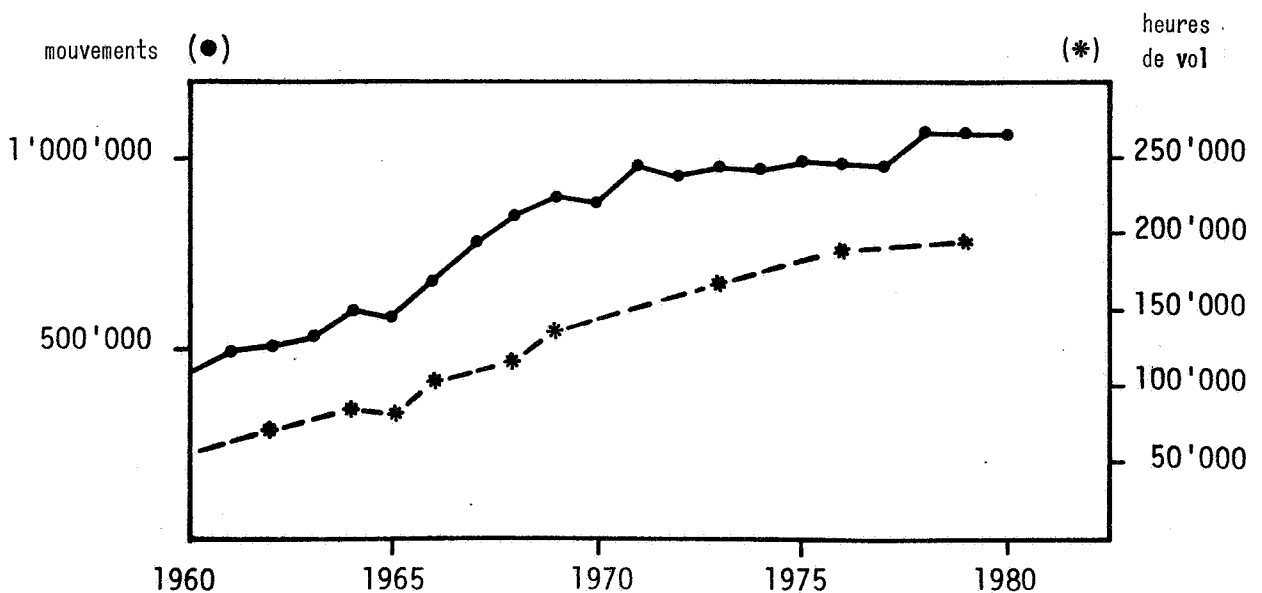


Figure 1: L'évolution de l'aviation légère en Suisse de 1960 à 1980

En Suisse, nous avons actuellement trois aéroports nationaux (Bâle-Mulhouse se situant toutefois sur sol français), sept

aérodromes régionaux exploités en vertu d'une concession¹⁾ (aéroports), 21 aérodromes régionaux au bénéfice d'une autorisation d'exploitation¹⁾ (champs d'aviation) et 43 autres champs d'aviation, dont 9 aérodromes militaires partiellement accessibles à l'aviation civile, 14 champs d'aviation pour hélicoptères, 5 champs d'aviation pour le trafic hivernal et un hydroaérodrome (voir figure 2).

¹⁾ L'expression "aérodrome régional" est utilisée dans l'arrêté fédéral du 22 juin 1945 concernant le développement des aérodromes civils. Cette expression correspond aujourd'hui au terme "aéroport régional", tel qu'il est utilisé depuis 1979 dans l'ordonnance sur la navigation aérienne. Cette législation fait la différence entre aéroports (= aérodrome exploité en vertu d'une concession) et champs d'aviation (= aérodrome au bénéfice d'une autorisation de police); voir à cet effet également le chiffre 81. Dans l'optique de l'Office fédéral de l'aviation civile, il y aura à l'avenir quatre catégories d'aérodromes: les aéroports nationaux, les aérodromes régionaux au bénéfice d'une concession, les aérodromes régionaux au bénéfice d'une autorisation et les champs d'aviation. L'Office fédéral de l'aviation civile a déclaré provisoirement aérodrome régional chaque aérodrome pour l'aviation légère qui est d'intérêt public pour l'instruction du personnel navigant ou qui répond aux besoins du trafic régional. Souvent, ils constituent aussi un centre pour l'aviation sportive et de tourisme.

Pour classer un champ d'aviation comme aérodrome régional au bénéfice d'une autorisation, l'Office fédéral de l'aviation civile applique les critères provisoires minimaux suivants:

instruction aéronautique préparatoire (IAP) durant au moins 5 ans ou plus de 8'000 mouvements consacrés à des vols d'école ou encore au moins 3'000 vols de remorquage de planeurs, ceci pour l'année de référence 1977.

LES AERODROMES CIVILS EN SUISSE

(situation en novembre 1981)

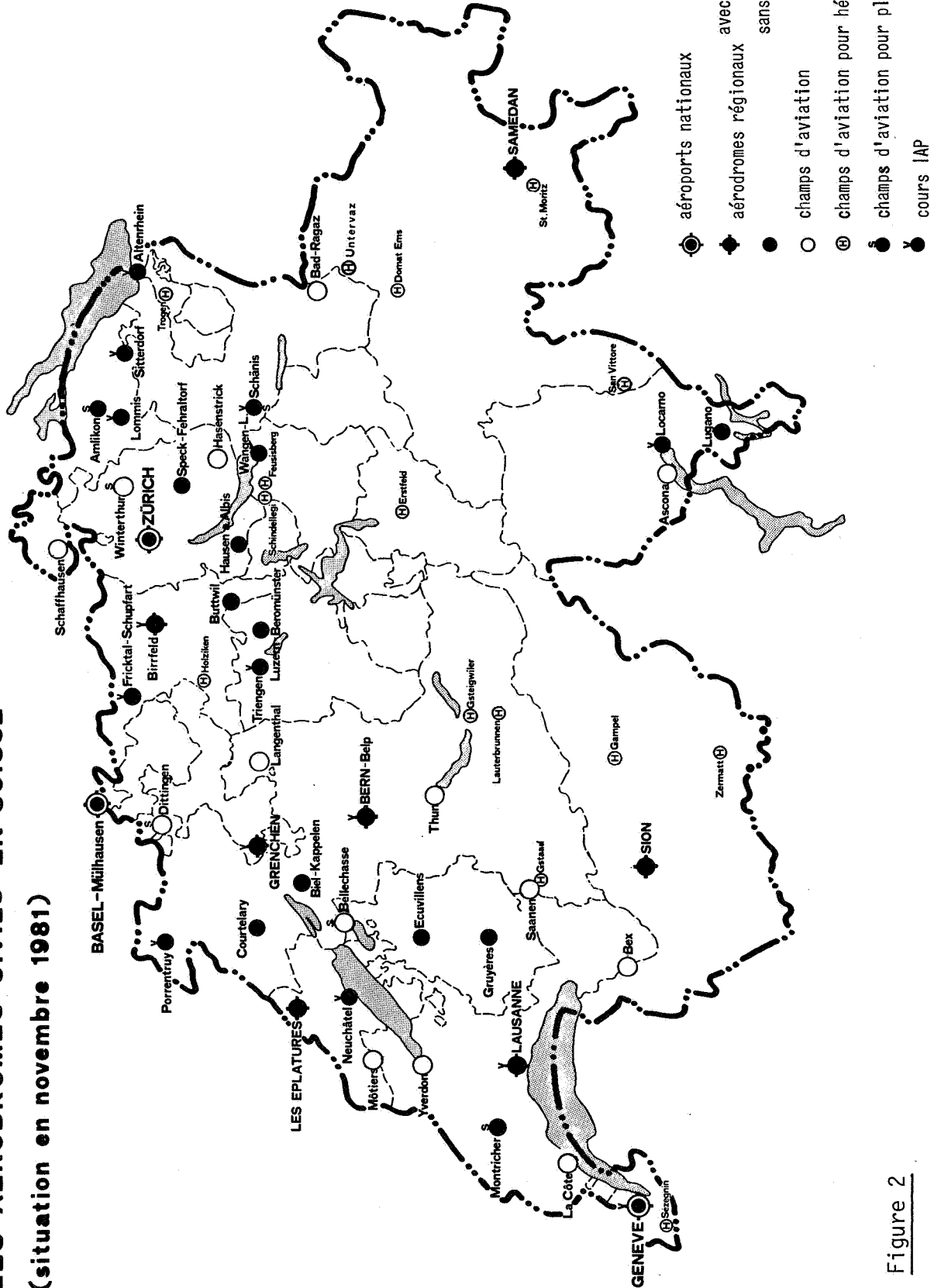


Figure 2

En 1979, il a été enregistré pour toute la Suisse un million de mouvements d'aéronefs, dont plus de la moitié se répartissent sur les dix aérodromes suivants: Birrfeld, Berne-Belp, Granges, Buttwil, Locarno, Sion, Altenrhein, Triengen, Speck-Fehraltorf et Lausanne. Un quart de tous les mouvements se répartit entre les trois premières places citées.

Les aérodromes se différencient non seulement par l'intensité du trafic, mais aussi par la nature des vols. Montricher, Schänis et Amlikon par exemple sont typiquement des places d'aviation pour planeurs (aucun vol d'avions à moteur, à l'exception des avions de remorquage et des motoplaneurs). Quant à l'aérodrome de Hausen am Albis, base de l'Ecole suisse d'aviation de transport, il peut être considéré comme aérodrome d'école. Des avions bimoteurs moyens et lourds, voire des avions à réaction, atterrissent, régulièrement à Berne, Lugano ou Samedan, qui comptent également un modeste trafic de ligne. Sur plusieurs aérodromes, divers types de vol se côtoient: par exemple les vols d'école, les remorquages de planeurs, les vols de voyage etc. Chacun de ces types de vol a ses particularités propres et ses problèmes de bruit. Ainsi, les circuits d'aérodrome destinés à l'apprentissage de la technique de décollage et d'atterrissage peuvent créer des inconvénients importants, car ils provoquent dans de courts intervalles des bruits qui se répètent souvent. Les avions de remorquage pour les planeurs présentent une caractéristique semblable; dans certains cas, il en va de même pour les vols destinés à larguer des parachutistes.

L'aviation légère est en grande partie tributaire de bonnes conditions atmosphériques. Comme, chez nous, le temps est généralement défavorable dans la première partie de l'hiver (nappes de brouillard ou couche nuageuse basse, mauvaise visibilité, danger de verglas), et que bien des aérodromes ne peuvent pas être utilisés à cause des pistes en gazon, la navigation aérienne se concentre surtout sur les six mois d'é-

té. Habituellement, le trafic durant le week-end est le plus intense. Cette concentration de vols crée des problèmes particuliers aux zones habitées qui sont encore plus touchées par l'intensité du trafic durant la pause de midi ainsi que le soir.

Une autre raison de l'augmentation du problème réside dans le fait qu'on continue à construire intensément des logements à proximité d'aérodromes. Aujourd'hui encore, on rencontre en maints endroits des zones destinées à la construction de logements, qui seront à l'origine de conflits si on continue de construire. Ainsi, pour 15 des 30 aérodromes étudiés, on a relevé des zones réservées à la construction d'habitations qui seraient soumises à une exposition au bruit atteignant plus de 55 dB(A)¹⁾. Pour 8 aérodromes sur 30, de telles régions d'habitation potentielles sont même soumises à une exposition au bruit excédant 60 dB(A). Quant aux régions habitées, 20'000 personnes subissent déjà une exposition au bruit de l'aviation légère dépassant 55 dB(A), tandis que 4'600 personnes sont soumises à plus de 60 dB(A); à cet effet, voir aussi le chiffre 72.

En comparaison avec le bruit du trafic routier ou celui des avions dans le périmètre des aéroports nationaux, ces chiffres peuvent paraître minimes. Or, pour les personnes subissant les atteintes, ces nuisances représentent néanmoins un important problème.

1) exposition au bruit en L_r ; pour la définition de L_r , voir chiffres 42 et 63.

3 STRATEGIE DE LUTTE CONTRE LE BRUIT

31 Stratégie générale

Le projet de loi fédérale sur la protection de l'environnement comprend une stratégie applicable généralement à tous les cas de lutte contre le bruit; selon la commission, elle convient aussi pour la lutte contre le bruit de l'aviation.

Dans les grandes lignes, cette stratégie se caractérise ainsi:

- Avant tout, il faut réduire le bruit à la source. Pour y arriver, il importe d'exiger l'application de la technique de lutte contre le bruit la mieux appropriée. En d'autres termes, il y a lieu de diminuer les émissions de bruit - indépendamment de l'exposition au bruit auquel est actuellement soumis l'environnement - dans la mesure que permettent la technique et les conditions d'exploitation, compte tenu des possibilités économiques.
- Lorsque, dans des cas précis, ces moyens ne suffisent pas à ramener le bruit à un degré supportable, il importe alors de prendre d'autres mesures. Il s'agirait par exemple de restrictions locales et dans le temps pour l'exploitation d'un aéroport, de réglementer le trafic ou de choisir des mesures appropriées, soit en matière d'aménagement local des sites ou de techniques de construction.
- Si on ne dispose d'aucun moyen approprié pour réduire le bruit ou pour en atténuer la propagation, si la construction ou le maintien d'un aéroport sont d'un intérêt public prépondérant, il faut alors exceptionnellement imposer des mesures de lutte contre le bruit au lieu même des atteintes (en augmentant par exemple l'insonorisation des bâtiments).

