



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung EKLB
Commission fédérale pour la lutte contre le bruit CFLB
Commissione federale per la lotta contro il rumore CFLR
Cumissiun federala per il cumbat cunter la canera CFCC

Version du 04.11.2009

Valeurs limites d'exposition au bruit des places d'armes, de tir et d'exercice militaires

Sommaire

Résumé	4
Présentation générale	4
Valeurs limites d'exposition au bruit des places d'armes, de tir et d'exercice militaires	4
Ampleur de l'exposition au bruit due aux places d'armes, de tir et d'exercice militaires	4
1 Introduction	5
1.1 Mandat	5
1.2 Contexte et réalisation du mandat	5
1.3 Composition de la Commission et du groupe de travail	6
Commission fédérale pour la lutte contre le bruit	6
Groupe de travail	7
2 Protection contre le bruit selon la LPE et l'OPB	7
2.1 Finalités et modalités de la lutte contre le bruit	7
2.2 Les valeurs limites d'exposition (VLE) et leurs fonctions	7
2.2.1 Exigences applicables aux places militaires existantes	8
2.2.2 Exigences applicables aux places militaires modifiées	8
2.2.3 Exigences applicables aux nouvelles places militaires	8
2.2.4 Délimitation et équipement de zones à bâtir dans des secteurs exposés au bruit	9
2.2.5 Permis de construire des bâtiments dans des secteurs exposés au bruit	9
2.3 Différenciation des valeurs limites d'exposition	9
3 Le bruit des places militaires	10
3.1 Notions et implications	10
3.2 Caractéristiques acoustiques du bruit de tir militaire	10
3.3 Spécificités d'exploitation des places militaires	11
3.4 Effets du bruit de tir	11
4 Bases d'évaluation du bruit des places militaires	12
4.1 Aperçu de la méthode	12
4.2 L'étude Bernhardzell et les valeurs limites provisoires de la recommandation	13
4.3 La nouvelle étude sur le bruit militaire réalisée aux abords de huit places	13
5 Fixation de la méthode d'évaluation et des valeurs limites d'exposition	14
5.1 Méthode d'évaluation	14

5.1.1	Période d'évaluation et correction de niveau	14
5.1.2	Description du niveau d'exposition	15
5.1.3	Discussion sur la mise au même plan des VLE de DS II et DS III	15
5.1.4	Discussion sur la prise en considération des personnes particulièrement sensibles	16
5.2	Fixation des valeurs limites d'exposition	16
5.3	Méthode de calcul	18
5.4	Prise en considération du bruit de tir civil	19
5.5	Prise en considération du bruit d'autres activités	19
5.6	Appréciation de la nouvelle réglementation	20
5.6.1	Comparaison par rapport à l'ancienne réglementation	20
5.6.2	Comparaison avec certaines réglementations étrangères	20
5.6.3	Contraintes de la nouvelle réglementation	21
6	Estimation des conséquences	21
6.1	Généralités	21
6.2	Mesures d'assainissement et coûts	21
	Annexe A: sigles et abréviations	23
	Annexe B: réglementation des heures de tir sur certaines places	24

Résumé

Présentation générale

Par le présent rapport, la Commission fédérale pour la lutte contre le bruit (CFLB) recommande des valeurs limites d'exposition applicables au bruit des places d'armes, de tir et d'exercice militaires. Elle fournit ainsi au Conseil fédéral une base de nature à combler une lacune du droit suisse, tout en garantissant la protection de la population contre le bruit et la sécurité juridique des exploitants de ces installations.

Pour formuler ses propositions, la Commission s'est fondée sur les tout derniers résultats scientifiques d'une étude spécialement réalisée à cet effet aux abords de huit places de tir militaires suisses. Le seuil critique de la gêne considérée comme acceptable a été fixé, pour le bruit de tir militaire, selon la même procédure que celle utilisée pour les autres types de bruit déjà définis dans l'ordonnance sur la protection contre le bruit. Les propositions de valeurs limites tiennent compte du critère de protection de l'environnement et de la santé, conformément à l'art. 15 de la loi sur la protection de l'environnement.

Valeurs limites d'exposition au bruit des places d'armes, de tir et d'exercice militaires

Pour évaluer les nuisances sonores des places d'armes, de tir et d'exercice militaires, la Commission recommande de déterminer un niveau d'évaluation (Lr) sur la base du niveau continu équivalent (Leq, niveau moyen). Le niveau d'évaluation est obtenu à partir du niveau de bruit moyen pour une journée moyenne (du lundi au vendredi, de 7 h 00 à 19 h 00) et à partir du niveau moyen pour le temps restant moyen. La gêne relativement élevée occasionnée par les nuisances sonores pendant ce temps restant (heures nocturnes, week-end) est prise en considération par l'application d'un malus de 5. Aucune valeur limite d'exposition n'est fixée pour la nuit car, durant cette période, l'activité de tir sur des installations militaires est d'une importance négligeable.

Par souci de lisibilité et de cohérence avec l'ensemble des annexes de l'ordonnance sur la protection contre le bruit, le niveau d'évaluation est converti avec une correction de niveau obtenue par calcul afin que l'exposition au bruit puisse être comparée au moyen d'un schéma de valeurs limites habituel.

Tab. 1 Valeurs limites d'exposition pour le bruit des places d'armes, de tir et d'exercice

Degrés de sensibilité (art. 43 OPB)	Valeur de planification Lr en dB(A)	Valeur limite d'immissions Lr en dB(A)	Valeur d'alarme Lr en dB(A)
I	50	55	65
II	55	60	70
III	60	65	70
IV	65	70	75

Ampleur de l'exposition au bruit due aux places d'armes, de tir et d'exercice militaires

D'après des estimations, le nombre de personnes exposées à des nuisances sonores supérieures à la valeur limite d'immissions serait de l'ordre de 20 000. Pour l'heure, il n'est pas possible de proposer une estimation fine du coût que représenterait l'assainissement de toutes les places militaires, car il faudrait pour cela étudier des mesures concrètes dans le détail. Néanmoins, ce coût est chiffré à quelques dizaines de millions de francs tout au plus. Lorsque des mesures de construction et d'exploitation ne suffisent pas ou ne peuvent pas être mises en œuvre pour réduire le bruit à la source ou sur le chemin de propagation, la pose de fenêtres antibruit doit être prévue sur les immeubles des personnes exposées. Compte tenu du nombre de ces personnes, on évalue les dépenses pour ces fenêtres à 20 millions de francs au maximum.

1 Introduction

1.1 Mandat

La loi sur la protection de l'environnement (LPE) et l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB), en vigueur depuis le 1^{er} avril 1987, s'appliquent à toute installation qui, au cours de sa construction ou de son exploitation, produit un bruit extérieur pouvant gêner de manière sensible la population. Néanmoins, l'OPB ne comporte pas de valeurs limites d'exposition (VLE) pour tous les types de bruit. C'est notamment le cas pour l'évaluation du bruit des places d'armes, de tir et d'exercice militaires (places militaires)¹. Pour que ces VLE puissent être inscrites dans l'OPB, la mise en place de bases scientifiques permettant l'évaluation des immissions de bruit de tir militaire s'est révélée nécessaire. Ces bases sont destinées à élaborer des propositions de valeurs limites.

L'élaboration des bases scientifiques pour fixer les VLE relève des tâches de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et de la Commission fédérale pour la lutte contre le bruit (CFLB)². Cette tâche a déjà été menée à bien pour six types de bruit (circulation routière, chemins de fer, aéroports civils, industrie et arts et métiers, installations de tir, aérodromes militaires). Les bases scientifiques pour fixer les valeurs limites d'exposition ont ainsi été publiées dans six rapports³ dont les conclusions ont servi de base de décision au Conseil fédéral pour inscrire les VLE dans l'OPB.

Ce 7^e rapport de la Commission fournit à présent les bases scientifiques pour fixer les valeurs limites d'exposition au bruit des places militaires.

1.2 Contexte et réalisation du mandat

Pour assister la Commission fédérale dans ses travaux, l'ancien Office fédéral de la protection de l'environnement (OFPE)⁴ avait mis sur pied en 1982 un groupe de travail interne, baptisé « Protection contre les immissions dans le secteur militaire », qui avait dégagé les bases et les critères permettant d'évaluer les nuisances sonores d'origine militaire. L'une des tâches du groupe était d'élaborer des méthodes de détermination et d'évaluation du bruit de tir militaire. Devaient également être mis en évidence les effets des nuisances sonores avec l'application future de VLE définies.

¹ Dans le présent rapport, l'expression « places militaires » désigne les « places d'armes, de tir et d'exercice militaires ».

² A l'origine, cette commission s'appelait « Commission fédérale pour l'évaluation des valeurs limites d'immissions pour le bruit ». Elle changea de nom en 2002 pour devenir la « Commission fédérale pour la lutte contre le bruit » (CFLB). Pour en savoir plus sur la CFLB, rendez-vous sur: <http://www.e CLB.admin.ch/>

³ Valeurs limites pour l'exposition au bruit du trafic routier, juin 1979.

<http://www.e CLB.admin.ch/uploads/media/f-BelastungsgrenzwerteStrassenverkehr-1979.pdf>

Valeurs limites d'exposition au bruit du trafic ferroviaire, septembre 1982.

<http://www.e CLB.admin.ch/uploads/media/f-BelastungsgrenzwerteEisenbahn-1982.pdf>

Valeurs limites pour l'exposition au bruit des installations civiles de tir, octobre 1980.

http://www.e CLB.admin.ch/uploads/media/d-BelastungsgrenzwerteSchiessanlagen-1980_01.pdf

Valeurs limites d'exposition au bruit de l'aviation légère, octobre 1981.

<http://www.e CLB.admin.ch/uploads/media/f-BelastungsgrenzwerteKleinaviatik-1981.pdf>

Valeurs limites d'exposition au bruit des aérodromes militaires, avril 1989.

<http://www.e CLB.admin.ch/uploads/media/f-BelastungsgrenzwerteMilitaerflugplaetze-1989.pdf>

Valeurs limites d'exposition au bruit des aéroports nationaux, septembre 1997.

<http://www.e CLB.admin.ch/uploads/media/f-Belastungsgrenzwerte-Landesflughafen-1997.pdf>

⁴ Au fil des réorganisations, l'office a été rebaptisé « Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage » (OFEFP) en 1990, puis « Office fédéral de l'environnement » (OFEV), en 2006.

Ce groupe de travail en était arrivé à la conclusion qu'il n'était pas possible de déterminer les nuisances qui en résultent à l'aide de mesures si ce n'est par sondages, à cause de l'ampleur de la propagation du bruit de tir et de la difficulté de tenir compte des influences météorologiques. Les nuisances sonores sont donc principalement déterminées par calcul. Sur mandat de la division Lutte contre le bruit de l'OFPE, l'Empa avait alors entrepris, en 1982, la mise au point d'un programme de calcul approprié pour le bruit des places d'armes (WAPA), qui s'est achevée en 1992. Ce programme de calcul, qui a été constamment perfectionné au cours des années suivantes et adapté à l'état de la technique et de la science, était l'outil essentiel pour déterminer les nuisances sonores générées par ces installations. Parallèlement aux travaux de mise au point de ce programme, le groupe de travail avait préparé des propositions pour l'évaluation des nuisances sonores.

Le groupe de travail avait ensuite analysé les études socio-acoustiques disponibles à l'époque et, notamment, les résultats des investigations réalisées dans les années 70 autour de la place d'exercice près de Bernhardzell⁵. Le groupe de travail avait aussi étudié d'autres aspects de l'effet du bruit de tir sur la perception et l'appréciation humaines à travers des études en laboratoire. Compte tenu des nombreuses questions alors sans réponse, le groupe de travail avait décidé de ne soumettre qu'une recommandation provisoire concernant l'évaluation du bruit des places de tir et d'exercice militaires⁶. Cette recommandation comportant des valeurs limites provisoires fut publiée en 1994 par l'ancien OFEFP et le Secrétariat général du Département militaire fédéral et est, depuis, appliquée à toute construction ou modification d'installations militaires.

La finalisation des VLE à insérer dans une annexe de l'OPB fut ensuite retardée par d'autres affaires plus urgentes et il fallut attendre l'été 2006 pour qu'un nouveau groupe de travail se remette à la tâche. Compte tenu des nombreuses questions restées sans réponse, il fut décidé de réaliser de nouvelles études socio-acoustiques. Ces travaux comportent une enquête auprès de 1000 personnes dans les environs de huit des plus grandes places militaires. Les nuisances sonores ont été calculées à l'aide du nouveau programme WL04 nettement amélioré de l'Empa. Le groupe de travail a achevé ses investigations et présenté ses résultats à la CFLB pour délibération début 2009. Sur cette base, la CFLB a opté pour la méthode d'évaluation présentée ci-après avec des VLE. Elle recommande leur mise en œuvre et leur application.

1.3 Composition de la Commission et du groupe de travail⁷

Commission fédérale pour la lutte contre le bruit

- Rudolf Muggli (président), avocat, ad!vocate, Berne
- Bernhard Aufderreggen, Dr méd, Viège
- Maria Balmer, Dipl. Ing. TU Berlin, collaboratrice scientifique, Office fédéral des routes
- Lukas Bühlmann, licencié en droit, Association suisse pour l'aménagement national
- Kurt Eggenschwiler, ing. él. dipl. EPF, Empa, unité d'organisation Acoustique / Réduction du bruit
- Peter Ettler, docteur en droit, avocat, ebsbs, Zurich
- Anne-Christine Favre, docteure en droit, professeure et avocate, Centre de droit public, UNIL
- Rainer Guski, Prof. Dr., Psychologue, Ruhr-Universität Bochum
- Beat W. Hohmann, dr ès sc. techn. EPF, SUVA, responsable du secteur physique
- Beat Marty, Dipl. Ing. TU Berlin Umwelttechnik, Dienststelle für Umwelt und Energie des Kantons Luzern, Abteilung Luft, Lärm, Energie

⁵ Rapport final de la Commission pour l'évaluation des immissions de la place d'exercice près de Bernhardzell, 1977.

⁶ Recommandation concernant l'évaluation du bruit des places de tir et d'exercice militaires, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage avec le Secrétariat général du DMF, 1994.

<http://www.bafu.admin.ch/laerm/01148/06762/07092/index.html?lang=fr&download=NHZLpZig7t.lnp6l0NTU042l2Z6ln1ae2lZn4Z2qZpnO2YUq2Z6gpJCFeoB9fGym162dpYbUzd.Gpd6emK2Oz9aGodetmqaN19Xl2ldvoaCVZ.s-.pdf>

⁷ Par souci de simplification, nous n'avons pas mentionné les noms de tous les membres ayant siégé au sein de la Commission et participé au groupe de travail sur l'ensemble de la période. La présente liste reflète donc la composition au moment de la publication du rapport.

- Christian Maschke, PD Dr. Ing., FBB-Maschke, Berlin
- Tommaso Meloni, dr ès sc. nat., physicien, OFEV, division Lutte contre le bruit
- Annemarie Seiler, phys. dipl., arch. dipl. EPF, Büro für Raumentwicklung und Lärmbekämpfung
- Urs Walker, avocat, OFEV, chef de la division Lutte contre le bruit
- Christoph Zäch, avocat, Büro für Gesetzgebung
- Gilberte Tinguely, (secrétariat), dr ès sc. EPF Zurich, collaboratrice scientifique, OFEV, division Lutte contre le bruit, section Trafic aérien, armée, effets

Groupe de travail

- Hans Bögli (direction), dr ès sc. techn. EPF, chef de la section Trafic aérien, armée, effets, division Lutte contre le bruit, OFEV
- Maurus Bärlocher, licencié en droit, collaborateur scientifique, Service juridique 2, OFEV
- Jürg Lüdi, collaborateur scientifique, chef suppléant de l'immobilier des Forces terrestres, DDPS
- Klaus Dolder, collaborateur scientifique, domaine Immobilier, centre de compétence énergie, air et bruit, armasuisse
- Bruno Locher, licencié en droit, chef Territoire et environnement DDPS, Secrétariat général DDPS
- Jean Marc Wunderli, dr ing. Empa, unité d'organisation Acoustique / Réduction du bruit
- Mark Brink, dr phil., EPF Zurich, Dept. MTEC, Zentrum für Organisations- und Arbeitswissenschaften.

2 Protection contre le bruit selon la LPE et l'OPB

2.1 Finalités et modalités de la lutte contre le bruit

Le droit à la protection contre le bruit consacré dans la loi sur la protection de l'environnement (LPE) vise à protéger la population des bruits nuisibles et incommodants (art. 1, al. 1, LPE). En particulier les atteintes qui gênent de manière sensible la population dans son bien-être (art. 15 LPE) doivent être évitées et éliminées si elles existent déjà. Le seuil de bruit considéré comme nuisible ou incommodant est concrétisé par les valeurs limites d'immissions (VLI) édictées par le Conseil fédéral. Pour fixer les VLI, ce dernier tient également compte de l'effet des immissions sur des catégories de personnes particulièrement sensibles, telles que les enfants, les malades, les personnes âgées et les femmes enceintes, comme l'impose l'art. 13 LPE.

2.2 Les valeurs limites d'exposition (VLE) et leurs fonctions

La LPE, et par conséquent l'OPB, distingue trois types de valeurs limites d'exposition (VLE):

- les valeurs limites d'immissions (VLI), qui désignent le seuil de bruit considéré comme nuisible ou incommodant (art. 13 et 15 LPE);
- les valeurs de planification (VP), qui sont inférieures aux valeurs limites d'immissions (art. 23 LPE);
- les valeurs d'alarme (VA), qui sont supérieures aux valeurs limites d'immissions (art. 19 LPE).

Pour atteindre son objectif, la LPE prévoit des modalités de lutte contre le bruit à trois niveaux. Au premier niveau, les émissions doivent être limitées à la source ou sur le chemin de propagation, dans la mesure que permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable (art. 11, al. 1 et 2, LPE). Si les VLE déterminantes sont dépassées, au deuxième niveau, les mesures de limitation d'émissions devront être plus sévères (art. 11, al. 3, LPE) et, seulement au troisième niveau, si les mesures ne sont pas proportionnelles, les immeubles des personnes exposées au bruit devront être équipés d'isolation acoustique. Ce plan de lutte contre le bruit vaut en principe pour l'ensemble des installations émettant du bruit. Le troisième niveau n'est toutefois envisageable que pour les installations publiques ou concessionnaires. Les atteintes provenant des

installations sont limitées par l'application des catégories de mesures énumérées de façon exhaustive à l'art. 12, al. 1, LPE.