Les autres mesures, surtout les mesures d'insonorisation en faveur des personnes subissant les atteintes, doivent garder un caractère d'exception et ne pas devenir la règle. Ceci signifie néanmoins qu'il faut quand même accorder la plus grande attention aux techniques les mieux appropriées de protection contre le bruit, que ce soit à la source ou à proximité de celle-ci.

Il ne s'agit cependant pas d'attendre des plaintes pour appliquer un des trois moyens décrits. Selon le principe de la prévention, il importe d'agir d'emblée pendant la phase du développement et de la construction de nouveaux engins, machines, véhicules ou avions; cette constatation s'applique également aux projets de nouvelles installations aéronautiques, tels les aérodromes, dont on sait par avance qu'ils seront source de bruit.

Les principaux instruments de droit dont nous disposons pour réaliser cette stratégie sont d'une part des prescriptions pour limiter les émissions, d'autre part des valeurs limites d'exposition au bruit.

Les prescriptions visant à limiter les émissions peuvent être édictées sous forme de valeurs limites d'émissions, de prescriptions techniques pour la construction et l'équipement, ou encore comme prescriptions réglant l'exploitation. Elles doivent servir à imposer la meilleure technique de lutte contre le bruit.

Les valeurs limites d'exposition au bruit présentent des critères permettant d'évaluer l'exposition au bruit. La nécessité et l'urgence de mesures complémentaires (y compris les mesures d'insonorisation) devront donc être établies en premier lieu par comparaison avec de telles limites d'exposition au bruit.

32 Importance de la stratégie de lutte contre le bruit dans l'aviation légère.

La revendication à disposer de la meilleure technique de lutte contre le bruit est - pour l'aviation légère - tout aussi primordiale. La Suisse connaît depuis 1971 des valeurs limites d'émission comme normes d'admission pour les avions dont le poids maximum admissible au décollage ne dépasse pas 5700 kg. Depuis 1978, ces normes ont été rendues un peu plus rigoureuses, ceci dans le cadre des prescriptions de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI). Il est nécessaire de les renforcer, ce qui serait dans une certaine mesure techniquement réalisable. Dans l'aviation légère, on ne peut toutefois pas espérer voir dans les prochaines années des avions sensiblement moins bruyants.

Pour la plupart des avions, le niveau d'émission dépend surtout du bruit des hélices. L'abaissement de ce bruit (par exemple en diminuant la vitesse circonférentielle des pales) est limité par des lois purement physiques. Pour certains modèles d'avions déjà en service, des modifications appropriées des hélices, de meilleurs dispositifs silencieux d'échappement pourraient apporter des améliorations. En favorisant certains types d'avions moins bruyants, dans le cadre des règlements d'exploitation ou par des taxes d'atterrissage calculées en fonction du bruit, le processus de renouvellement serait quelque peu accéléré.

En ce qui concerne l'aviation légère cependant, les prescriptions d'exploitation d'un aéroport ont une grande importance dans la lutte contre le bruit: les procédures d'envol et d'approche, les circuits d'aéroport (voltes) doivent être choisis de manière à éviter le plus possible le survol des régions habitées. En outre, les heures d'exploitation seront soumises à des restrictions, notamment pour les vols autour de l'aéroport, de manière à respecter le besoin de calme des

riverains. Si les mesures prévues ne suffisent pas à réduire l'exposition au bruit à un niveau supportable, il s'agira alors de restreindre également - en dernier ressort - le nombre des mouvements d'avions.

Tout aussi importantes sont les dispositions pour l'aménagement local des sites. Avant toute décision, il faut soupeser le besoin d'un nouvel aéroport par rapport aux principes régissant l'aménagement du territoire. En outre, que ce soit pour les aéroports existants ou pour des projets, on évitera que de nouveaux immeubles d'habitation soient construits dans un rayon toujours plus rapproché. Si nécessaire, on étudiera la possibilité d'un reclassement et d'un changement d'affectation de zones. On s'efforcera dans la mesure du possible d'en imposer la réalisation.

Dans le cas de l'aviation légère, les mesures d'insonorisation en faveur des personnes touchées sont de moindre importance. Une première évaluation approximative a démontré que l'aviation légère ne provoque que très rarement une exposition au bruit extrême (voir chiffre 72). En outre, il est rare que des mesures techniques de construction pour empêcher que le bruit se propage soient applicables, car dès que les avions sont en l'air, la propagation du bruit ne peut plus être retenue. Ainsi, des mesures prises à la construction n'auront de l'effet que pour certaines activités spéciales au sol ou à proximité du sol (par exemple, empêcher la propagation du bruit lors des essais des moteurs d'avion au sol).

Dans ces conditions, on peut se rendre compte que les valeurs limites pour l'exposition au bruit ont aussi une grande importance dans l'aviation, que ce soit sous forme

- d'instruments de planification, à titre de mesures préventives,

- de critères pour évaluer l'exposition au bruit des avions, ainsi que la nécessité et l'urgence d'autres moyens, avant tout par des restrictions d'exploitation.

4 PHENOMENES ACOUSTIQUES

41 Notions de base

Notre ouïe perçoit déjà de faibles variations de pression atmosphérique dès que le nombre d'oscillations par seconde (fréquence) se situe dans une plage comprise entre 16 et 16'000. De telles variations de pression, produites par exemple par des objets vibrant sous une influence mécanique, se répandent dans l'air sous forme d'ondes. On les désigne sous le terme de sons.

L'évolution dans le temps de la pression acoustique peut être fort compliquée dans le détail. Toutefois, l'ouïe traite le son sous deux formes d'impressions réunies: celle de la sonie et celle de la composition en fréquences. Ces deux phénomènes correspondent en général aux grandeurs que la physique utilise pour décrire un bruit. Le niveau d'isosonie est étroitement lié à l'intensité (définie comme énergie acoustique arrivant par seconde sur une surface imaginaire de 1 m^2 placée perpendiculairement à la direction de propagation). En revanche, le spectre donne la composition en fréquences d'un bruit; il précise donc quels tons (fréquences) sont contenus dans le bruit et quelle part chaque fréquence a dans l'intensité totale.

Pour déterminer l'intensité et le spectre, les mesures doivent durer un minimum de temps. Ces deux grandeurs sont donc déjà des valeurs moyennes dans le temps. L'ouïe effectue également une telle formation de la valeur moyenne. Dans les sonomètres, ce rôle est assumé par des éléments électroniques caractérisés par une "constante de temps". De nombreux instruments de mesure permettent de choisir entre plusieurs constantes de temps, désignées par les mots anglais SLOW, FAST et IMPULS. Plus la constante de temps choisie est longue, plus les oscillations du niveau acoustique de brève du-

rée sont amorties, ce qui facilite la lecture des mesures du niveau de pression sonore. Cette méthode comporte toutefois un inconvénient, à savoir une certaine perte d'information sur la prise en considération des pointes d'intensité brèves.

L'appréciation d'un bruit dépend en particulier de l'intensité et du spectre d'une source sonore. Etant donné que l'ouïe perçoit des fréquences très élevées (plus de 8'000 oscillations par seconde) et très basses (moins de 200 oscillations par seconde) moins fortement que des tonalités moyennes, on ne saurait simplement additionner les fréquences isolées pour calculer avec exactitude l'intensité totale d'un bruit perçu. Cette particularité de l'ouïe peut être reproduite dans les instruments de mesure par l'incorporation de filtres électriques. On peut choisir entre plusieurs "courbes de filtres" désignées par les lettres A, B, C, et D. Actuellement, seule la courbe A est utilisée mondialement pour déterminer la plupart des bruits.

Il en résulte que la mesure acoustique ou la mesure du bruit est une mesure d'intensité adaptée à l'ouïe. Or, comme on peut entendre les bruits de notre environnement dans un champs d'intensité très étendu (les écarts extrêmes entre les bruits les plus faibles et les plus forts se situent à l'échelle du trillion, 10^{12}), il était indiqué de trouver un indice logarithmique pour donner une indication sur l'intensité du bruit. Le champ d'intensité se trouve donc ramené à un peu plus d'une centaine d'unités. Cette unité relative,

appelée niveau de pression acoustique, est exprimée en décibels (dB)¹⁾.

Si l'intensité est mesurée avec le filtre A, il faut l'indiquer. On parle alors d'un "niveau sonore avec la courbe de pondération A", ce qui s'indique par le symbole L_A . Les valeurs sont souvent désignées par l'abréviation dB(A).

Généralement, un bruit est ressenti deux fois plus fortement lorsque son niveau s'accroît de 10 dB(A). Cette constatation repose sur les résultats d'enquêtes exécutées auprès de nombreuses personnes. Pourtant, cette sensation individuelle peut varier fortement au-dessus et au-dessous de cette valeur moyenne. La capacité réceptive de l'ouïe humaine va, d'environ 0 dB (seuil d'audibilité) à 130 dB (seuil de douleur).

-
- 1) Pour calculer en dB le niveau acoustique L avec l'intensité I (W/m^2) on applique la formule suivante:

$$L = 10 \cdot \log_{10} \frac{I}{I_0} \quad [\text{dB}]$$

$$\left[\begin{array}{l} I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2 \\ \text{correspondant au seuil d'audibilité} \end{array} \right]$$

On obtient le même résultat L lorsqu'on part de la pression acoustique p au lieu de l'intensité acoustique. Il y a lieu de choisir comme pression acoustique de référence $p_0 = 20 \cdot 10^{-6}$ Pascal (= seuil d'audibilité)

$$L = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{p}{p_0} \right]^2 \quad [\text{dB}]$$

42 Grandeurs de mesure et indices d'exposition au bruit

Dans le monde entier, il existe un grand nombre d'indices pour mesurer et évaluer le bruit des avions. La plupart d'entre eux ont toutefois été créés pour déterminer la gêne produite par l'aviation commerciale avec les avions à réaction. Puisque le présent rapport traite du bruit de l'aviation légère, nous pouvons renoncer à citer et à décrire chacun de ces indices.

Le niveau sonore momentané, décrit sous chiffre 41, qui se mesure en décibels dB(A), ne suffit néanmoins pas à définir la gêne due au bruit des avions, car non seulement le niveau sonore momentané est important, mais aussi la durée et la fréquence de chaque événement. La durée du bruit produit pour un seul avion dépend notamment de deux facteurs: l'éloignement de l'avion par rapport au point de mesure, et sa vitesse. Un avion situé à proximité du point de mesure et volant vite, dérangera moins longtemps qu'un avion plus éloigné, passant lentement. La fréquence des événements sonores dépend aussi de l'intensité du trafic (nombre de mouvements par unité de temps) et du taux d'occupation de chaque route aérienne.

L'exposition globale au bruit subit l'influence de tous ces facteurs. Ainsi s'agit-il puisqu'on peut les mesurer, d'en tenir compte et de trouver des indices aptes à décrire l'exposition au bruit en un certain lieu pour un temps relativement long. Ces paramètres sont:

le "Noise and Number Index" (NNI), les niveaux statistiques (par exemple L_{50} , L_1 , $L_{0.1}$), le niveau énergétique moyen L_{eq} et le niveau d'évaluation du bruit de l'aviation spécialement créé pour le présent rapport, soit L_r .

- On utilise en Suisse le NNI¹⁾ pour l'évaluation du bruit provoqué par les avions dans les environs des aéroports nationaux. Il prend en considération le niveau moyen des pointes de bruit des passages en vol, ainsi que le nombre moyen des vols journaliers avec des pointes sonores dépassant 68 dB(A).

Or, cet indice ignorant aussi bien la durée d'un événement sonore que tout vol avec des pointes sonores inférieures à 68 dB(A), il ne convient pas pour calculer l'exposition au bruit de l'aviation légère. En outre, dans la formule du NNI, le poids accordé aux mouvements d'avions ne répond pas aux résultats des études sur le bruit faites dans l'aviation légère.

- Certes les niveaux statistiques²⁾ souvent utilisés en Suisse pour évaluer le bruit de l'aviation légère prennent en compte, tout au moins en théorie, la durée et la fréquence de chaque événement sonore. Pourtant, la valeur L_{50} est à peine utilisable en pratique, car la durée totale du bruit des avions dépasse rarement 50 % du temps d'évaluation. Ainsi, ce qui influence surtout le L_{50} , c'est avant tout le bruit ambiant et non le bruit des avions. Restent les valeurs L_1 et $L_{0,1}$ qui prennent

1) Le "Noise and Number Index" (NNI) se calcule selon la formule suivante:

$$NNI = \bar{L}_{PN} + 15 \cdot \log N - 80$$

Formule dans laquelle: \bar{L}_{PN} = valeur moyenne des maxima de niveau de bruit en PNdB

N = nombre moyen de mouvements journaliers entre 06.00 et 22.00 h dont le niveau maximum de bruit dépasse 80 PNdB (≈ 68 dB (A))

2) L_{50} , (L_1 , $L_{0,1}$) = Niveaux sonores atteints ou dépassés durant 50 % (1 %, 0,1 %) du temps d'évaluation.

plus ou moins en considération les pointes sonores des avions, sans toutefois inclure, ou si peu, l'intensité du trafic (fréquence des vols).