L'implication des différentes VLE pour les places militaires peut être expliquée comme suit:

2.2.1 Exigences applicables aux places militaires existantes

Les installations qui contribuent de manière notable au dépassement des VLI doivent être assainies conformément à l'OPB, dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation et économiquement supportable, et de telle façon que les VLI ne soient plus dépassées (art. 13, al. 1 et 2, OPB). A titre de mesures d'assainissement, l'OPB prévoit des limitations d'émissions (art. 12 LPE). Celles-ci comprennent en premier lieu des réductions de bruit à la source (mesures de construction ou d'exploitation), c'est-à-dire sur les installations elles-mêmes. Sont également considérées comme limitations d'émissions les mesures prises sur la propagation du son, par exemple les parois et remblais antibruit. Lorsque les immissions de bruit d'installations existantes ne peuvent pas être ramenées partout en dessous des VLI par des mesures d'assainissement proportionnelles, l'autorité d'exécution peut dans certains cas accorder des allègements (art. 14 OPB). L'autorisation de ces allègements doit toutefois être accordée avec retenue. Ils ne peuvent en effet être autorisés qu'après avoir pris en compte tous les intérêts en présence. Lorsque pour des installations fixes, publiques ou concessionnaires (dont font partie les places militaires), il n'est pas possible de respecter les valeurs d'alarme en raison des allègements accordés, des mesures d'isolation acoustique appliquées aux bâtiments à protéger doivent être prises (art. 15 OPB). Les frais sont à la charge du propriétaire des installations, c'est-à-dire ici, la Confédération.

2.2.2 Exigences applicables aux places militaires modifiées

Lorsqu'une installation existante ou son exploitation est modifiée les émissions de bruit des nouveaux éléments d'installation devront être limitées à titre préventif selon le principe de limitation maximale d'émissions (art. 8, al. 1, OPB). Si la modification est notable, c'est-à-dire qu'elle entraîne une élévation perceptible des nuisances sonores, ou s'il s'agit de la reconstruction d'une installation (art. 8, al. 3, OPB), les émissions de l'ensemble de l'installation modifiée ne devront pas dépasser les VLI (art. 8, al. 2, OPB). Si, dans le cas d'une modification notable, les mesures du premier niveau (prévention) ne sont pas suffisantes pour garantir le respect des VLI, des mesures plus sévères devront être ordonnées (deuxième niveau; art. 11, al. 3, LPE) jusqu'à ce que les VLI soient respectées. Pour les places militaires, des allègements peuvent être accordés dans certains cas.

En principe, une hausse du niveau d'évaluation (L_r) de plus de 1 dB équivaut à une élévation perceptible des nuisances sonores. En outre, une augmentation est également considérée comme une élévation perceptible lorsque le bruit survient fraîchement à des moments de calme et de repos (la nuit, le soir, tôt le matin ou le week-end).

Lorsque pour des installations publiques ou concessionnaires notablement modifiées, les VLI ne peuvent pas être respectées, des mesures d'isolation acoustique doivent être ordonnées à partir de la VLI pour les bâtiments existants disposant de locaux à usage sensible au bruit (art. 10 OPB).

2.2.3 Exigences applicables aux nouvelles places militaires

Les émissions causées par le bruit de nouvelles installations doivent être limitées dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation, et économiquement supportable et de telle façon que les immissions de bruit dues exclusivement à l'installation en cause ne dépassent pas les valeurs de planification (art. 7, al. 1, OPB). Les deux critères – prévention et respect des VP – ont leurs significations propres. Fondamentalement, il ne suffit pas de tout juste respecter la VP.

L'autorité d'exécution peut accorder des allègements si l'installation présente un intérêt public prépondérant et si le respect des VP constituait une charge disproportionnée pour cette dernière (art. 7, al. 2, OPB). Ces allègements doivent toutefois être autorisés avec la plus grande retenue, soit après une prise en compte de tous les intérêts en présence. Si, pour certaines places militaires, les VLI ne peuvent pas être respectées sans dépenses disproportionnées, des mesures d'isolation acoustique (p. ex. installation de fenêtres antibruit) à la charge des propriétaires sont réalisées pour les bâtiments comprenant des locaux à usage sensible au bruit (art. 10, al. 1, OPB).

2.2.4 Délimitation et équipement de zones à bâtir dans des secteurs exposés au bruit

Dans les secteurs exposés à des nuisances sonores supérieures à la VP, il n'est possible de délimiter de nouvelles zones à bâtir destinées à des bâtiments comprenant des locaux à usage sensible au bruit que si des mesures de planification, d'aménagement ou de construction permettent de respecter les VP (art. 29 OPB). Les simples changements d'affectation à l'intérieur de zones à bâtir existantes ne sont donc pas concernés.

Lorsque la VP est dépassée, une zone à bâtir déjà délimitée ne peut pas être équipée s'il est impossible de respecter les VP par des mesures de planification, d'aménagement ou de construction. L'autorité d'exécution peut accorder des exceptions pour de petites parties de zones à bâtir.

2.2.5 Permis de construire des bâtiments dans des secteurs exposés au bruit

Des permis de construire ne peuvent être délivrés pour de nouveaux bâtiments à usage sensible au bruit (p. ex. logements et bureaux) que si la situation sonore existante permet de vivre ou de travailler de manière satisfaisante. C'est le cas lorsque les locaux à usage sensible au bruit d'un immeuble peuvent être protégés efficacement. C'est pourquoi l'OPB spécifie que de nouveaux bâtiments avec locaux à usage sensible au bruit peuvent être construits uniquement si les VLI ne sont pas dépassées (art. 31, al. 1, OPB). Lorsque les VLI sont dépassées, des permis de construire peuvent exceptionnellement être délivrés, à condition toutefois que des mesures d'aménagement ou de construction soient prises ou que les locaux à usage sensible au bruit soient placés sur le côté du bâtiment opposé au bruit. Les mesures d'isolation acoustique appliquées au bâtiment même ne sont pas considérées comme des mesures d'aménagement ou de construction. Les coûts de ces mesures d'isolation acoustique sont à la charge des propriétaires du terrain (art. 31, al. 3, OPB).

Lorsque les VLI ne peuvent pas être respectées avec les mesures susmentionnées, le permis de construire ne sera délivré que si l'édification du bâtiment présente un intérêt prépondérant et si l'enveloppe extérieure garantit une protection élevée contre le bruit extérieur (art. 31 et 32, al. 2, OPB). La clarification de cette question nécessite dans tous les cas une minutieuse mise en balance des intérêts en présence et l'assentiment de l'autorité cantonale. Dans le cas de dépassements importants des VLI, mais surtout des VA, l'intérêt prépondérant d'un immeuble d'habitations ne peut plus guère être invoqué. En pareils cas, l'intérêt de la protection prime.

2.3 Différenciation des valeurs limites d'exposition

Comme pour tous les autres types de bruit qui sont réglementés par l'OPB, les VLE des places militaires doivent être échelonnées selon le degré de sensibilité de l'affectation définie par l'aménagement du territoire (art. 2, al. 5, OPB). Quatre degrés de sensibilité (DS) ont été définis en fonction des différentes affectations, ce qui permet de prendre en compte au mieux les différents besoins de la population en matière de protection contre le bruit selon l'activité autorisée. Les VLE sont donc plus strictes pour les zones d'habitation que pour les zones industrielles.

Les VLE n'ont en revanche pas été différenciées selon des tranches horaires journalières, car l'expérience montre que l'activité de tir sur des installations militaires a lieu en grande partie en journée, c'est-à-dire du lundi au vendredi, entre 7 heures et 19 heures. Les immissions de bruit en dehors de ces créneaux (p. ex.

tirs à la nuit tombante) étant limitées, la définition de VLE pour la nuit ne serait pas le meilleur moyen de réduire la fréquence de ces événements relativement rares.

L'OPB fixe des critères pour attribuer un degré de sensibilité (DS) aux différentes zones d'affectation. L'attribution effective est du ressort des cantons et des communes. Le tableau 2 résume les critères d'attribution (art. 43 OPB).

Tab. 2 Critères d'attribution des degrés de sensibilité (DS) aux zones d'affectation

DS	Affectation
I	Zones qui requièrent une protection accrue contre le bruit (p. ex. zones de détente)
II	Zones sans entreprise gênante (p. ex. zones d'habitation, zones réservées à des constructions et installations publiques)
III	Zones avec entreprises moyennement gênantes (p. ex. zones d'habitation et artisanales, zones agricoles)
IV	Zones avec entreprises fortement gênantes (p. ex. zones industrielles)

3 Le bruit des places militaires

3.1 Notions et implications

Selon l'ordonnance du 26 juin 1996 sur les places d'armes, de tir et d'exercice (OPATE)⁸, une place d'armes comprend des constructions, des aménagements, des installations et des terrains pour l'instruction, le logement, la subsistance et les loisirs. Elle sert en premier lieu à l'instruction de base dans les écoles de recrues et les écoles de cadres. Elle peut également être utilisée pour les cours de perfectionnement de la troupe. A l'heure actuelle, la Suisse compte 38 places d'armes.

Les places de tir et d'exercice sont des territoires dans lesquels des exercices de tir ou d'autres exercices de troupe ont régulièrement lieu. Elles peuvent se composer d'un ou de plusieurs emplacements de positions, secteurs de mouvement et zones d'objectifs. Actuellement, on dénombre quelque 280 places de ce type en Suisse. Pour la plupart, il s'agit toutefois de zones d'une ampleur géographique relativement faible.

Une liste des places militaires est disponible dans le Plan sectoriel militaire⁹.

3.2 Caractéristiques acoustiques du bruit de tir militaire

La notion de « bruit de tir » englobe diverses sources de bruit ainsi que différents lieux, caractéristiques et mécanismes d'apparition. On distingue la détonation à la bouche, la détonation due au projectile et la détonation proprement dite, étant entendu que ces sources partielles ne se manifestent pas nécessairement toutes à chaque événement. Toutes les sources de bruit de tir ont néanmoins ceci en commun qu'il s'agit d'événements brefs, à caractère impulsif, avec des pressions acoustiques souvent élevées.

La détonation à la bouche est générée, lors d'un coup de feu, par les gaz libérés au moment de l'inflammation de la charge propulsive. Le niveau sonore de la détonation à la bouche est généralement très élevés en direction de la ligne de tir et assez faibles à l'arrière. Si la directivité dépend surtout de l'arme, les niveaux de pression acoustique qui en résultent sont surtout déterminés par la munition. L'énergie acoustique globalement libérée se comporte de manière à peu près proportionnelle à l'énergie cinétique du

⁸ <http://www.admin.ch/ch/f/rs/5/510.514.fr.pdf>

⁹ http://www2.vbs.admin.ch/internet/gs/raum/spm/2007/fr/SPM2007_fr.pdf

projectile. En conséquence, plus les projectiles sont lourds et les vitesses de sortie élevées, plus les émissions sonores sont fortes. Les détonations à la bouche présentent un spectre à large bande caractéristique avec prédominance des basses fréquences. Les fréquences prédominantes de l'émission diminuent toutefois au fur et à mesure que l'intensité de la source augmente. Elles peuvent même passer sous la barre des 100 Hz pour certaines armes de très gros calibre, tels les obusiers blindés.

La vitesse des projectiles dépasse souvent la vitesse du son. Dans ce cas, il se produit une détonation supersonique, appelée détonation due au projectile. Cette dernière se propage uniquement dans une zone latérale à la trajectoire de tir. L'angle d'ouverture de cette zone de détonation due au projectile dépend de la vitesse de ce dernier. Typiquement, cette détonation se produit toujours avant la détonation à la bouche et à des fréquences nettement plus hautes. Son niveau sonore est proportionnel au frottement de l'air du projectile. Il dépend donc du calibre, de la longueur, de la forme et de la vitesse du projectile.

Une détonation à proprement parler se produit lorsque, une fois allumée, une substance explosive s'enflamme à une vitesse telle que les gaz de combustion acquièrent une rapidité de propagation plusieurs fois égale à la vitesse du son. Outre les minages et les grenades à main, il s'agit aussi de projectiles qui, lors du choc, dégagent un effet détonant supplémentaire, comme c'est souvent le cas avec des lance-mines ou des obusiers blindés. Ces détonations présentent des caractéristiques comparables à celles de la détonation de bouche, à la différence que la diffusion n'est pas directionnelle.

3.3 Spécificités d'exploitation des places militaires

En Suisse, les activités de tir se déroulent sur des installations militaires, généralement du lundi au vendredi, entre 7 heures et 19 heures. Les immissions de bruit provenant des tirs en dehors de ces créneaux horaires sont de moindre importance en regard des nuisances journalières. Le plus souvent, il s'agit de tirs effectués à la nuit tombante à des fins d'instruction, qui sont limités au minimum déjà pour des raisons d'exploitation. Pour chaque place militaire, les horaires de tir possibles sont réglementés dans l'ordre de place d'armes et de tirs¹⁰, et la population est informée au préalable des activités par le biais d'avis de tir. Généralement, aucun autre tir ne se produit la nuit, entre 23 heures et 7 heures, et on peut supposer que les activités de tir sur les places militaires suisses ne changeront pas dans les prochaines années. Bon nombre de petites places de tir ne fonctionnent que de façon saisonnière, avec des troupes utilisant des armes légères. Leur durée d'ouverture va de quelques jours à quelques semaines par an.

Au-delà des activités purement militaires, beaucoup d'installations de tir à courte distance sont également utilisées par des unités de police et de surveillance des frontières. Ces tirs civils sont évalués selon la même méthode que les tirs militaires. Leurs horaires coïncident généralement avec les créneaux des troupes militaires. Par ailleurs, beaucoup d'installations de tir sont utilisées par des clubs de tir civils, dont les horaires ne correspondent que partiellement à ceux des militaires. Mais surtout, ces activités peuvent s'étendre aux week-ends. L'évaluation s'effectue donc selon la méthode employée pour le bruit de tir civil.

3.4 Effets du bruit de tir

Du fait de son système de milice, la Suisse possède une longue tradition en matière de tir civil et militaire. Compte tenu de la multitude des installations de tir et du développement de l'espace urbain, le bruit des installations de tir militaires produit aussi ses effets indésirables dans des zones habitées, situées à proximité de places militaires. Effets du bruit les plus fréquents:

- gêne de la communication (discussion orale, conversation téléphonique, écoute de la radio et de la télévision, etc.);

¹⁰ Voir à ce sujet l'annexe B: réglementation des heures de tir sur certaines places

- entrave à certaines activités mentales par distraction et perturbation de la concentration (activités intellectuelles, école, etc.);
- modification du mode de vie (fermeture des fenêtres, intention de déménager, etc.);
- troubles du sommeil (perturbation du repos nocturne, réveil des jeunes enfants durant la journée);
- réactions du système neurovégétatif;
- perception de vibrations (vibration des fenêtres et des verres, tremblement des murs, etc.).

Les effets de ce type doivent être qualifiés d'atteinte au bien-être au sens de l'art. 15 LPE et, par conséquent, d'atteinte à la santé ou de risque pour la santé. Une grande partie des effets et dérangements susmentionnés sont communément regroupés sous la forme d'un indicateur d'effets global, la gêne.

C'est le rapport exposition-effet (fonction exposition-gêne), décrivant mathématiquement le lien entre un niveau d'exposition et la gêne occasionnée, qui permet d'évaluer l'exposition au bruit, car c'est l'effet des nuisances sonores qui est l'objet des limitations et des contrôles par l'Etat ou des mesures de prévention. La recherche sur les effets du bruit est généralement en mesure de présenter de manière plus ou moins précise le lien existant entre un niveau d'exposition et un certain effet au sens d'un pronostic écologiquement valide au moyen de modèles appropriés. La question de savoir dans quelle mesure l'effet doit être limité (par la loi), ou « toléré », est tranchée par le critère déterminant de l'art. 15 LPE, qui indique que les immissions inférieures aux VLI ne doivent pas gêner de manière sensible la population dans son bien-être.

Le bruit de tir cause surtout de la gêne. Compte tenu de la structure temporelle spécifique de l'activité de tir militaire (faibles émissions sonores la nuit ou le week-end), on peut conclure que les autres problèmes de santé (troubles du sommeil) en lien avec le bruit de tir militaire sont minimes. La nouvelle étude sur le bruit de tir, mandatée par l'OFEV et réalisée par l'EPF et l'Empa¹¹, montre le lien entre les nuisances dues au bruit de tir et la gêne qui en résulte dans une fonction exposition-effet formalisée en termes mathématiques, qui exprime la meilleure évaluation possible des effets de gêne auprès de la population suisse. Pour fixer les VLE, il est donc logique de se référer à cette étude (voir aussi, chapitre 4 ci-dessous).

4 Bases d'évaluation du bruit des places militaires

4.1 Aperçu de la méthode

La définition de valeurs limites d'exposition s'effectue en quatre étapes:

1. détermination et recensement des atteintes déterminantes;
2. quantification et détermination des immissions sonores à l'aide d'un niveau d'exposition;
3. description du lien entre les immissions et les atteintes qu'elles occasionnent (p. ex. à l'aide d'un modèle de régression mathématique);
4. définition des valeurs limites d'exposition.

Le recensement des atteintes déterminantes du bruit, qui constitue la première étape, se rapporte généralement aux personnes. Les critères correspondants sont définis à l'art. 13 LPE, qui évoque la prise en considération d'atteintes nuisibles ou incommodes. Pour les installations militaires, l'atteinte déterminante correspond à la gêne occasionnée pendant la journée et, dans une moindre mesure, en début de nuit. Le niveau de gêne est recueilli par le biais d'une enquête effectuée auprès d'un échantillon représentatif de la population concernée. Les personnes interrogées indiquent le degré de gêne occasionnée par les immissions de bruit militaire.

¹¹ Brink, M., & Wunderli, J.-M. (2009). Annoyance responses to military shooting noise in Switzerland (Final Report – on behalf of the Swiss Federal Office for the Environment): EPF Zurich, MTEC-ZOA Public and Organizational Health, LEO B 9.1, 8092 Zurich.

Les activités nocturnes militaires étant minimales ou limitées aux premières heures de la nuit (tirs à la nuit tombante), on part du principe que les troubles du sommeil sont négligeables.

Bien qu'il existe d'autres effets que ceux qui touchent à la santé, ceux-là n'ont aucune incidence pour la définition des valeurs limites. Les effets sur l'économie ou la défense nationale sont pris en compte par la mise en œuvre de mesures, notamment, par l'octroi d'allègements.

La deuxième étape consiste à quantifier les immissions sonores à l'aide d'un niveau d'exposition qui reflète au mieux la caractéristique de la gêne pour la population. La meilleure solution est d'utiliser une mesure d'énergie qui se base sur la valeur énergétique moyenne de l'immission acoustique (L_{eq}) et qui prend en compte les particularités du bruit (sons, caractère impulsif du bruit, etc.) au moyen de facteurs de correction adéquats. Le degré de nuisance doit être établi de façon à ce que la corrélation entre les nuisances acoustiques et l'effet soit aussi grande que possible.