Pour les raisons que nous venons d'exposer, les niveaux statistiques conviennent tout aussi mal pour décrire la gêne provoquée par le bruit de l'aviation légère.

- Le niveau énergétique moyen L_{eq} ¹⁾ convient mieux, car il est capable de combiner en un seul indice le niveau maximal, la durée et la fréquence de chaque événement. Toutefois, le poids accordé à la durée et à la fréquence ne répond pas aux résultats des enquêtes faites sur le bruit de l'aviation (voir chapitre 5).
- En introduisant un facteur de correction K, ce déséquilibre peut être corrigé de telle manière, que l'on puisse mieux prendre en compte les résultats des enquêtes sur le bruit de l'aviation. Le nouvel indice ainsi obtenu selon la formule $L_r = L_{eq,f} + K$ est nommé dans le présent rapport niveau d'évaluation du bruit des avions²⁾.

1) Le niveau énergétique moyen L_{eq} est un niveau constant dans le temps, qui correspond exactement à l'énergie sonore du niveau sonore variant dans le temps et ceci, pendant la même durée d'évaluation. La formule est la suivante:

$$L_{eq} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{0.1 \cdot L(t)} dt \right]$$

L (t) signifiant niveau sonore variant dans le temps

T signifiant durée d'évaluation

2) La manière de calculer le $L_{eq,f}$ et le facteur de correction K figure sous chiffre 63.

5 LES EFFETS DU BRUIT DE L'AVIATION LEGERE

Sous maints aspects, le bruit de l'aviation légère est différent de celui des grands avions, de l'aviation militaire ou encore des hélicoptères. Pour chacun de ces modes de navigation aérienne, tant la composition en fréquences du bruit émis que l'intensité, la fréquence et la durée de l'exposition au bruit qui en résulte, sont différents. On ne peut donc appliquer sans discernement les explications ci-après à chaque genre de bruit d'avion.

Les principales répercussions indésirables du bruit de l'aviation se manifestent comme suit:

- perturbation du temps de repos et de délassement;
- empêchement d'apprécier le plaisir de se retrouver chez soi;
- dérangement du comportement habituel dans le cadre de son foyer et dans la jouissance de son temps libre;
- désagrément dans les communications (orales et auditives, qu'il s'agisse de la parole, d'une conversation téléphonique, de la radio ou de la télévision);
- perturbation des activités intellectuelles, l'attention et la concentration étant détournées par le bruit.

C'est avant tout sur les zones habitées situées à proximité des aérodromes que les nuisances acoustiques se répercutent. Si les survols sont fréquents, des zones plus éloignées - qu'il s'agisse de régions habitées ou d'aires de repos - sont également touchées. Quant aux éventuelles perturbations du repos nocturne, elles sont moins importantes car, sauf quelques exceptions, l'aviation légère n'est exploitée que de jour.

- Bruit et santé

Les fréquents dérangements subits à intervalles réguliers pendant le repos ou les loisirs, les perturbations engendrées au niveau de la communication avec autrui, les troubles de concentration et occasionnellement du sommeil doivent être considérés comme des atteintes au bien-être, donc des désagréments pouvant même altérer la santé. Le passage d'un état de bien-être à celui de maladie est progressif. Des troubles fréquents, tels que le bruit des avions en provoque, sont à considérer comme des atteintes à la santé. Même si à proximité directe des aérodromes réservés à l'aviation légère il n'y a aucun risque de dommage grave (par exemple trouble de l'ouïe), un tel jugement reste malgré tout valable. Mais souvent, les nuisances acoustiques de l'aviation s'additionnant à d'autres bruits, il en résulte une accumulation de nuisances qui, avec le temps, peut présenter un risque pour la santé.

- Gêne et dérangement

Chacun des effets cités n'est souvent pas considéré comme une perturbation, mais plutôt comme une gêne générale; pourtant ce sentiment d'être importuné représente en soi la somme de répercussions sonores subies consciemment ou inconsciemment. Il est donc justifié de se baser sur des données de gêne pour fixer des valeurs limites sur le bruit des avions. D'autant plus que l'état actuel des connaissances dans le domaine des atteintes sonores moyennes qui nous intéresse, ne permet pas de fixer un seuil admissible précis d'exposition au bruit d'après des critères purement médicaux.

La corrélation entre l'exposition au bruit et le dérangement subjectif a été étudiée dans le cadre des enquêtes socio-psychologiques déjà citées, faites dans le périmètre de six aérodromes où opère l'aviation légère. Les princi-

paux résultats, importants pour les valeurs limites d'exposition au bruit, sont résumés ci-après:

- Particularités de la gêne due au bruit de l'aviation

Habituellement, le bruit de l'aviation légère n'est pas considéré comme une gêne dominante; c'est pourquoi il est rare de rencontrer des troubles massifs tels que ceux constatés chez les personnes habitant dans le voisinage des secteurs d'approche des aéroports nationaux ou le long de routes à grande circulation. Toutefois, le bruit des avions se propage très loin: une des caractéristiques de ce bruit consiste dans le fait qu'on le rencontre presque partout, souvent même dans des régions habituellement tranquilles.

Egalement en ce qui concerne la répartition dans le temps, le bruit de l'aviation légère se différencie sensiblement des autres types de bruit:

A quelques exceptions près, il ne s'en produit pas durant la nuit; par contre, sur plusieurs aérodromes il se concentre sur des époques déterminées de l'année, sur certains jours de la semaine et heures de la journée. Souvent, ces heures sont précisément celles où la population est le plus exposée au bruit (été: on vit beaucoup en plein air ou avec les fenêtres ouvertes), et en pratique, celles pendant lesquelles le besoin de repos est encore plus grand.

Tant les conditions modernes de travail que le mode de vie conduisent à un besoin élevé de repos et de détente pendant les jours de congé de fin de semaine. C'est pourquoi d'innombrables personnes tiennent à passer ces jours de congé, surtout les dimanches, dans un milieu calme. Mais, sur plusieurs aérodromes de l'aviation légère, c'est précisément pendant le week-end que le trafic est le plus intense. Il y a dès lors risque de con-

flits entre riverains et utilisateurs.

Lors de la conversion d'un bruit objectivement mesurable en un dérangement ou en une gêne subjectivement ressentie, les espoirs que la population met dans la qualité de l'environnement, ainsi que les nuisances existantes, jouent un rôle important. Dans les régions calmes, un niveau de bruit d'avion relativement bas peut déjà être ressenti comme gêne. Or, si le bruit ambiant est déjà élevé, le bruit de l'aviation ne deviendra critique qu'à partir du moment où l'exposition au bruit est plus élevée. Puisque dans les régions calmes la population a tendance à être plus exigeante envers son milieu vital qu'elle ne l'est dans les régions bruyantes, ces différences devraient encore s'accroître.

- Corrélations entre l'exposition au bruit et la gêne

Des enquêtes ont permis de déterminer comment le bruit des avions peut influencer le comportement des riverains d'un aéroport et comment ils en ressentent les perturbations. La relation entre le dérangement et l'exposition au bruit calculée au moyen de paramètres de nature physique et se rapportant à l'exploitation joue en l'occurrence un rôle déterminant. Les dérangements ont été mesurés sur la base d'une échelle d'évaluation¹⁾ et d'une échelle combinée²⁾ intégrant divers facteurs de

1) Les personnes questionnées ont elles-mêmes évalué la gêne subie à l'aide d'une échelle d'évaluation à 10 points. Lors de l'analyse, 5 à 7 a été estimé comme "moyennement fort", 8 à 10 comme "fort" (précisons que 0 signifie "gêne pas du tout" et 10 "insupportable").

2) L'échelle combinée est établie sur la base de réponses aux questions suivantes: à cause du bruit des avions: ... intentions de déménager, ... inconvénients du lieu où l'on habite, ... atteinte à la qualité de la vie, ... fermer les fenêtres, ... impossibilité de bien se reposer, ... énervement, ... difficultés de communiquer, ... être réveillé, ... trépidations, ... interventions contre l'aéroport ou intention de participer à une action.

gêne. Pour assurer la comparaison avec d'autres genres de bruit, l'échelle d'évaluation utilisée lors de précédentes études a été reprise sans aucune modification. Divers indices pour mesurer le bruit ont été examinés: la valeur moyenne des pointes sonores dénommée \bar{L}_{Amax} , le niveau énergétique moyen $L_{eq,f}$ provenant uniquement du bruit de l'aviation légère et le niveau d'évaluation du bruit des avions $L_r = L_{eq,f} + K$ (K signifiant un facteur de correction qui tient compte des mouvements d'avions)¹⁾.

Parmi ces indices d'exposition au bruit testés, le niveau d'évaluation du bruit des avions L_r , indice établi au cours des analyses supplémentaires, est celui qui reproduit au mieux la gêne. En effet, l'analyse des résultats faite séparément pour chacun des aérodomes a démontré que les autres indices respectaient insuffisamment, voire pas du tout, l'intensité du trafic, c'est-à-dire le nombre de mouvements d'avions.

La corrélation entre la gêne et l'exposition au bruit est reproduite au mieux sous forme de courbes telles qu'elles sont présentées aux pages suivantes. Les figures 3 et 4 montrent par exemple le pourcentage d'habitants questionnés qui jugent une exposition au bruit déterminée comme moyennement forte à forte (échelle d'évaluation > 4).

La figure 3 présente les résultats calculés en fonction du niveau énergétique moyen $L_{eq,f}$. Quant à la figure 4, ce sont les résultats évalués d'après le niveau L_r . Les résultats partiels pour chaque aérodomes sont inclus dans l'espace marqué en gris. Les courbes reproduisent les résultats de tous les aérodomes pris en considéra-

¹⁾ Pour la détermination du $L_{eq,f}$ et du facteur de correction K, voir chiffre 63.

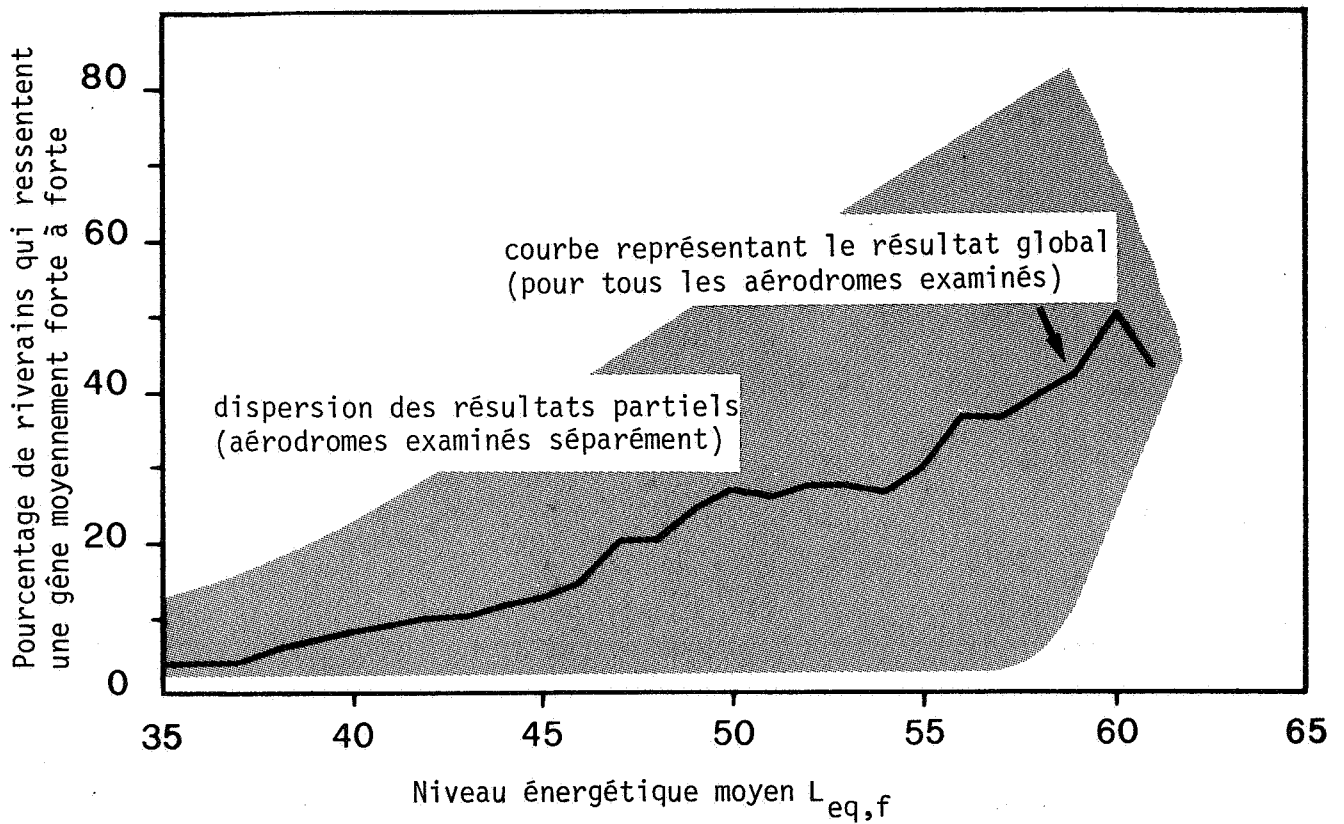


Figure 3: Pourcentage de personnes gênées par le bruit en fonction du niveau énergétique moyen $L_{eq,f}$