La troisième étape, qui s'intéresse à la description du lien entre les immissions et les atteintes déterminantes occasionnées, permet d'obtenir une courbe exposition-effet. Les enquêtes préalables sur les nuisances et les effets doivent s'effectuer auprès d'un échantillon représentatif de la population concernée, de façon à ce que la courbe exposition-effet apporte des informations fiables sur l'effet de gêne.

La quatrième étape consiste à définir des VLI à partir de cette courbe. Le critère déterminant est défini à l'art. 15 LPE, selon lequel les immissions inférieures aux VLI ne doivent pas gêner de manière sensible la population dans son bien-être. La pratique de mise en œuvre est telle que la VLI est fixée pour la journée et le DS II (zone d'habitation) au niveau où 15 à 25 % de la population – c'est-à-dire des personnes interrogées – se disent « très gênées ». Les VLI du DS I sont diminuées de 5 dB, et celles des DS III et IV, augmentées de 5 dB chacune. Les VP sont 5 dB plus basses que les VLI correspondantes et les VA sont 5 à 10 dB plus élevées.

4.2 L'étude Bernhardtzell et les valeurs limites provisoires de la recommandation

Les valeurs limites provisoires, fixées notamment à partir de l'étude Bernhardtzell dans la recommandation commune de l'OFEV et du secrétariat général du DMF, reposaient sur un concept de dose, initialement dérivé de niveaux maximaux. La dose de bruit produite en une année sur le lieu des immissions est censée ne pas dépasser un certain niveau pour que les critères mentionnés à l'art. 15 LPE soient satisfaits. Les valeurs limites provisoires ne revêtent toutefois pas le caractère obligatoire de VLE proprement dites, comme c'est le cas des valeurs figurant dans les annexes de l'OPB. Pour éviter de préjuger inutilement de la décision du Conseil fédéral, on a renoncé à différencier ces valeurs limites selon les différents degrés de sensibilité et à fixer une valeur d'alarme provisoire. La recommandation se limite par conséquent à la définition d'une valeur limite sous forme d'un niveau de bruit de l'événement acoustique¹² pour les nouvelles installations de $L_{AE} = 113$ dB et d'une valeur limite pour les installations existantes de $L_{AE} = 119$ dB. Au cours des quinze dernières années, la recommandation a été appliquée dans de nombreuses procédures d'approbation des plans ou comme base d'évaluation lors de réclamations relatives aux nuisances sonores.

4.3 La nouvelle étude sur le bruit militaire réalisée aux abords de huit places

Compte tenu de l'incertitude relativement grande entourant l'étude Bernhardtzell (calculs approximatifs des expositions au bruit, manque de représentativité), le groupe de travail a décidé en 2006 de procéder à une enquête sur la gêne occasionnée par huit places militaires suisses proches d'habitations (Bière, Thoune, Wangen an der Aare, Gehren-Erlinsbach, Krähtal-Riniken, Walenstadt, Herisau-Gossau, Coire), dont les immissions sonores se situent dans la zone critique et dans les environs desquelles vit la majeure partie de

¹² Pour le niveau de bruit de l'événement acoustique L_{AE} (anciennement, SEL), l'énergie acoustique est normée à une seconde.

la population suisse concernée. L'exposition au bruit de tir militaire a ainsi été analysée auprès d'un échantillon stratifié représentatif d'un total de 1002 personnes, et une enquête téléphonique a été réalisée. La détermination des immissions sonores a été conduite par l'Empa, et l'enquête auprès de la population touchée a été confiée à l'EPF Zurich. Le rapport exposition-effet établi au cours de cette enquête a servi de base à la Commission pour fixer des valeurs limites d'exposition. Les résultats de l'enquête ont été discutés avec des experts internationaux et publiés dans le cadre de congrès spécialisés¹³ ¹⁴. Un rapport détaillé¹⁵ sur cette étude à l'attention de l'OFEV est en outre disponible depuis mars 2009.

5 Fixation de la méthode d'évaluation et des valeurs limites d'exposition

5.1 Méthode d'évaluation

La détermination d'un niveau d'exposition optimal doit permettre, en utilisant le rapport exposition-effet, d'expliquer la plus grande partie de la variation d'effet par l'exposition. Le niveau d'exposition (acoustique ou d'exploitation) doit donc décrire au mieux l'effet et, dans ce cas, la gêne de la population. La définition du niveau d'exposition optimal s'effectue par itérations et par comparaisons de différents modèles d'analyse des effets statistiques. Il est apparu dans la nouvelle étude que le niveau de bruit de l'événement acoustique pondéré A (L_{AE}), qui est produit par l'exploitation de tir en une année, était la mesure la plus appropriée pour établir des prévisions de gêne. Le principe dit « de dose » peut par conséquent être appliqué au bruit de tir militaire. Le L_{AE} peut être converti pour chaque période d'évaluation souhaitée en un L_{Aeq} (voir les deux paragraphes suivants).

5.1.1 Période d'évaluation et correction de niveau

L'expérience montre que les activités de tir sur des installations militaires se déroulent principalement du lundi au vendredi, entre 7 heures et 19 heures. En dehors de ces créneaux, les activités de tir sont très réduites, raison pour laquelle la détermination de valeurs limites nocturnes ne se justifie pas. On sait cependant que la population est plus sensible au bruit la nuit et le week-end qu'en journée. Pour tenir compte de cet effet de gêne accru dans l'évaluation, on ajoute un malus. Pour définir la valeur de ce dernier, la Commission s'est basée sur les corrections de niveau employées pour les heures du soir et de la nuit.

En Suisse, les VLI appliquées à la plupart des types de bruit sont inférieures de 10 dB la nuit par rapport à la journée. Dans la directive relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement¹⁶, l'UE a également fixé une correction de 5 dB pour le soir et de 10 dB pour la nuit pour obtenir l'indicateur de bruit L_{den} . Les tirs à la nuit tombante s'achèvent généralement à 23 heures au plus tard. Cette plage de 19 heures à 23 heures correspond donc plutôt à des heures du soir. Dans l'OPB, des VLE spécifiques pour certaines heures de la nuit n'ont été fixées que pour le bruit du trafic aérien jusqu'à présent. De 22 heures à 23 heures, la VLI du DS II a été réduite de 5 dB par rapport à la VLI pour le jour. Dans la directive susmentionnée, l'UE a également appliqué une correction de niveau de 5 pour le créneau de 19 heures à 23 heures. Ainsi la Commission a décidé de tenir compte

¹³ Brink, M., Wunderli, J.-M., & Boegli, H. (2008). Community response to military shooting noise immissions [756]. Paper presented at the ACOUSTICS 2008, Paris.

¹⁴ Brink, M., Wunderli, J.-M., & Boegli, H. (2008). Community response to military shooting noise immissions – preliminary results. Paper presented at the 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN), Foxwoods, CT.

¹⁵ Brink, M., & Wunderli, J.-M. (2009). Annoyance responses to military shooting noise in Switzerland (Final Report – on behalf of the Swiss Federal Office for the Environment): EPF Zurich, MTEC-ZOA Public and Organizational Health, LEO B 9.1, 8092 Zurich.

¹⁶ Directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:189:0012:0025:FR:PDF>

de l'effet de gêne accru des nuisances sonores durant les heures nocturnes et le week-end en appliquant un malus de 5.

5.1.2 Description du niveau d'exposition

Pour calculer le niveau d'exposition à partir de l'énergie acoustique (dose) de chaque tir, le niveau d'évaluation est établi à partir d'un niveau Lr (jour) pour la période du lundi au vendredi, de 7 heures à 19 heures, et d'un niveau Lr (reste) pour les horaires situés en dehors de ces créneaux; le dernier niveau, comme indiqué ci-dessus, subissant une correction de $K1=5$. Le niveau d'évaluation global Lr résulte de l'addition énergétique de Lr (jour) et Lr (reste), dont la moyenne est calculée sur la période d'évaluation T. Si, pour des raisons de compatibilité, l'on considère que l'actuel schéma de valeurs limites doit aussi être conservé pour le bruit militaire, une correction de niveau supplémentaire K2 s'avère par ailleurs nécessaire. Cette question est abordée au point 5.3.

5.1.3 Discussion au sujet de VLE identiques pour le DS II et le DS III

La fixation des limites a soulevé la question de savoir si les VLE de DS II et DS III devaient être fixées au même niveau, comme cela a déjà été fait pour le bruit des aérodromes militaires¹⁷ (annexe 8 OPB). A ce sujet les réflexions suivantes sont importantes:

Les valeurs limites d'exposition dépendent du DS attribué à une zone d'affectation. La fixation concrète d'un DS s'effectue dans le plan d'affectation cantonal ou communal. Les cantons ou les communes disposent pour cela d'une certaine marge d'appréciation dans l'attribution des DS aux zones d'affectation. Ainsi, selon l'art. 43, al. 2, OPB, il est possible de déclasser d'un degré les parties de zones d'affectation de DS I ou II, lorsqu'elles sont déjà exposées au bruit. Conséquence d'un tel déclassement, des valeurs limites d'exposition relevées de 5 dB s'appliquent à tous les types de bruit dans la zone concernée. Compte tenu de l'étendue géographique des places militaires, il est à craindre que des communes riveraines fassent largement usage de cette possibilité de déclasser d'un degré pour éviter tout ou partie des restrictions de planification. Un déclassement si général des DS entraînerait, du point de vue de la protection contre le bruit, des inconvénients considérables puisqu'il conduirait aussi à une évaluation moins stricte de tous les autres types de bruit réglementés dans l'OPB. Cela se ferait sentir notamment durant les périodes sans activité de tir. La parade à ce généreux passage du DS II au DS III pourrait être de mettre au même niveau les VLE pour les places militaires car, ainsi, les zones d'habitation concernées par le bruit de tir militaire pourraient aussi rester assignées au même degré de sensibilité. Comme pour les autres types de bruit on applique des VLE inférieures dans le DS II (à l'exception du bruit des avions militaires) que dans le DS III, les nuisances sonores globales pourraient, avec cette réglementation, être maintenues à un niveau plus bas.

L'argument selon lequel une mise au même plan des VLE de DS II et DS III pour les places militaires pourrait constituer la parade à un éventuel déclassement général de DS II à DS III est recevable sur le fond. En même temps, il faut savoir que les sources de bruit terrestres présentent toujours des valeurs limites d'exposition différenciées dans les annexes de l'OPB. Ainsi, pour les raisons suivantes, il est recommandé de distinguer pour les places militaires les VLE pour le DS II et le DS III.

En vertu des prescriptions légales (art. 13 et 15 LPE), on peut supposer que les personnes se sentent fortement gênées dans leurs activités à des niveaux plus élevés dans une zone d'affectation avec un DS III (zone mixte, zone artisanale) que les personnes vivant dans une zone d'habitation avec un DS II. Bien que la population située dans une zone avec un DS III soit aussi fortement exposée que celle résidant dans une zone de DS II, on peut, compte tenu du DS plus élevé, aussi penser que celle-ci ait à supporter des nuisances sonores plus fortes. De surcroît, une protection contre le bruit de tir plus

¹⁷ Valeurs limites d'exposition au bruit des aérodromes militaires, avril 1989.

<http://www.eklb.admin.ch/uploads/media/f-BelastungsgrenzwerteMilitaerflugplaetze-1989.pdf>

élevée s'impose dans les zones d'habitation, car les événements de tir à fort caractère impulsif sont à peine masqués par le faible bruit de fond et sont donc ressentis comme nettement plus gênants que pour un bruit de fond plus élevé. Enfin, à la différence du bruit des avions militaires, des mesures à la source sont également possibles et en principe réalisables sur le chemin de propagation. Avant qu'une commune ne concrétise un passage du DS II au DS III, toutes les mesures doivent être vérifiées au préalable. Dans l'ensemble, il en résulte donc une protection de la population au moins aussi efficace qu'avec une mise au même niveau des DS.

5.1.4 Discussion sur la prise en considération des personnes particulièrement sensibles

Pour évaluer les atteintes nuisibles ou incommodes, il convient de tenir compte également de l'effet des immissions sur des catégories de personnes particulièrement sensibles, telles que les enfants, les malades, les personnes âgées et les femmes enceintes (art. 13, al. 2, LPE).

Dans l'étude mandatée dans le but¹⁸ d'évaluer la gêne occasionnée par le bruit de places militaires, les malades, les personnes âgées et les femmes enceintes n'ont été exclus. On peut donc supposer que ces groupes de personnes ont également participé à l'enquête. En revanche, les enfants n'ont pas été interrogés.

Lors des précédentes définitions de VLE, les personnes particulièrement sensibles n'ont pas été spécialement prises en compte, car il n'existe aucune théorie ou pratique scientifique applicable en l'espèce. Mais on peut supposer qu'avec les VLE, fixées avec l'ancienne méthode, même ces personnes sont en grande partie protégées. Les cantons ou les communes pourraient ensuite renforcer la protection de ces personnes en fixant le DS I pour les zones comportant des hôpitaux ou des foyers pour personnes âgées ce qui se traduirait par des VLE de 5 dB plus strictes.

5.2 Fixation des valeurs limites d'exposition

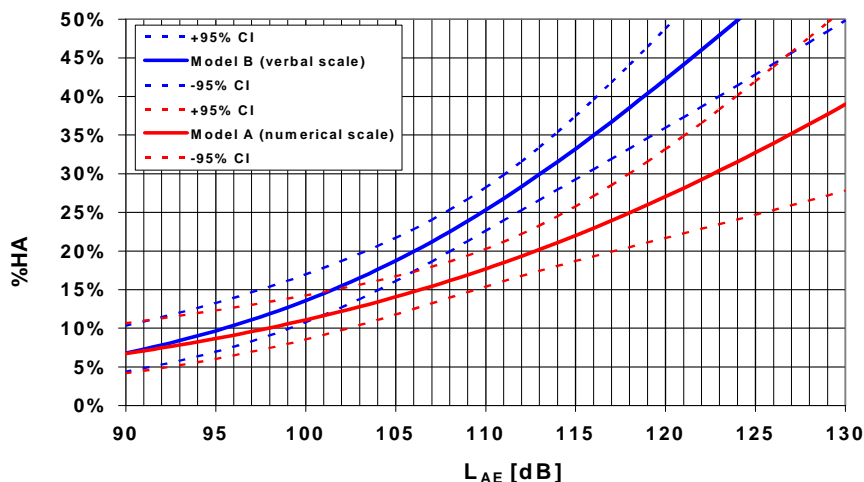
Les rapports exposition-effet obtenus dans le cadre de la nouvelle étude de référence ont servi de base pour fixer les VLE. Lors de l'enquête visant à relever la gêne, deux types d'échelle ont été employés. L'échelle numérique en 11 points (E11) est généralement utilisée pour toutes les enquêtes destinées à relever la gêne due aux immissions de bruit en Suisse. L'échelle est graduée de 0 (aucune gêne du tout) à 10 (gêne extrême), et les alternatives de réponse 8, 9 et 10 sont habituellement désignées comme « forte gêne » ou « Highly annoyed » (HA). De plus, fut également employée une échelle verbale en 5 points (E5), recommandée¹⁹ par l'ICBEN²⁰. La gradation s'effectue par le biais de cinq qualificatifs décrivant l'ampleur de la gêne occasionnée par le bruit: « extrêmement forte », « forte », « modérée », « faible », « inexistante ». Les deux qualificatifs situés en haut de cette échelle sont considérés comme « HA ». Les caractéristiques respectives de ces deux échelles sont discutées dans le rapport final de l'étude de l'EPF Zurich. Au final, l'utilisation de ces deux types d'échelle s'est traduite par deux courbes exposition-effet différentes (fig. 1).

¹⁸ Brink, M., & Wunderli, J.-M. (2009). Annoyance responses to military shooting noise in Switzerland (Final Report – on behalf of the Swiss Federal Office for the Environment): EPF Zurich, MTEC-ZOA Public and Organizational Health, LEO B 9.1, 8092 Zurich.

¹⁹ Fields, J. M., De Jong, R. G., Gjestland, T., Flindell, I. H., Job, R. F. S., Kurra, S., et al. (2001). Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: Research and a recommendation. *Journal of Sound and Vibration*, 242(4), 641–679.

²⁰ International Commission on Biological Effects of Noise

Fig. 1 Courbes exposition-effet relatives à la gêne (%HA), à partir des relevés effectués avec les échelles E10 (modèle A) et E5 (modèle B)¹⁸



L'enquête réalisée avec l'E5 s'est traduite, pour l'étude du bruit militaire, par une interprétation de variance légèrement meilleure statistiquement qu'avec l'E11. La différence est toutefois minime. D'un autre côté, l'échelle traditionnellement employée en Suisse – appliquée d'ailleurs pour toutes les enquêtes précédentes – est l'E11. Par souci de continuité des méthodes pour la fixation des VLE, il serait donc préférable de conserver l'E11.

A l'heure actuelle, les raisons qui expliquent ces divergences de résultats ne sont pas claires. Mais aucune raison scientifique convaincante ne permet d'écarter l'une ou l'autre échelle. Les deux méthodes ont leurs avantages et leurs inconvénients, et aucune des deux échelles ne peut être disqualifiée sous prétexte d'être inadaptée. Les deux courbes reflétant l'état actuel des connaissances, la Commission a décidé, de manière pragmatique, de prendre en considération les deux courbes exposition-effet pour fixer les VLE.

Si l'on part du critère utilisé jusqu'alors, selon lequel la VLI doit être fixée pour des zones d'habitation (DS II) lorsqu'au maximum 25 % de la population se sent gênée de manière sensible (25%-HA), il résulte de l'application de l'E11 une valeur limite de $L_{AE} = 118$ dB, tandis qu'avec l'E5, la même valeur L_{AE} s'établit à 110 dB. La valeur limite doit donc être définie à l'intérieur de cette fourchette. Il faut retenir que la définition de valeurs limites est une opération qui se fonde sur des conclusions scientifiques. Eu égard à la réglementation appliquée jusqu'à maintenant avec des valeurs limites provisoires (nouvelles installations: $L_{AE} = 113$ dB, installations existantes $L_{AE} = 119$ dB), une transition harmonieuse visant à garantir la sécurité juridique apparaît par ailleurs souhaitable.