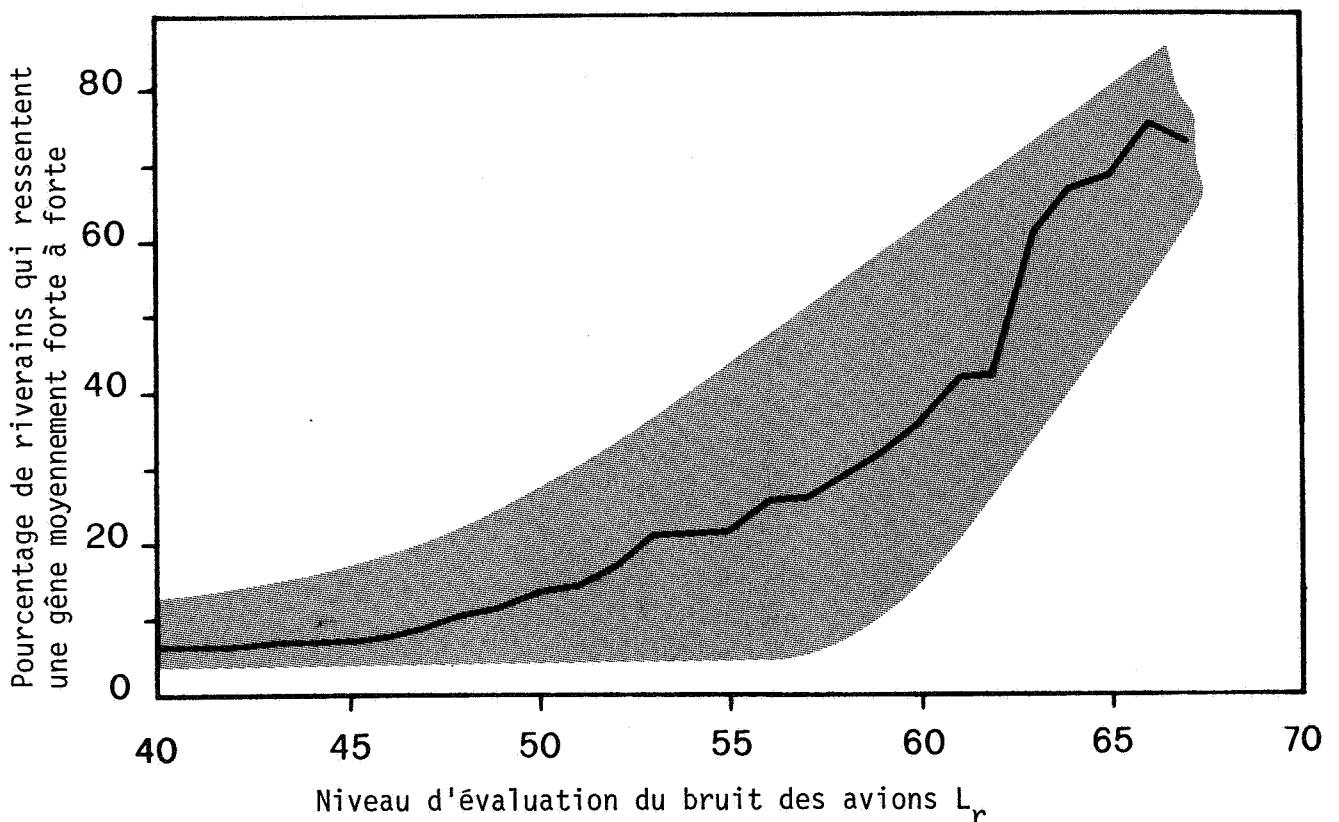


Figure 4: Pourcentage de personnes gênées par le bruit en fonction du niveau d'évaluation du bruit des avions L_r

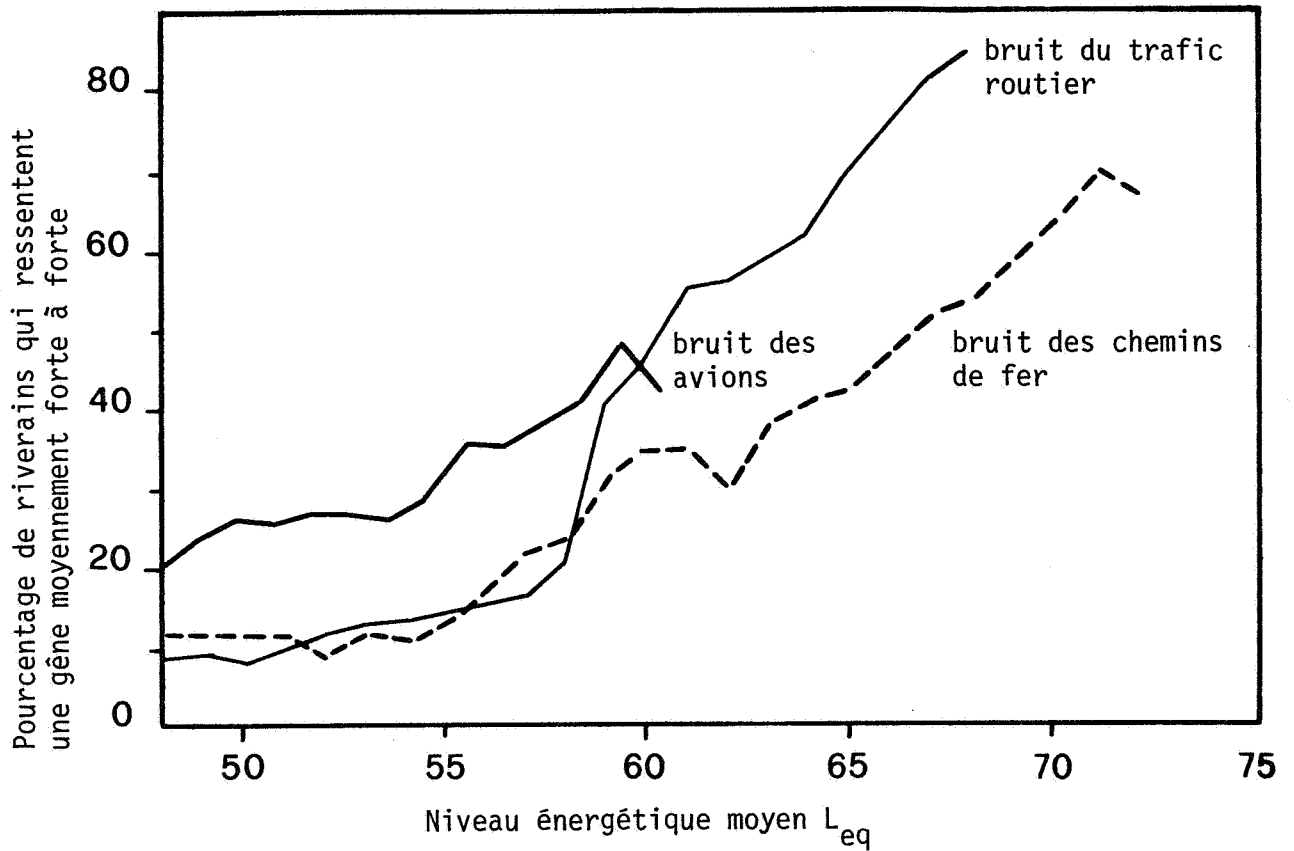


Figure 5: Comparaison des pourcentages de personnes gênées par le bruit des chemins de fer, du trafic routier et des avions, en fonction du niveau énergétique moyen L_{eq}

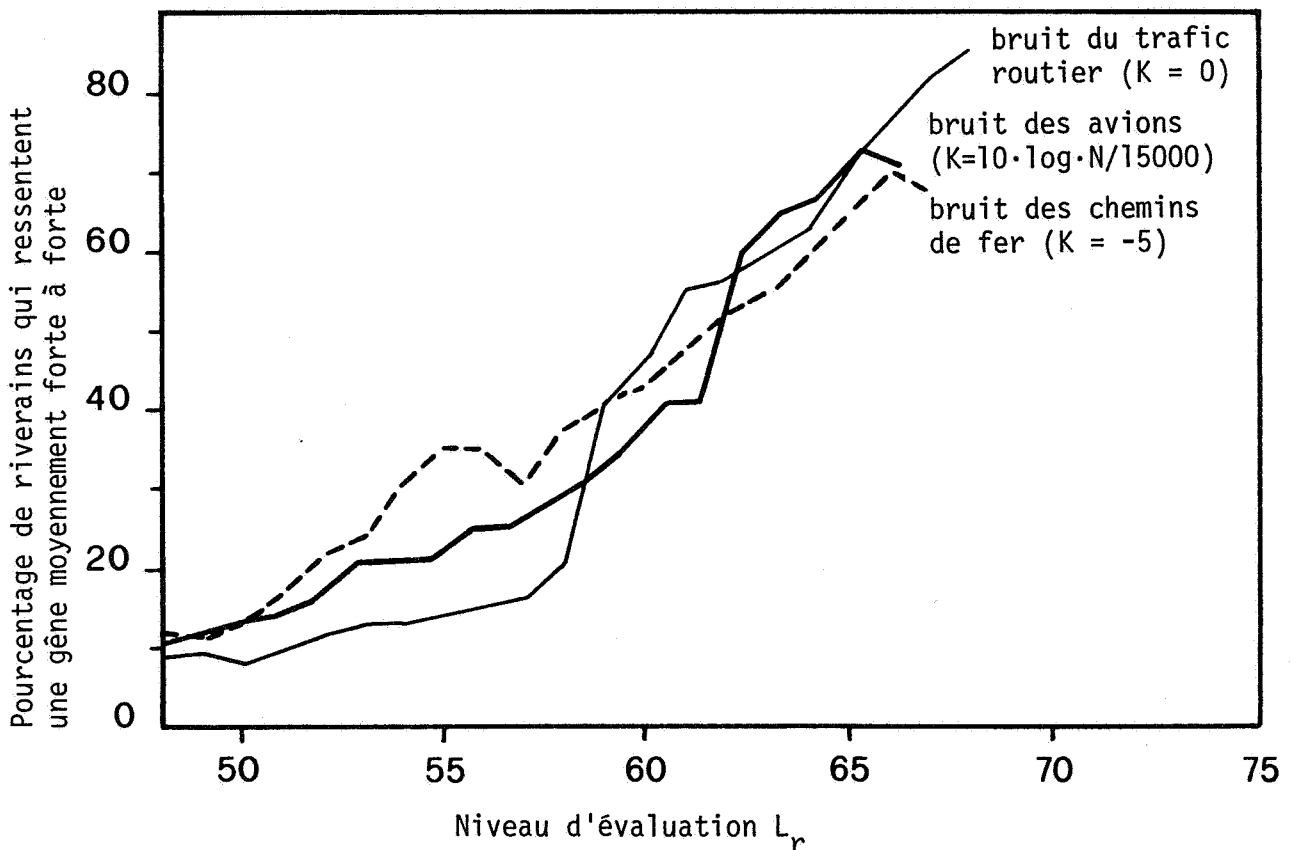


Figure 6: Comparaison des pourcentages de personnes gênées par le bruit des chemins de fer, du trafic routier et des avions, en fonction du niveau d'évaluation L_r

tion lors de l'enquête. Sur la figure 4, décrivant les résultats obtenus au moyen du niveau L_r pour évaluer le bruit de l'aviation, la courbe monte plus brusquement dans le domaine d'exposition au bruit critique; l'espace marqué en gris est par contre plus restreint. Ces deux facteurs prouvent que le niveau L_r pour évaluer le bruit de l'aviation convient mieux que le niveau énergétique moyen $L_{eq,f}$.

En outre, il ressort de la figure 4 qu'une exposition au bruit de l'aviation s'étendant jusqu'à $L_r = 45$ dB(A), ne représente pas de gêne significative; le secteur critique débute vers 55 à 60 dB(A), à l'endroit où la courbe monte fortement.

Ce qui est aussi intéressant, c'est la comparaison entre l'exposition au bruit de l'aviation légère et celle provoquée par d'autres types de bruits. La figure 5 montre sur le même diagramme les niveaux énergétiques moyens $L_{eq,f}$ et $L_{eq,b}$ pour le bruit ferroviaire, ainsi que $L_{eq,s}$ pour le bruit du trafic routier. Il est toutefois à relever que les bases servant de calcul à $L_{eq,f}$ diffèrent par rapport à $L_{eq,b}$ et $L_{eq,s}$ du fait que dans le cas du bruit des avions on s'est basé sur un jour de semaine (12 heures) où le trafic était moyennement intense, c'est-à-dire sur un trafic de pointe moyen. Voir à cet effet le chiffre 63. Le déplacement vertical de la courbe provient du fait que les personnes questionnées évaluent la gêne différemment suivant les types de bruit. Cette constatation a été nettement observée pour le bruit des chemins de fer par rapport à celui du trafic routier.