Principe de prévention oblige, la Commission recommande de fixer la VLI (DS II) à $L_{AE} = 113$ dB. Cette valeur correspond d'une part à la valeur limite provisoire pour les nouvelles installations et, d'autre part, elle se situe aussi dans la partie médiane des limites d'intervalle (110/118). Elle représente donc une solution pragmatique pour la prise en compte adaptée des imprécisions relatives au rapport exposition-effet. La VLI du DS III, augmentée de 5 dB, est ainsi fixé à $L_{AE} = 118$ dB, et les deux VLI (DS II et DS III) se situent à l'intérieur des limites d'intervalle évoquées. Le schéma intégral de valeurs limites, présenté dans le tableau 3 ci-dessous, résulte ainsi de la méthode exposée au point 4.1.

Tab. 3 Valeurs limites d'exposition en L_{AE} pour le bruit des places d'armes, de tir et d'exercice

Degrés de sensibilité (art. 43 OPB)	Valeur de planification L_{AE} en dB(A)	Valeur limite d'immissions L_{AE} en dB(A)	Valeur d'alarme L_{AE} en dB(A)
I	103	108	118
II	108	113	123
III	113	118	123
IV	118	123	128

5.3 Méthode de calcul

Pour les immissions de bruit évoquées jusqu'à présent dans le rapport, toutes les données étaient exprimées en niveaux de bruit de l'événement acoustique (L_{AE}). Celles-ci englobaient tous les événements de tir pendant une année, indépendamment du fait qu'ils se produisent du lundi au vendredi, entre 7 heures et 19 heures, ou en dehors de ces créneaux. La pondération des immissions pour les heures du soir et le week-end avec une correction de 5 s'est traduite en termes de calculs par une courbe exposition-effet décalée d'environ 1 dB pour atteindre des niveaux plus élevés. Toutes les immissions de bruit ont ensuite été calculées pour un champ libre. Mais pour les bâtiments, l'art. 39 OPB fixe clairement le milieu de la fenêtre ouverte comme « lieu de détermination ». Les immissions doivent donc être calculées pour ce lieu de détermination. Compte tenu des réflexions spatiales près de la fenêtre ouverte, cela aboutit à un niveau supérieur de 1 dB²¹ par rapport au niveau d'un champ libre. De surcroît, il est recommandé, pour des raisons de compréhension et de cohérence avec les autres annexes de l'OPB, de convertir ce niveau d'évaluation pour que l'exposition au bruit puisse être comparée à l'aide d'un schéma de valeurs limites habituel (tableau 4).

Tab. 4 Schéma de valeurs limites habituellement employé avec des valeurs limites d'exposition pour le bruit des places d'armes, de tir et d'exercice

Degrés de sensibilité (art. 43 OPB)	Valeur de planification L_r en dB(A)	Valeur limite d'immissions L_r en dB(A)	Valeur d'alarme L_r en dB(A)
I	50	55	65
II	55	60	70
III	60	65	70
IV	65	70	75

A partir de ces conditions, la détermination du niveau d'évaluation L_r s'appuie sur la formule suivante:

$$L_r = 10 * \text{Log}(10^{0.1 * L_{r1}} + 10^{0.1 * (L_{r2} + K1)}) - 10 * \text{Log}(T) + K2$$

L_r niveau d'évaluation pour le bruit de places d'armes, de tir et d'exercice militaires.

T durée d'évaluation en secondes = 52 semaines * 5 jours * 12 heures * 60 minutes * 60 secondes.

L_{r1} niveau d'évaluation partiel de tous les événements de tir pendant une année (niveau de bruit de l'événement acoustique L_{AE}) du lundi au vendredi, 7h-19h.

L_{r2} niveau d'évaluation partiel de tous les événements de tir pendant une année (niveau de bruit de l'événement acoustique L_{AE}) en dehors de la période allant du lundi au vendredi, 7h-19h.

²¹ Méthode pour la détermination des valeurs extérieures des immissions avec des fenêtres fermées. Communication OPB N° 7, OFEFP 1995.

- K1 5, correction « d'exploitation » pour les activités tirs en dehors de la période allant du lundi au vendredi, 7h-19h.
- K2 15, correction de normalisation

5.4 Prise en considération du bruit de tir civil

Les immissions de bruit, au sens de l'art. 8 LPE, doivent être évaluées aussi bien isolément que collectivement et dans leur action conjointe. Comme les places militaires sont souvent aussi utilisées par des civils ou que les nuisances sonores dues aux activités de tir de places militaires se superposent avec le bruit d'installations de tir civiles, cette réalité doit être prise en compte pour l'évaluation.

La proposition d'évaluation suivante s'appuie largement sur le projet « Valeurs limites d'exposition au bruit des aérodromes militaires ». Là aussi, des nuisances sonores d'origine civile et militaire peuvent provenir de la même installation. Par analogie avec celles-là, la réglementation suivante est proposée pour les places militaires et les installations de tir civiles:

- Le bruit des installations de tir civiles est évalué à l'aide de l'annexe 7 OPB. Sont pris en compte tous les tirs civils ou militaires qui se déroulent régulièrement sur ces installations sur une période de trois ans. Toujours selon l'annexe 7, sont pris en compte les tirs effectués sur des installations de 25, 50 et 300 m, dont la propriété est à la fois civile et militaire.
- En principe, le bruit de places militaires est évalué selon la nouvelle réglementation sur le bruit de places militaires, laquelle prend en compte toutes les activités qui se déroulent sur ces terrains, y compris les tirs civils sur des places de tir militaires. De plus, le bruit de tir civil sur des places militaires est évalué selon l'annexe 7 OPB; en clair, les tirs civils doivent également respecter les VLE applicables aux installations de tir civiles. Cela correspond déjà à la pratique actuelle qui, en l'absence de réglementation concrète, se rabat sur une évaluation au cas par cas, laquelle s'oriente alors sur la méthode d'évaluation de l'annexe 7 OPB. Les tirs d'unités de police et de surveillance des frontières sont assimilés aux tirs militaires et exclusivement évalués selon la réglementation applicable aux places militaires.
- Selon la pratique actuelle, les rares cas de places militaires sur lesquelles ont lieu exclusivement des tirs avec armes de poing ou armes à feu portatives sur des stands à 25, 50 et 300 m et qui sont directement voisines d'installations de tir civiles, sont évalués conformément à l'annexe 7. Cette démarche pourra également être appliquée à l'avenir pour évaluer le bruit en fonction de la gêne occasionnée.

5.5 Prise en considération du bruit d'autres activités

Outre les tirs civils, d'autres activités peuvent avoir lieu sur les places militaires. Bien que celles-ci aient la plupart du temps un lien étroit avec l'activité militaire, leurs immissions sonores ne peuvent pas être directement comparées aux immissions de bruit de tir. Comme dans les autres annexes de l'OPB, ce bruit est donc assimilé au type de bruit correspondant, et son évaluation se réfère à l'annexe correspondante de l'OPB. Les VLE correspondantes s'appliquent en plus de celles valables pour les places militaires.

Le bruit causé par des ateliers de réparation, des entreprises d'entretien et d'autres installations de ce genre ainsi que le bruit dû au trafic sur des places militaires est assimilé au bruit d'installations industrielles et artisanales. L'évaluation s'effectue conformément à l'annexe 6 de l'OPB (Valeurs limites d'exposition au bruit de l'industrie et des arts et métiers).

Le bruit des hélicoptères qui atterrissent et décollent sur des places militaires est évalué selon une valeur limite de niveau maximum conformément à l'annexe 5, ch. 5, OPB. Le nombre de mouvements sur les places militaires se situant par expérience bien en deçà de 4000, ce critère suffit pour évaluer la gêne occasionnée par ce type de bruit. Le niveau de bruit maximum moyen L_{max} doit être déterminé à l'aide d'un nombre représentatif de survols ou de passages de chacun des itinéraires.

Les autres activités, qui ne sont pas réglementées dans les annexes de l'OPB, doivent faire l'objet d'évaluations au cas par cas, en s'appuyant directement sur l'art. 15 LPE.

5.6 Appréciation de la nouvelle réglementation

5.6.1 Comparaison par rapport à l'ancienne réglementation

Plusieurs éléments majeurs ressortent de la comparaison de l'ancienne réglementation (Recommandation de 1994) avec le nouveau schéma de valeurs limites.

- Sur le fond, le nouveau schéma de valeurs limites est nettement plus sévère que l'ancienne recommandation.
- En plus des VP et des VLI, des valeurs d'alarme, dont la fonction est décrite au point 2.2, ont également été définies.
- Dorénavant, les tirs effectués en dehors des horaires de travail habituels (du lundi au vendredi, entre 7 heures et 19 heures) sont pondérés par un malus de 5. Ainsi, les tirs du soir particulièrement gênants sont mieux pris en compte, ce qui renforce la relation à l'effet de l'évaluation du bruit.

5.6.2 Comparaison avec certaines réglementations étrangères

Contrairement au bruit des infrastructures de transport, il n'existe guère à l'étranger de réglementations comparables à celle que nous connaissons en matière de protection de la population contre le bruit de tir militaire. La plupart des pays possèdent des réserves de terrains bien plus importantes qu'en Suisse, ce qui leur permet d'exploiter des installations militaires situées bien à l'écart des zones habitées.

Sur mandat du GDA (aujourd'hui, armasuisse), des études approfondies ont été menées en vue de synthétiser les prescriptions relatives à l'évaluation d'un certain nombre de pays et régions et de les comparer aux valeurs limites provisoires de la Suisse, issues de la recommandation²². Voici quelques extraits de ce rapport:

Il est apparu que différents pays évaluaient séparément les armes lourdes et les armes légères. Les définitions de ces deux notions ne sont toutefois pas uniformes, et différents procédés sont employés pour mesurer le niveau d'exposition au bruit. Outre la Suisse, la Finlande, l'Allemagne, l'Autriche, la Hollande, la Suède, la Norvège et les Etats-Unis ont défini des valeurs limites, avec lesquelles les niveaux d'évaluation sont comparés. Au Danemark ainsi que dans certaines régions de l'Australie, le niveau d'évaluation est utilisé uniquement pour fixer le nombre maximal de jours de tirs autorisés par an.

Pour évaluer la sévérité des réglementations, six places de tir ou d'armes suisses ont été évaluées selon les prescriptions hollandaise, nord-américaine, norvégienne, allemande, danoise, suédoise et australienne, puis les résultats ont été comparés avec les valeurs limites provisoires de la Suisse. Il est apparu que les valeurs limites provisoires suisses étaient moins strictes que celles évaluées avec les prescriptions des autres pays, à l'exception des Etats-Unis. L'écart moyen des niveaux d'évaluation s'élève à 8 dB pour les réglementations qui ne prennent en compte que les armes lourdes et à 6 dB pour les réglementations qui évaluent ensemble armes lourdes et armes légères.

Comparées aux anciennes valeurs limites provisoires, les nouvelles VLE proposées sont nettement plus sévères. En revanche, la nouvelle réglementation suisse proposée est comparable aux réglementations internationales. Grâce à l'enquête auprès d'un échantillon représentatif de la population concernée, elle remplit les critères pour une évaluation du bruit adaptée à la gêne occasionnée en Suisse.

²² Situationsanalyse – Lärm militärischer Waffen- und Schiessplätze, Untersuchungsbericht (EMPA-Nr. 437'395), EMPA, 2004

5.6.3 Contraintes de la nouvelle réglementation

L'élaboration de la nouvelle réglementation s'est fondée sur un relevé approximatif des nombres de coups de feu pour les tirs en journée et à la nuit tombante. A partir de ces données, on a estimé que le pourcentage des tirs effectués à la nuit tombante représentait environ 3 % de l'ensemble des tirs, ce qui ne justifiait pas la définition de VLE pour la nuit. Néanmoins, les nuisances sonores seront dorénavant saisies et classées avec précision dans les catégories « Tirs de jour » (du lundi au vendredi, de 7 h à 19 h) et « Autres tirs ». Mais s'il apparaît que le pourcentage d'autres tirs par rapport à l'ensemble est nettement plus élevé que ce qu'on a estimé la possibilité d'introduire des valeurs limites pour la nuit devra être examinée.

Un examen des VLE s'imposerait également si la recherche sur les effets du bruit livrait de nouvelles conclusions sur le rapport exposition-effet pour le bruit de tir. Mais la question qui se pose concrètement est de savoir laquelle des deux échelles utilisées (échelle verbale en 5 points ou échelle numérique en 11 points) représente le mieux la gêne occasionnée.

6 Estimation des conséquences

6.1 Généralités

L'exposition à un bruit excessif a des conséquences physiques, psychiques et sociales pour les personnes concernées. Ces effets sur la santé, ou la crainte qu'ils inspirent, ont d'autres conséquences indirectes, qui se manifestent essentiellement dans les domaines de l'aménagement du territoire et de l'économie. Au niveau de l'aménagement du territoire, ce sont les effets sur la santé que fait craindre le bruit qui ont poussé le législateur à édicter des règles pour la délimitation, l'équipement et la construction de zones à bâtir. Les nuisances sonores entraînent des problèmes de santé chez une partie de la population et occasionnent pour celle-ci des dépenses de santé, ou se traduisent par des dépréciations des biens immobiliers. Les mesures que les responsables des sources de bruit sont appelés à prendre en vertu des bases d'évaluation concrètes et des VLE visent à éliminer ou réduire ces conséquences. Les sommes déboursées à cette fin par les responsables ne sont donc pas seulement nécessaires mais aussi durables et profitables à l'économie.

6.2 Mesures d'assainissement et coûts

Il est actuellement impossible de livrer une estimation précise des dépenses requises pour assainir la totalité des places militaires, car les mesures concrètes à prendre (optimisation du bruit de l'activité de tir et des lieux de tir, mesures de protection contre le bruit sur le chemin de propagation, etc.) doivent être étudiées au cas par cas. Dans un premier temps, le DDPS va collecter les données de base nécessaires des places militaires (armes utilisées, nombre de coups de feu, heures d'activités, etc.) et recenser les nuisances sonores affectant les bâtiments et les personnes (cadastres de bruit, art. 37 OPB). Selon des estimations, le nombre de personnes exposées à un bruit dépassant la valeur limite d'immissions serait de l'ordre de 20 000.

Dans un deuxième temps, un plan d'assainissement devra être élaboré pour chaque place militaire afin de pouvoir chiffrer le total des coûts. Selon de premières estimations, ces coûts s'élèveraient tout au plus à quelques dizaines de millions de francs. Lorsque des mesures de construction et d'exploitation visant à réduire le bruit à la source ou sur le chemin de propagation ne suffiront pas ou ne pourront pas être mises en œuvre, des fenêtres antibruit devront être prévues pour les bâtiments exposés. Après des études sur l'exploitation nécessaire ainsi que sur les mesures possibles de réduction du bruit, les immissions admissibles devront également être consignées, comme le prévoit l'art. 37a OPB.

Pour l'assainissement des installations trop bruyantes, il faut prévoir habituellement une période de 15 ans à partir de la date d'entrée en vigueur des VLE. S'agissant des places militaires, cette période devra être

fixée en fonction de la dépense d'assainissement prévisible. Après élaboration des cadastres du bruit, avec la consignation des immissions sonores autorisées des places militaires, les conséquences sur l'aménagement du territoire devront également être estimées.

Annexe A: Sigles et abréviations

Filtre A Pondération A	Courbe de filtrage grâce à laquelle le signal acoustique est pondéré avant la mesure. La sensibilité de l'oreille humaine dépend de la fréquence. Les sons bas et très élevés sont moins bien perçus que les sons moyens. La mesure du bruit / mesure acoustique en tient compte puisque les fréquences contenues dans le bruit sont pondérées différemment selon la courbe A.
VA	Valeur d'alarme, supérieure à la valeur limite d'immissions (art. 19 LPE)
VLE	Valeur limite d'exposition (VP, VLI, VA)
OFPE	Office fédéral de la protection de l'environnement (actuel OFEV)
OFEFP	Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (actuel OFEV)
dB	Décibel. Unité logarithmique utilisée en acoustique pour représenter l'intensité sonore.
CFLB	Commission fédérale pour la lutte contre le bruit
Empa (LFEM)	Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherches
DS	Degrés de sensibilité I: zones qui requièrent une protection accrue contre le bruit II: zones sans entreprises gênantes III: zones avec entreprises moyennement gênantes IV: zones avec entreprises fortement gênantes
VLI	Valeur limite d'immissions. La VLI désigne les seuils de tolérance pour les atteintes nuisibles ou incommodes (art. 13, 15 LPE).
L _{AE}	Niveau de bruit de l'événement acoustique. La valeur L _{AE} normalise l'ensemble de l'énergie acoustique d'un événement au cours d'une période de référence d'une seconde.
L _{Aeq}	Niveau de bruit moyen pondéré A (aussi, niveau énergétique équivalent).
OPB	Ordonnance sur la protection contre le bruit
Places militaires	Désignation synthétique de « places d'armes, de tir et d'exercice »
VP	Valeur de planification, inférieure à la valeur limite d'immissions (art. 23 LPE)
LPE	Loi sur la protection de l'environnement
WAPA	Ancien programme de calcul pour les places d'armes de l'Empa
WL04	Programme de calcul actuel pour les places d'armes de l'Empa

Annexe B: Réglementation des heures de tir sur certaines places (extraits)

(état août 2009)

Place militaire	Heures de tir	Restrictions
Bière	Lundi à vendredi: 8 h à 11 h 45, 13 h 30 à 17 h (sur certaines places: 7 h 30 à 23 h) Sam., dim. et jours fériés: uniquement à titre exceptionnel	Heures de tir et heures bloquées variables selon les places Il existe parfois d'autres restrictions aussi pour certaines armes.
Coire	Lundi à vendredi: 7 h à 12 h, 13 h à 22h (en été: 23h) Samedi, dimanche et jours fériés: uniquement à titre exceptionnel	Tirs de nuit, uniquement calibres < 9 mm
Herisau-Gossau	Lundi à vendredi: 7 h 15 à 12 h, 13 h 30 à 18 h, pour les tirs de nuit jusqu'à 22 h (en été: 22 h 50) Samedi: 8h à 12 h Dim. et jours fériés: uniquement à titre exceptionnel	Maximum une nuit de tirs par semaine Grenades à main, uniquement jusqu'à 20 h
Thoune	Lundi à vendredi: 8 h à 11 h 45, 13 h 30 à 22 h Samedi: 8 h à 11 h 45, 13 h 30 à 16 h 30 Dim. et jours fériés: uniquement à titre exceptionnel	Maximum 110 nuits de tirs par an Maximum 25 samedis par an
Walenstadt	Lundi à vendredi: 7 h 30 à 12 h, 13 h 30 à 18 h, pour les tirs de nuit jusqu'à 21 h (en été: 23 h) Samedi, dimanche et jours fériés: uniquement à titre exceptionnel	Maximum deux nuits de tirs par semaine Charge explosive et grenades à main, uniquement jusqu'à 18 h