Une standardisation des courbes est souhaitée. Elle peut facilement être effectuée en passant à un niveau d'évaluation $L_r = L_{eq} + K$ avec une correction spécifique pour le bruit du train et une autre spécifique pour le bruit

de l'aviation. Comme le montre la figure 6, les courbes sont proches les unes des autres pour tous les genres de bruit, tout au moins dans le secteur important qui dépasse $L_r = 60 \text{ dB(A)}$.

Les enquêtes et les expériences démontrent qu'outre les facteurs relevés au moyen du niveau d'évaluation du bruit des avions L_r , d'autres éléments définissent la gêne (voir également "particularités de la gêne due au bruit de l'aviation", pages 28/29). En ce qui concerne l'étendue de la gêne, les facteurs suivants sont tout autant décisifs:

- L'affectation et les caractéristiques des zones habitées subissant une atteinte: les habitants de zones vertes réagissent plus fortement, ceux de zones citadines plus faiblement.
- Les nuisances provenant déjà d'autres sources de bruit: dans les régions calmes, un bruit d'avion, même faible, dérange plus intensément qu'il ne le fait dans les régions plus bruyantes. Lorsque le bruit des avions est intense, les nuisances existantes ne jouent pas un rôle important, elles augmentent toutefois le dérangement (effet d'accumulation).
- L'appréciation individuelle de la personne touchée, selon qu'elle considère l'exposition au bruit comme étant nécessaire ou évitable.
- Le moment du bruit et son déroulement dans le temps: l'intensité du trafic sur un aéroport pour l'aviation légère varie généralement beaucoup. Les journées à trafic particulièrement intense peuvent tant déranger, que les intermitteces sans bruit d'avion n'arrivent plus à équilibrer la situation. C'est pourquoi, pour déterminer l'exposition au bruit des environs on n'utilise pas la moyenne annuelle du trafic aérien, mais une moyenne des jours de la semaine où

le trafic est particulièrement intense (voir chiffre 63: calcul du niveau énergétique moyen $L_{eq,f}$).

- La nature des vols, par exemple les vols d'entraînement et les vols d'école dans le secteur de la volte qui dérangent bien plus que les vols de voyage par exemple.

6 VALEURS LIMITES D'EXPOSITION AU BRUIT

61 Catégories de valeurs limites et fonctions

Au cours des travaux préparatoires de la loi sur la protection de l'environnement, un système de valeurs limites d'exposition au bruit fut mis au point; il permet de respecter le besoin légitime de protection éprouvé par la population et dispose de la souplesse indispensable à une application pratique.

Ce système a déjà été commenté dans les deux premiers rapports de la commission, le premier, sur le bruit du trafic routier et le second, sur celui des installations civiles de tir. La commission est d'avis que le même système de valeurs limites peut aussi s'appliquer au bruit causé par l'aviation légère.

Le système comprend trois catégories de valeurs limites: les valeurs limites d'immissions complétées par deux groupes de valeurs auxiliaires, à savoir les valeurs d'alarme et les valeurs de planification. Les considérations suivantes en sont à l'origine:

Il fallait d'une part fixer les limites d'exposition au bruit à un niveau assez bas pour que les immissions d'un degré inférieur à celui-ci ne soient pas ressenties comme incommodantes. D'autre part, on doit pouvoir donner force de loi aux limites d'exposition au bruit; elles ne sauraient donc être trop strictes, afin qu'elles puissent être appliquées avec succès dans la pratique.

En outre, les valeurs limites ne peuvent pas être fixées selon un niveau scientifique particulièrement sévère, car pour deux raisons il faut maintenir une certaine liberté de mouvements:

- Chaque indice d'exposition au bruit, tel le niveau d'évaluation du bruit des avions L_r est décrit sur une base s'appuyant sur des aspects purement physico-acoustiques. Même si l'on tente de saisir et de combiner les caractéristiques acoustiques et physiques du bruit pour qu'elles répondent le mieux possible à la sensibilité humaine - en choisissant un indice adéquat - ces caractéristiques ne peuvent en refléter qu'une partie. Le degré de gêne que chaque individu ressent ne peut être que partiellement expliqué par des critères physico-acoustiques.
- Les caractéristiques de chaque personne et les conditions que lui offre son environnement revêtent aussi beaucoup d'importance dans la détermination d'une gêne. En d'autres termes, il n'y a pas unanimité pour évaluer le désagrément causé par un certain bruit. Même dans des régions où le bruit est très faible, il se trouve des personnes qui se sentent fortement gênées; inversement, certaines personnes ne ressentent aucun dérangement, même si le bruit est fort. Il va de soi que des valeurs limites, qui doivent être exprimées en indices mesurables et quantifiables, ne peuvent prendre en considération ni les caractéristiques personnelles des individus, ni les particularités du milieu ambiant; on ne saurait donc s'abstenir de se baser sur une moyenne. Pour cette raison, il est inévitable qu'avec chaque définition de valeurs limites devant pouvoir être imposées dans la pratique, une certaine proportion de la population reste soumise à une exposition au bruit qu'elle considère comme trop élevée.

L'introduction de trois catégories de valeurs limites permet toutefois une solution différenciée. Dans les grandes lignes, les fonctions de ces valeurs limites peuvent être décrites comme suit:

- Valeurs limites d'immissions

Les valeurs limites d'immissions représentent la catégorie principale. Les immissions existantes qui dépassent cette valeur doivent être réduites dans les limites des possibilités tracées par la technique et les conditions d'exploitation (principe de la proportionnalité). Dans de tels cas, il ne suffit en général pas d'appliquer à la source la technique de lutte contre le bruit la mieux appropriée pour diminuer les immissions dans des délais raisonnables. Il importe d'examiner si l'application d'autres mesures s'impose et, lorsque cela est opportun, de les rendre obligatoires. En outre, on ne devrait délivrer l'autorisation de construire de nouveaux immeubles d'habitation à proximité d'aérodromes que si l'exposition au bruit ne dépasse pas les valeurs limites d'immissions.

Pour de nouvelles installations elles représentent un seuil de plafonnement, donc des valeurs ne pouvant en principe pas être dépassées.

- Valeurs de planification

Les valeurs de planification sont inférieures aux valeurs d'immissions. Elles servent avant tout de données auxiliaires lors de projets de nouvelles installations, par exemple pour déterminer l'emplacement, les circuits d'aérodrome et d'éventuelles restrictions d'exploitation. Elles sont également utiles aux autorités locales pour établir des projets et prévoir un aménagement de nouvelles zones à bâtir, qui soient conformes aux exigences de la lutte contre le bruit.

Les exigences auxquelles sera soumis tout projet d'aérodrome doivent être fixées de telle manière que selon les possibilités, les seules immissions produites par la nouvelle installation ne dépassent pas les valeurs de planification. Des dérogations à ce principe ne seront admises

que si l'exploitant de l'aérodrome peut prouver que l'installation est d'un intérêt public majeur et qu'en appliquant les valeurs de planification on chargerait démesurément l'ensemble du projet.

D'autre part, on prévoiera de nouvelles zones d'habitation (ou tout autre bâtiment devant être protégé contre le bruit) en principe uniquement dans des zones où les immissions de bruit, existantes ou présumées, ne dépassent pas les valeurs de planification.

- Valeurs d'alarme

Etant donné qu'en maints endroits, les valeurs limites d'immissions - citons surtout le voisinage des aérodromes régionaux - sont dépassées et que ces conditions ne sauraient simplement être améliorées à court terme, il importe d'envisager, vu les circonstances, une troisième catégorie de valeurs, désignées valeurs d'alarme.

Elles serviraient principalement de critères pour évaluer l'urgence d'assainissements; de telles valeurs seront vraisemblablement indispensables pour les aérodromes régionaux. Cependant, les valeurs d'alarme ne devraient pas dépasser de plus de 10 dB(A) les valeurs limites d'immissions.

Les immissions qui dépassent les valeurs d'alarme sont des nuisances extrêmes. Dans un tel cas, l'assainissement devra être effectué en un temps aussi bref que possible.

Outre les restrictions d'exploitation et les mesures touchant à l'aménagement local, on peut concevoir une nouvelle affectation des immeubles touchés. Lorsque de telles mesures sont insuffisantes ou si elles étaient disproportionnées, il y aurait lieu d'ordonner des mesures d'insonorisation pour ces bâtiments.

La stratégie de lutte contre le bruit et la fonction des valeurs limites sont représentées sous une forme simplifiée à la figure 7.

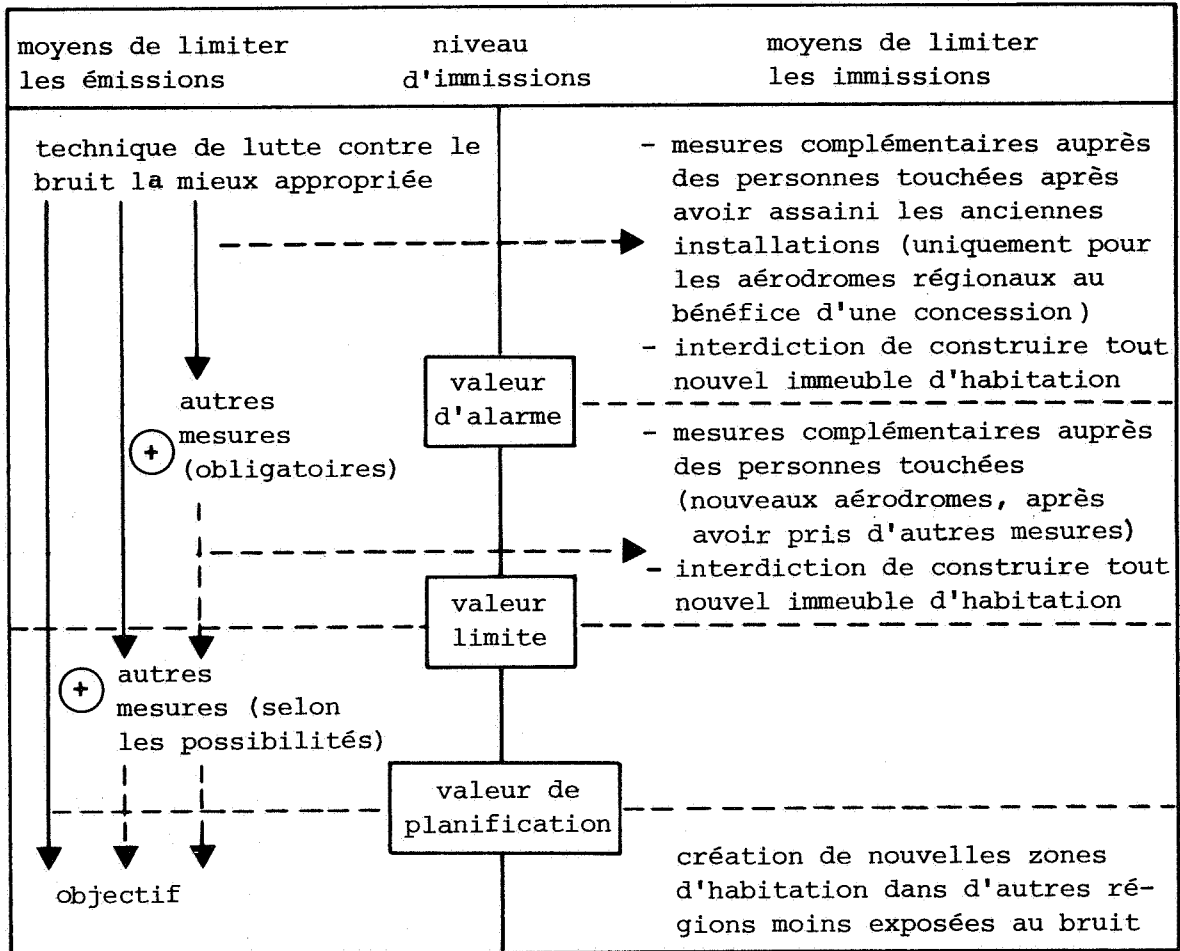


Figure 7: stratégie de la lutte contre le bruit et fonction des valeurs limites

62 Exigences pour les aérodromes et leurs environs

L'importance et la fonction des trois catégories de valeurs limites permettent de concrétiser les exigences en matière de protection contre le bruit, aussi bien dans le cas d'un aérodrome ou d'un champ d'aviation existant que dans celui d'un projet:

- Exigences pour les aérodromes existants

- Lorsque des aérodromes soumettent des zones habitées ou des zones de repos désignées comme telles à des immissions dépassant les valeurs d'alarme, des mesures techniques ou des dispositions au niveau de l'exploitation doivent être prises le plus tôt possible pour réduire l'exposition au bruit (possibilités: réduction du bruit à la source, adoption de voltes moins bruyantes, restrictions des heures d'exploitation et des mouvements d'avions, etc.). Si les mesures devaient être insuffisantes, ou si celles qui s'imposent remettraient en cause l'exploitation de l'aérodrome, il faudrait cesser tout trafic. Mais toutefois, si un intérêt public primordial pouvait être évoqué pour que l'aérodrome soit maintenu, il s'agirait alors d'insonoriser efficacement les bâtiments touchés par le bruit.
- Pour les aérodromes qui se trouvent dans des zones habitées ou des zones de repos désignées comme telles et qui produisent des immissions supérieures à la valeur limite d'immissions, mais inférieures à la valeur d'alarme, des mesures techniques ou des dispositions d'exploitation doivent réduire les nuisances acoustiques produites, ceci dans le cadre du principe de proportionnalité et compte tenu des intérêts publics en cause.
- Dans les régions où l'exposition au bruit est supérieure aux valeurs limites d'immissions, mais inférieures aux valeurs d'alarme, il faut refuser les autorisations de construire pour de nouveaux bâtiments servant au séjour prolongé de personnes, à moins que la région puisse être protégée par des mesures spéciales touchant l'exploitation de vol.
- Dans les régions où l'exposition au bruit est supérieure aux valeurs d'alarme, on ne peut autoriser la cons-

truction de maisons d'habitation.

- La création d'une nouvelle zone d'habitation, d'une zone de repos désignée comme telle ou la construction d'autres bâtiments devant être protégés contre le bruit, ne sera autorisée que dans les lieux où les valeurs de planification ne sont pas dépassées. Pour les zones d'habitation non encore bâties, où le bruit dépasse les valeurs de planification, il s'agit de leur donner une affectation où le bruit perturbe moins.

- Exigences pour les nouveaux aérodromes

(valables également en cas d'agrandissement ou de changements importants dans l'exploitation d'aérodromes existants)

- En choisissant l'endroit approprié, en prenant préventivement des mesures techniques ou des dispositions d'exploitation ou encore en adaptant au besoin la planification et l'affectation, il faut s'efforcer de ne pas dépasser les valeurs de planification dans les zones à bâtir et les zones de repos désignées comme telles, se trouvant dans les environs de l'aérodrome.

Si la construction ou l'agrandissement d'un aérodrome relève d'un intérêt public prépondérant (notamment pour les aérodromes régionaux au bénéfice d'une concession), et si les mesures nécessaires pour respecter les valeurs de planification grevaient démesurément le projet, les immissions, auxquelles certaines zones déjà construites seraient alors exposées, ne devront en aucun cas excéder la valeur limite d'immissions.

- Une exposition au bruit dépassant, pour certaines maisons d'habitation, la valeur limite d'immissions est inacceptable dans le cas des champs d'aviation et des aérodromes régionaux au bénéfice d'une autorisation. Lorsque de telles maisons d'habitation sont ainsi tou-

chées par le bruit d'aérodromes régionaux exploités en vertu d'une concession, elles doivent être protégées par des mesures d'insonorisation des bâtiments, à la charge de l'exploitant.

Quant aux autorisations de construire de nouveaux bâtiments ou en cas de mesures d'adaptation pour des zones à bâtir nouvelles ou existantes, on appliquera après l'acceptation du projet les mêmes exigences que pour les aérodromes existants.

Lors de l'application de normes de droit ou de la préparation de nouvelles normes, on devra tenir compte, dans la mesure du possible, des exigences en matière de protection contre le bruit décrites dans le présent chapitre.

63 Différenciation des valeurs limites d'exposition au bruit

- Respect des besoins de repos et détente

A cette fin, il y a lieu de faire, par principe, la distinction entre des valeurs limites diurnes et des valeurs nocturnes. On les différenciera selon l'affectation principale de la zone concernée.

Cependant, sur les aérodromes réservés à l'aviation légère, il n'y a généralement pas de trafic nocturne, l'équipement technique nécessaire faisant souvent défaut. En outre, sur les quelques aérodromes où il y a occasionnellement un trafic nocturne en raison de cours d'instruction ou d'exercices, aucun décollage n'est autorisé après 22.00 heures.

C'est pourquoi on a renoncé à proposer des valeurs limites pour la nuit. Pour que d'éventuels vols de nuit soient tout de même soumis à des restrictions, la réglementation décrite sous chiffre 65 est recommandée.

La sensibilité au bruit varie également selon les diverses

activités et occupations. Les hôtes d'une maison de convalescence ont d'autres exigences que des personnes effectuant des travaux de bureau. A leur tour, ces personnes sont plus sensibles au bruit que par exemple des ouvriers travaillant sur un chantier ou dans l'industrie.

Pour qu'il soit tenu compte de ces différences, les valeurs limites d'exposition au bruit sont réparties en quatre degrés de sensibilité (de I à IV). Il incombe en principe aux autorités locales de classer une agglomération ou certains bâtiments habités situés hors de celle-ci selon l'une ou l'autre de ces catégories. Cette classification devrait autant que possible correspondre à la répartition des zones à bâtir. La répartition des degrés de sensibilité selon les affectations spécifiques des régions touchées par le bruit, telle qu'elle ressort du tableau des valeurs limites, sert de directive pour la réaliser de manière adéquate. Ainsi, des régions destinées à la détente avec des modes d'utilisation particulièrement sensibles au bruit, peuvent aussi être classées en tant que "zones de repos spécialement désignées comme telles" du degré de sensibilité I.

C'est pourquoi la commission est d'avis que les règlements d'exploitation de chaque aéroport, tout en respectant les conditions locales, conviennent mieux pour réglementer le trafic spécialement gênant de fin de semaine que ne le ferait une règle générale concernant les valeurs limites ou l'indice d'exposition au bruit (voir recommandations chiffre 66).

- Prise en considération de l'intensité du trafic aérien

L'intensité du trafic aérien peut être prise en compte de diverses manières.

Le niveau d'évaluation du bruit des avions $L_r = L_{eq,f} + K$

introduit sur la base des résultats détaillés de l'enquête

socio-psychologique sur le bruit de l'aviation, prend en considération l'intensité du trafic aussi bien dans le niveau énergétique moyen $L_{eq,f}$ que dans le facteur de correction K. Le niveau moyen L_{eq} tient compte des jours avec le plus de trafic où la gêne est particulièrement critique. Quant au facteur de correction K, il tient compte du trafic pendant toute l'année. L'expérience a prouvé que de longues pauses sans bruit d'avion peuvent réduire la gêne moyenne. Grâce au facteur de correction K, cet élément est retenu indirectement, puisque les aérodromes comptant de longues ou de nombreuses pauses présentent généralement un nombre de mouvements plus restreint et ainsi un facteur de correction K inférieur.

Se fondant sur les résultats des enquêtes, la commission propose la réglementation suivante:

• Calcul du niveau énergétique moyen $L_{eq,f}$

- $L_{eq,f}$ est le niveau énergétique moyen pour l'heure de trafic de pointe moyen avec une répartition représentative des mouvements des différents types d'avions sur les différentes routes de vol.
- Le trafic de pointe moyen se détermine comme suit:
pour la durée totale des six mois de plus grand trafic, on détermine la moyenne journalière des mouvements pour chacun des sept jours de la semaine.
Sont déterminantes les moyennes journalières des mouvements N_1 et N_2 des deux jours de trafic moyen le plus intense de la semaine.
Pour le calcul du $L_{eq,f}$ on utilise le nombre horaire moyen des mouvements $n^{1)}$ de ces deux jours de la semaine.
Pour déterminer ce nombre horaire moyen de mouvements n , on calcule la moyenne de N_1 et N_2 sur les 12 heures du jour entre 08.00 et 20.00 h.

$$n = \left[\frac{N_1}{12} + \frac{N_2}{12} \right] : 2$$

- 1) Si les statistiques dont on dispose ne permettent pas de calculer directement la moyenne horaire des mouvements d'avions n , il faut alors utiliser la formule d'approximation suivante qui résulte de la pratique:

$$n = \frac{N_a \cdot 2,4}{365 \cdot 12}$$

ou

$$n = \frac{N_h \cdot 1,6}{180 \cdot 12}$$

n = représente le nombre déterminant de mouvements d'avions par heure

N_a = nombre de mouvements d'avions par année

N_h = nombre de mouvements d'avions durant les six mois où le trafic est le plus intense

• Formule pour calculer le facteur de correction K

$$K = 10 \cdot \log \frac{N_a}{15'000} \quad \text{pour } N_a > 15'000 \text{ mouvements par an}$$

$$K = 0 \quad \text{pour } N_a \leq 15'000 \text{ mouvements par an}$$

Il est possible de présenter le facteur de correction sous forme d'un tableau:

Tableau 1: Facteur de correction K en fonction du nombre annuel de mouvements

Nombre de mouvements d'avions par année (N_a) (arrondi à 100)	facteur de correction (K)
0 - 16'800	0
16'900 - 21'100	1
21'200 - 26'600	2
26'700 - 33'500	3
33'600 - 42'200	4
42'300 - 53'200	5
53'300 - 67'000	6
67'100 - 84'300	7
84'400 - 106'100	8
106'200 - 133'600	9
133'700 - 168'300	10

64 Tableau des valeurs limites

En accord avec la stratégie de lutte contre le bruit (chapitre 3) et en vertu des considérations exposées dans les chapitres 4 et 5, la commission recommande d'adopter pour l'exposition au bruit de l'aviation légère les valeurs limites figurant dans le tableau 2.

Les problèmes de bruit concernant les aéroports nationaux, les aérodromes militaires et les champs d'aviation pour les hélicoptères se différencient sous maints aspects de ceux de l'aviation légère. Le présent tableau des valeurs limites sert de ce fait uniquement à évaluer le bruit des avions dans le périmètre des aérodromes civils réservés à l'aviation légère.

Ce tableau sert seulement pour évaluer les vols effectués entre 08.00 et 20.00 h. L'évaluation et la limitation des vols après 20.00 h s'effectuent selon le chiffre 65.

Pour évaluer le bruit des avions dans le voisinage d'un champ d'aviation pour hélicoptères, il s'agit d'appliquer les directives citées au bas de la page 2.

65 Réglementation des vols après 20.00 h

Pour restreindre les vols entre 20.00 et 08.00 h, la commission recommande la réglementation suivante:

- n'autoriser après 20.00 h, par semaine, que 10 % au plus des mouvements moyens hebdomadaires (nombre de mouvements par année/50).
- Autoriser par semaine deux soirs de vol au plus, comprenant un nombre élevé de circuits d'aérodrome.
- Il est recommandé de publier dans la presse locale les soirs réservés au trafic aérien.

Tableau 2:

Valeurs limites d'exposition au bruit de l'aviation légère (niveau d'évaluation du bruit des avions $L_r = L_{eq,f} + K$)

Répartition des affectations spécifiques en degrés de sensibilité I à IV		valeurs limites d'immissions	valeurs de planification	valeurs d'alarme
Degrés de sensibilité	Affectation spécifique des régions exposées au bruit	$[L_r \text{ en dB (A)}]$ (jour: 08.00 - 20.00)		
I	Zones de repos spécialement désignées comme telles, avec notamment: <ul style="list-style-type: none">- établissements hospitaliers- homes hospitaliers- maisons de cure- maisons de convalescence	55	50	65
II	Régions où prédomine le caractère d'habitation, avec notamment: <ul style="list-style-type: none">- cabinets de consultation, bureaux, maisons d'habitation situés dans des régions tranquilles, à la campagne ou à la ville- maisons pour personnes âgées- foyers d'enfants- maisons de vacances- écoles	60	55	70
III	Régions habitées déjà soumises au bruit, avec notamment: <ul style="list-style-type: none">- cabinets de consultation, bureaux, maisons d'habitation- exploitations artisanales avec appartements- magasins etc.	65	60	70
IV	Régions industrielles avec bâtiments servant au séjour prolongé de personnes, avec notamment: <ul style="list-style-type: none">- logements pour les concierges- bâtiments abritant des bureaux ou des laboratoires	70	70	75

Lieu de mesure recommandé: microphone placé au milieu de la fenêtre ouverte du bâtiment en question.

66 Autres recommandations

- Il faut continuer à encourager la lutte contre le bruit à la source et faire usage de normes appropriées pour la faire triompher.
- Dans le but de soutenir la lutte contre le bruit à la source, il convient de créer des conditions plus attrayantes pour l'utilisation d'avions moins bruyants.

Des taxes d'atterrissage échelonnées d'après les émissions de bruit d'un avion, ainsi que des restrictions moins sévères pour les avions vraiment peu bruyants devraient se révéler efficaces.

- Le règlement d'exploitation de chaque aéroport doit, si nécessaire, restreindre le trafic de fin de semaine de telle manière que le besoin justifié de repos et de détente de la population soit respecté. Cette recommandation concerne notamment les circuits d'aéroports particulièrement gênants (vols d'école et d'exercice). Il convient de tendre à une répartition plus uniforme des vols sur tous les jours de la semaine.

7 LES CONSEQUENCES DE LA MISE EN PRATIQUE DES VALEURS LIMITES D'EXPOSITION AU BRUIT

71 Comparaison avec les valeurs limites de 1963

Comparer les nouvelles valeurs limites proposées dans le présent rapport avec les anciennes valeurs limites indicatives de 1963, occasionnellement appliquées jusqu'ici, n'est faisable qu'à certaines conditions, car il n'est pas si facile de transposer les "anciens" indices statistiques L_{50} , L_1 , $L_{0.1}$ dans le nouvel indice L_r . Pour pouvoir procéder à des calculs comparatifs précis, il importe de se baser sur de nombreuses données qui varient d'un aéroport à l'autre, tels le niveau de bruit (émissions) de chaque avion, distance entre le point de mesure et l'avion, vitesse du vol, densité du trafic, niveau de la préexposition, etc.

Une comparaison générale n'est donc possible que de manière approximative et à partir de suppositions simples.

Des calculs effectués avec un "type d'avion représentatif"¹⁾ sont à la base des constatations suivantes:

- Le niveau de bruit statistique L_{50} était insignifiant dans l'évaluation du bruit des avions, car dans la pratique ce sont les valeurs limites L_1 ou $L_{0.1}$ qui représentaient les valeurs critiques d'évaluation.
- Entre les deux valeurs limites statistiques L_1 (pointes fréquentes) et $L_{0.1}$ (pointes rares), L_1 représentait généralement le critère limitatif, à l'exception des cas où le nombre de mouvements d'avions était très petit. En outre, l'influence de l'intensité du trafic sur les valeurs d'immissions définies en L_1 (et $L_{0.1}$) en dessus de 20'000 mouvements par année était très faible, c'est-à-dire que le

¹⁾ type d'avion représentatif: niveau de bruit de 74 dB(A), 300 m de distance, vitesse 48 m/s.

schéma des valeurs limites de 1963 ne tenait presque pas compte de l'intensité du trafic, ce qui est en contradiction avec les résultats de l'enquête.

- En comparant l'ancien tableau des valeurs limites d'exposition au bruit avec le nouveau, on constate que les régions habitées peu exposées, dans le cas d'un aéroport comptant environ 55'000 mouvements d'avions par année, sont évaluées selon les deux tableaux de manière tout aussi stricte. S'il s'agit d'un aéroport provoquant peu de bruit, c'est plutôt celui de 1963 qui est plus sévère, alors que pour un aéroport au trafic plus intense (plus de 55'000 mouvements par an), c'est plutôt le nouveau tableau qui se révèle plus sévère.

72 Exposition au bruit dépassant les valeurs limites d'immissions

Une étude, déjà citée sous chiffre 13, a été réalisée pour estimer le nombre de personnes et de zones d'habitation affectées par le bruit des avions.

Des courbes d'exposition au bruit, calculées pour 30 aéroports selon les conditions d'exploitation de 1979, ont servi d'élément de base à cette étude. Les aéroports comptant moins de 8'000 mouvements ou ceux présentant une forte proportion de vols militaires n'ont pas été pris en considération.

La méthode d'analyse utilisée laisse prévoir que l'exactitude des appréciations se situe dans le cadre de l'insécurité qui provient de la tolérance de ± 3 dB du calcul des courbes d'exposition au bruit.

Les principaux résultats de cette étude sont présentés dans les figures 8 et 9:

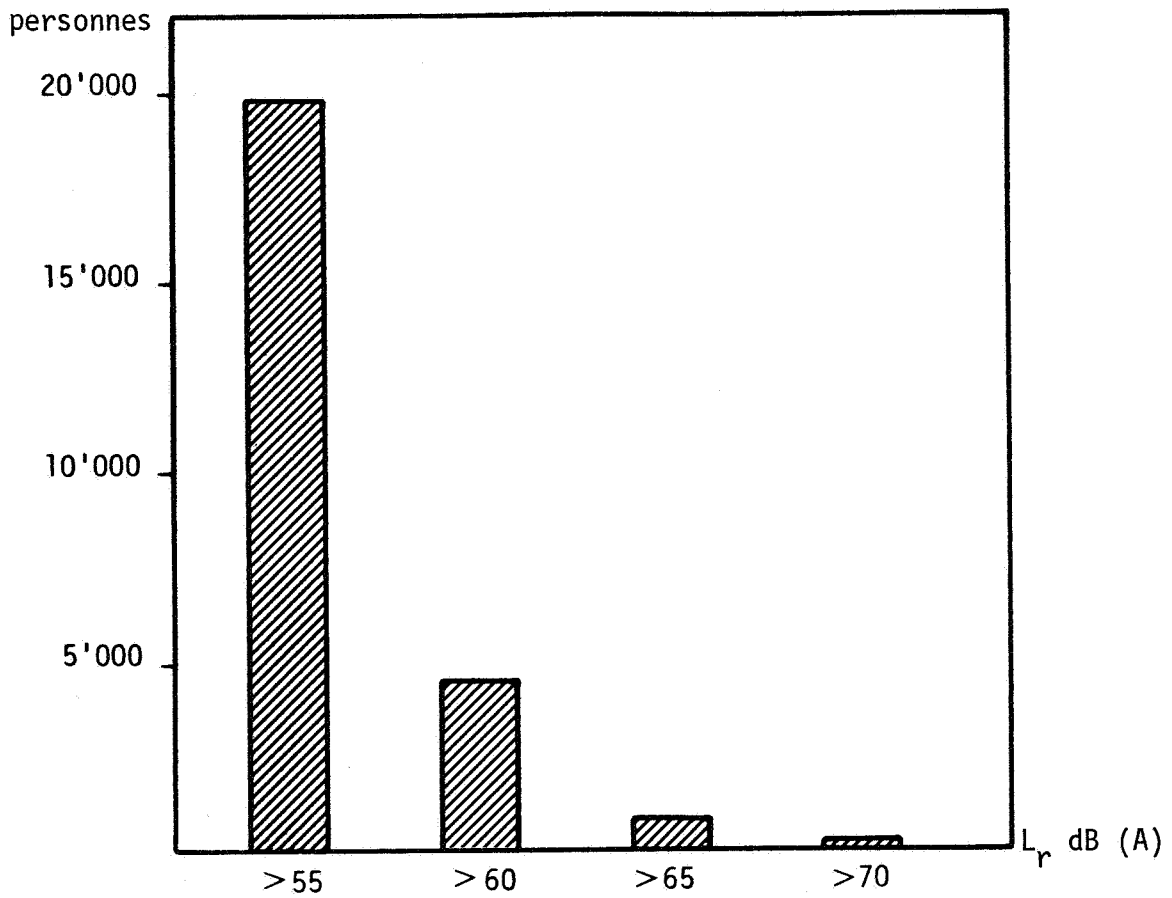


Figure 8: Nombre de personnes gênées par le bruit en fonction du niveau d'évaluation du bruit des avions L_r

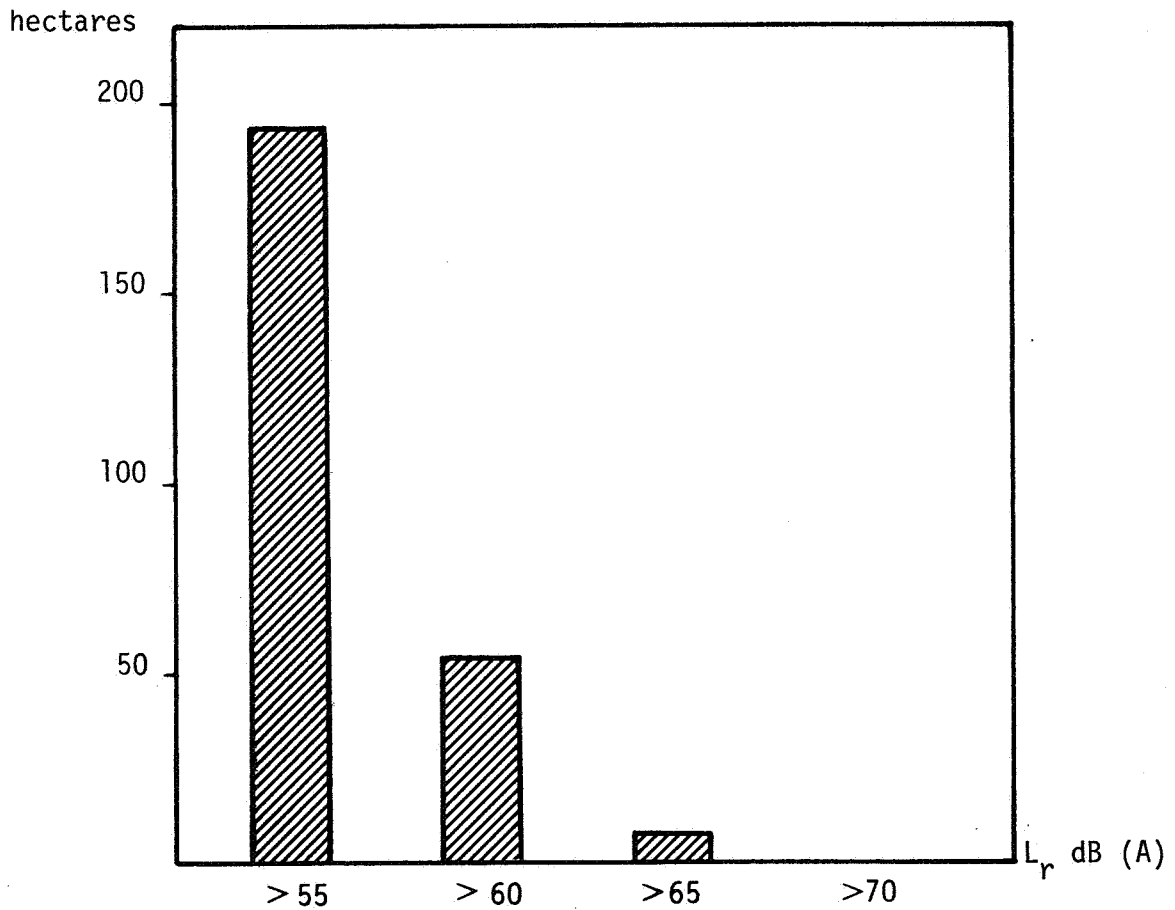


Figure 9: Surface des zones d'habitation non construites en fonction du niveau d'évaluation du bruit des avions L_r

Il ressort de la figure 8 que 4'600 personnes sont affectées par des immissions de bruit supérieures à la valeur limite du degré de sensibilité II. Près de 150 personnes vivent dans des régions où l'exposition au bruit dépasse les valeurs d'alarme proposées dans le rapport. En outre, environ 55 hectares destinés à la construction d'habitations se trouvent, ainsi que le démontre la figure 9, dans des régions où l'exposition au bruit dépasse les valeurs limites d'immissions; environ 195 hectares sont situés dans des régions où l'exposition au bruit est supérieure aux valeurs de planification.

Si l'on analyse ces résultats pour chaque aéroport, on en arrive aux conclusions suivantes:

Sur 11 des 30 aéroports examinés, des régions entières d'habitations ou des maisons hors des agglomérations sont soumises à des immissions dépassant les valeurs limites d'immissions; dans 8 de ceux-ci, il s'agit de zones à bâtir non construites. Les deux aéroports régionaux les plus concernés sont ceux de Berne-Belp et Les Eplatures. Dans le périmètre de ces deux aéroports, il y a même des bâtiments d'habitation dans lesquels l'exposition au bruit dépasse les valeurs d'alarme. Dans le cas de six autres aéroports, des agglomérations subissent un bruit excédant les valeurs limites d'immissions et pour les trois aéroports restants, ce sont des bâtiments d'habitation isolés.

Au cours de l'étude, on s'est également intéressé aux coûts d'assainissement de maisons d'habitation situées dans des régions où les valeurs d'alarme sont dépassées. Si on choisit la solution de poser des fenêtres antibruit, il faut compter avec des dépenses atteignant environ 500'000 francs. Ces coûts ne concernent que deux aéroports, celui de Berne-Belp et Les Eplatures.

Il est impossible d'évaluer les coûts des mesures de plani-

fication dans le cas d'un déclassement ou d'une nouvelle affectation d'une zone, sans qu'il soit procédé au préalable à des études détaillées sur le plan local.

8 ASPECTS JURIDIQUES

81 Situation juridique actuelle

- Législation sur la navigation aérienne

a) La loi du 21 décembre 1948 sur la navigation aérienne (LNA) distingue à l'article 37 deux catégories d'aérodromes:

- aéroports: aérodromes ouverts à la navigation publique, soumis à l'obligation d'admettre les usagers; leur construction et leur exploitation requièrent une concession du Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie.
- champs d'aviation: tous les autres aérodromes; leur construction et leur exploitation requièrent une autorisation de l'Office fédéral de l'aviation civile.

Selon l'article 8 LNA, les avions sont soumis à l'obligation d'utiliser un aérodrome; les atterrissages hors des aérodromes doivent être l'exception.

b) L'article 42 LNA, entré en vigueur le 1er janvier 1974, accorde au Conseil fédéral la compétence de prescrire, par voie d'ordonnance, que des bâtiments ne peuvent plus être utilisés ou élevés dans un rayon déterminé autour d'aérodromes publics que si leur genre de construction et leur destination sont compatibles avec les inconvénients causés par le bruit des aéronefs. La loi contient des dispositions sur l'établissement des plans de zone de bruit, la procédure de consultation, la mise à l'enquête publique des plans de zone, la procédure d'opposition et d'approbation, le droit à une indemnité (art. 42 à 44 LNA).

Le Conseil fédéral a lui-même arrêté, dans l'ordonnance du 14 novembre 1973 sur la navigation aérienne (ONA), certaines questions relatives à la réglementation des zones de bruit; il en a délégué d'autres au Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie qui est tenu d'agir en accord avec le Département fédéral de l'intérieur.

Comme nous l'avons déjà cité dans l'introduction (chiffre 12), l'ordonnance du 23 novembre 1973 concernant les zones de bruit n'est applicable qu'aux zones de bruit situées dans le voisinage des aéroports nationaux de Bâle, Genève et Zurich; le titre "ordonnance concernant les zones de bruit des aérodromes exploités en vertu d'une concession" est donc imprécis.

Les zones de bruit stipulées dans la législation sur la navigation aérienne ont, en premier lieu, une fonction d'aménagement du territoire: les restrictions dans la construction visent à ne plus bâtir du tout ou uniquement de manière limitée dans des zones proches d'aéroports ayant une exposition au bruit élevée. Dans la pratique, les zones de bruit garantissent dans une certaine mesure à la personne touchée que l'exposition au bruit ne dépassera pas à l'avenir le niveau sonore fixé pour chaque zone. Ces limites sont importantes pour l'exploitation d'un aéroport; si l'exploitation doit être étendue, il faut si possible éviter une exposition supplémentaire au bruit en combattant celui-ci à la source (cf. à ce sujet l'ordonnance du 30 janvier 1978 concernant l'établissement et la reconnaissance des certificats de bruit pour aéronefs).

- c) Pour la création et l'exploitation d'aérodromes au bénéfice d'une concession (aéroports), le Département fédéral des transports, des communications et de l'éner-

gie peut, en vertu de l'article 50 LNA, exercer le droit d'expropriation conformément à la législation fédérale sur l'expropriation, ou le conférer à des tiers. On pense en premier lieu aux exploitants d'aéroports. Aucun droit d'expropriation n'est accordé pour les aérodromes au bénéfice d'une autorisation (champs d'aviation); l'exploitant d'un champ d'aviation est tenu d'acquérir le terrain désiré ainsi que les servitudes nécessaires à son exploitation ou les droits obligatoires dans les formes du droit privé (art. 44ter, 2e al. LNA). Pour les champs d'aviation, la loi exclut expressément l'application des dispositions sur les zones de sécurité et les zones de bruit (art. 44ter, 1er al. LNA). L'autorisation accordée pour un champ d'aviation ne peut être utilisée par l'exploitant que dans la mesure où celle-ci est en accord avec les droits de propriété et les droits de défense qui reviennent aux propriétaires de fonds voisins (arrêts du Tribunal fédéral concernant les champs d'aviation de Lommis et de Sitterdorf, ATF 103 II 98 ss, 104 II 88 ss).

d) Mentionnons encore brièvement quelques autres dispositions de la législation sur la navigation aérienne qui sont importantes dans la lutte contre le bruit sur les aérodromes:

- Doit être jointe à la demande de concession d'aéroport une expertise sur les atteintes prévisibles à l'environnement par suite de l'exploitation de l'aéroport (art. 37, 2e al., let. c ONA).
- La concession peut notamment être refusée si l'exploitation est incompatible avec les exigences essentielles de la protection de l'environnement (art. 38, let. f ONA).
- Dans la concession, il y a lieu entre autres de tenir

compte des conditions propres à assurer la protection de l'environnement (art. 39, 5e al., let. h ONA).

- Après une procédure de consultation, la concession peut être complétée ou modifiée si, entre autres, les impératifs de la protection de l'environnement l'exigent (art. 39, 6e al. ONA).
- Une autorisation pour un champ d'aviation est accordée dans la mesure où la construction et l'exploitation ne nuisent pas à l'intérêt public, compte tenu notamment de la protection de l'environnement (art. 43, 4e al. ONA).
- L'autorisation peut contenir des conditions propres à assurer la protection de l'environnement (art. 44, 7e al. ONA).
- Une autorisation d'exploitation peut être restreinte ou retirée sans indemnité, notamment si l'exploitation n'est plus compatible avec les exigences de la protection de l'environnement (art. 45 ONA).
- Les règlements d'exploitation pour les aéroports et les champs d'aviation sont soumis à l'approbation de l'Office fédéral de l'aviation civile; ils mentionneront les prescriptions de lutte contre le bruit en vigueur pour l'aérodrome concerné, dans la mesure où elles ne figurent pas déjà dans la concession ou l'autorisation d'exploiter (art. 39, 5e al., let. d, art. 40, 1er al., art. 44, 2e al. et art. 98 ONA).
- Les procédures d'approche et de départ sont fixées par l'exploitant de l'aérodrome, après avoir entendu les milieux intéressés. Ce faisant, il doit tenir compte entre autres des conditions locales, notamment de la gêne causée par le bruit des aéronefs et les gaz d'échappement aux régions d'habitation et de repos. En tant que partie intégrante du règlement d'ex-

exploitation, ces procédures ne deviennent obligatoires qu'après approbation par l'Office fédéral de l'aviation civile (art. 34 ONA).

- Les vols de nuit (22 heures à 6 heures) sont soumis à de sévères restrictions (art. 95 ONA); pour l'aviation légère, elles revêtent pratiquement la valeur d'une interdiction de vol.
- Le trafic aérien peut être restreint les dimanches et jours fériés dans les règlements d'exploitation des aérodrômes. Certains genres de vols peuvent être interdits le jour du Jeûne fédéral et à d'autres jours de fête générale chômés, si les cantons l'ordonnent pour les aérodrômes situés sur leur territoire (art. 96 ONA).
- Des dispositions restrictives peuvent être prises pour les vols de plaisance (art. 97 ONA).
- Deux obligations auxquelles le pilote est soumis en vertu de l'ordonnance du 4 mai 1981 concernant les règles de l'air applicables aux aéronefs méritent d'être citées:
 - il ne causera pas, avec son aéronef, un bruit excédant la gêne inhérente à son emploi approprié, et prendra les égards nécessaires (art. 10);
 - s'il évolue avec son aéronef sur, au-dessus ou aux abords d'un aérodrome, il devra se conformer aux procédures d'approche et de décollage qui figurent dans les Publications d'information aéronautiques (art. 22, 1er al., let. B).

Les infractions commises à l'égard de ces dispositions seront punies au sens de l'article 91 LNA comme contraventions.

- Rappelons enfin les compétences dont dispose l'Office

fédéral de l'aviation civile en matière d'octroi d'autorisation ou pour prendre, sur la base d'une décision particulière, des mesures particulières de police, notamment pour garantir la sécurité du trafic aérien et combattre le bruit des avions (art. 15 LNA).

- e) Les directives édictées le 2 avril 1979 par l'Office fédéral de la protection de l'environnement, l'Office fédéral de l'aviation civile et le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux pour mesurer et évaluer le bruit dans le voisinage des champs d'aviation pour hélicoptères¹⁾ ont un caractère provisoire; les cas appliqués jusqu'ici ne permettent pas encore d'appréciation définitive.

- Rapports de voisinage

Les articles 679 et 684 CC fournissent les moyens de se défendre à celui qui subit des atteintes exagérées par l'exploitation de fonds voisins. De plus, il a la possibilité d'évoquer les dispositions relatives aux troubles de la possession (art. 928 et 929 CO). L'exploitant d'un champ d'aviation ne peut se défendre contre de telles actions que par la voie du droit privé. Contre une éventuelle exigence d'évacuation ou de limitation, l'exploitant d'un aéroport pourra se référer à la concession et faire valoir qu'une telle action est sans effet, puisque la gêne provient d'un objet de droit public utilisé de manière conforme aux dispositions, et que la perturbation causée ne pourrait être éliminée que moyennant des frais disproportionnés. Il appartiendra au juge de décider s'il y a lieu, lors d'atteintes exagérées prouvées, de prétendre en lieu et place d'une action en cessation de troubles, à une

¹⁾ Voir la note 1) au bas de la page 2.

indemnisation en raison des zones de bruit fixées et des restrictions de propriété y afférentes¹⁾ (art. 42 à 44 LNA).

- Législation en matière d'aménagement du territoire

"L'installation des aérodrômes doit être mise en harmonie avec l'aménagement national, régional et local du territoire" (art. 33, 2e al. ONA). "Pour les tâches dont l'accomplissement a des effets sur l'organisation du territoire, la Confédération, les cantons et les communes établissent des plans d'aménagement en veillant à les faire concorder" (art. 2, 1er al. de la loi fédérale du 22 juin 1979 sur l'aménagement du territoire LAT). Pour établir leurs plans directeurs, les cantons tiennent compte notamment des conceptions et plans sectoriels de la Confédération (art. 6, 4e al. LAT). Elle leur donne connaissance en temps utile de ses conceptions et plans sectoriels ainsi que de ses projets de construction (art. 13, 2e al.). Un premier aperçu qui contient entre autres dans la section navigation aérienne des réflexions sur la structure et l'aménagement des aérodrômes actuels et sur des projets de construction d'aérodrômes plus ou moins concrets a été remis aux cantons à fin novembre 1980. Les plans d'aménagement cantonaux doivent être approuvés par le Conseil fédéral; ils tiendront compte de manière adéquate des tâches de la Confédération dont l'accomplissement exerce des effets sur l'organisation du territoire (art. 11 LAT). Il s'agit de vérifier si les plans d'affectation qui ont force obligatoire pour la personne soumise au droit et qui règlent le

¹⁾ Dans ce contexte, la décision du Tribunal fédéral publiée en 1979 dans "Schweizerisches Zentralblatt für Staats- und Gemeindeverwaltung", tome 81, page 354 ss, sur la protection du bruit le long des routes nationales, peut revêtir une certaine importance.

mode d'utilisation du sol, sont conformes aux plans directeurs cantonaux approuvés par le Conseil fédéral.

- Droit cantonal en matière de construction

La question de savoir dans quelle mesure l'octroi d'une concession pour l'exploitation d'un aéroport par le Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie ou d'une autorisation pour un champ d'aviation par l'Office fédéral de la navigation aérienne laisse encore une marge suffisante de manoeuvre pour une procédure cantonale d'autorisation de construire et ce qui peut éventuellement former l'objet d'une telle procédure, n'est pas définitivement tirée au clair. La concession fédérale, la possibilité d'exproprier sur la base de la loi fédérale sur l'expropriation ainsi que les prescriptions fédérales sur les zones de sécurité et de bruit se fondent, en ce qui concerne les aéroports, sur une législation fédérale globale, qui ne laisse à l'évaluation des autorités cantonales chargées de la délivrance des autorisations que quelques questions telles que la dérivation des eaux superficielles, l'aménagement esthétique des bâtiments et le raccordement au réseau routier. En rapport avec l'autorisation de construire un champ d'aviation (champ d'aviation de montagne de la Croix-de-Coeur au-dessus de Verbier), le Tribunal fédéral a conclu en 1976 qu'une telle autorisation ne libérerait pas le promoteur du champ d'aviation de l'obligation de requérir en plus l'autorisation nécessaire de construire selon le droit cantonal ou le droit communal (ATF 102 Ia 362 f).

82 Compléments prévus du droit

Les principales lacunes du droit en vigueur ont déjà été citées dans l'introduction du présent rapport, sous chiffre 12:

L'obligation de délimiter des zones de bruit dans le voisinage des aérodromes régionaux au bénéfice d'une concession n'a pu être satisfaite jusqu'ici en raison du manque de critères d'évaluation. Ils existent désormais avec les valeurs limites d'exposition au bruit qui sont proposées au chapitre 6.

C'est la raison pour laquelle il est prévu d'édicter prochainement une ordonnance sur les zones de bruit pour les aérodromes régionaux au bénéfice d'une concession. Les valeurs limites d'exposition au bruit ne servent toutefois pas uniquement d'élément de base à l'élaboration d'une ordonnance sur le bruit, mais également de critère pour juger de la compatibilité d'aérodromes nouveaux ou existants avec l'environnement et de critères pour évaluer de la nécessité et de l'urgence des mesures de lutte contre le bruit au niveau de l'exploitation, de l'aménagement local et de la construction. Le projet de loi fédérale sur la protection de l'environnement prévoit, pour cette raison, de fixer pour tout le pays des valeurs limites d'exposition au bruit (c'est-à-dire des valeurs limites d'immissions, des valeurs de planification et des valeurs d'alarme) et de concrétiser leur importance pour la construction et l'exploitation d'aérodromes. Les catégories de valeurs limites et leurs fonctions présentées sous chiffre 61 ainsi que les exigences exposées sous chiffre 62 concernant les aérodromes et leur voisinage, répondent à la structure de la loi sur la protection de l'environnement.

