UNIL | Université de Lausanne
Faculté des géosciences
et de l'environnement

Master of advanced studies
in sustainable urban planning

Urbaniser dans les secteurs exposés au bruit routier

Risques et enjeux pour les processus de planification de quartier

Vietti-Violi Gaël

Sous la direction du Prof. G. Pini.
Sous l'expertise du Prof. A. Da Cunha.

Translocal Architecture GmbH / r+ b landschafts architektur

Master en études avancées en urbanisme durable | Mai 2013

Institut de géographie | www.unil.ch/igul

RÉSUMÉ COURT

L'exposition des espaces urbanisés au bruit est un enjeu important pour tendre vers un développement territorial durable. Au travers d'études de cas, ce travail cherche à identifier comment, à l'échelle des planifications de quartiers, sont aménagés les espaces fortement exposés aux nuisances sonores? Ces résultats aboutissent à la formulation de pistes d'optimisation pour la conduite des processus de projets urbains.

RÉSUMÉ LONG

De nombreux territoires sont aujourd'hui exposés à des nuisances sonores importantes principalement causées par le développement des systèmes de transport. Ce bruit, auquel la population est de plus en plus exposée, influence non seulement la qualité de vie des individus mais a également des impacts sur la durabilité des espaces urbains qui s'y développent. Bien que la législation assure une régulation de l'exposition des individus au bruit, elle offre également une flexibilité afin de correspondre à la diversité des enjeux urbains et aux particularités territoriales locales. Ainsi, c'est au travers d'une approche multicritères que se construisent les projets urbains. Ce travail tente d'illustrer, à l'aide d'une analyse non-exhaustive des impacts du bruit, l'importance de sa gestion dans les processus d'urbanisation. Il cherche à identifier comment, à l'échelle des planifications de quartiers, sont aménagés les espaces fortement exposés aux nuisances sonores? Pour y parvenir, l'étude de trois sites en cours de restructuration et exposés à des nuisances sonores importantes a été entreprise. Elle révèle ainsi des pistes pour une meilleure prise en compte du bruit dans les processus de projet urbain.

MOTS-CLÉS

aménagement du territoire – bodévénaz 2 – bruit – calvaire – démarche foncière – durable – urbanisme – étalement urbain – lentillières nord – mixité fonctionnelle – mixité sociale – nuisances sonores – ordonnance sur la protection contre le bruit – planification – processus – métropolisation

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ARE	Office fédéral du développement territorial
ASPAN	Association suisse pour l'aménagement national
dB	Décibels
LAT	Loi fédérale sur l'aménagement du territoire
LATC	Loi cantonale sur l'aménagement du territoire et les constructions
LPE	Loi fédérale sur la protection de l'environnement
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OFEFP	Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage
OFR	Office fédéral des routes
OFS	Office fédéral de la statistique
OPB	Ordonnance fédérale sur la protection contre le bruit
PGA	Plan général d'affectation
PPA	Plan partiel d'affectation
SIA	Société suisse des ingénieurs et des architectes
SPd	Surface brute de plancher déterminante
VA	Valeur limite d'alarme
VLI	Valeur limite d'immission
VP	Valeur limite de planification

TABLE DES MATIERES

1. 1. Introduction 4

2. Problématique 6

3. Méthodologie 8

3.1. Champ de recherche 8

3.2. Récolte des données 10

3.3. Processus d'analyse 11

4. Bases théoriques 12

4.1. La législation sur la protection contre le bruit 12

4.2. Les sources de bruit 13

4.3. Les impacts du bruit 15

4.4. Évolution de l'exposition des personnes aux nuisances sonores en Suisse 17

4.5. Défis et opportunités de l'aménagement du territoire dans les secteurs fortement exposés au bruit 19

4.5.1. Favoriser la mixité fonctionnelle 19

4.5.2. Les démarches foncières 21

4.5.3. Promouvoir la mixité sociale 23

4.5.4. Aménagement des espaces extérieurs 24

4.6. Synthèse 27

5. Analyse de cas 28

5.1. Présentation des projets urbains 28

5.2. Exposition des sites aux nuisances sonores 33

5.3. Les projets d'aménagement 35

6. Réflexions 46

7. Conclusion 50

Bibliographie 51

Annexes. 55

1. INTRODUCTION

En Suisse, la renaissance de la vie urbaine est amorcée. Les villes et les agglomérations comptent aujourd'hui près de trois quarts de la population. Ces lieux connaissent le plus grand dynamisme et sont les moteurs de l'activité humaine. Cela se traduit non seulement par une concentration humaine en augmentation mais également par une multiplication des flux de personnes, de marchandises, de déchets, etc. Fort de ce dynamisme, les villes et les agglomérations sont les lieux principaux de confrontation des enjeux de durabilité du développement de nos sociétés.

Les systèmes de transport ayant offerts les possibilités de mobilité dont nous bénéficions actuellement génèrent d'importantes nuisances environnementales. Ce travail se focalise sur une nuisance en particulier ; le bruit. La protection contre le bruit et la gestion des transports sont des domaines indissociables qui nécessitent une régulation fine. De plus, cette régulation modèle l'urbanisation de nos villes et de nos agglomérations. La maîtrise des tensions entre protection de l'environnement et développement du tissu urbain constitue une des clés pour rendre nos villes plus durables.

La législation relative au bruit fournit les bases pour une protection minimale des individus. Cette législation, en raison de la complexité des enjeux de l'aménagement du territoire, dispose d'une grande flexibilité et octroie des possibilités de dérogation, notamment lorsque qu'un intérêt public prépondérant le justifie. Ainsi, de nombreux sites, principalement dans les villes et les agglomérations, sont soumis à des nuisances sonores qui dépassent les valeurs limites d'exposition au bruit fixées par la législation.

Ce travail met en lumière les enjeux auxquels sont confrontés ces espaces urbains exposés à des nuisances sonores importantes. Il illustre la nécessité d'une intégration adaptée du bruit dans les processus d'urbanisation. Les réflexions menées dans le cadre de ce travail ne sont toutefois pas exhaustives. Les impacts du bruit sur les territoires peuvent être mis en relation avec d'autres problématiques qui ne seront pas abordées (protection de la faune, gestion énergétique, protection du patrimoine, etc.).

Chaque site comporte ses caractéristiques propres et exige une analyse locale afin d'en déceler les enjeux et les solutions envisageables pour y répondre. Afin d'appréhender la complexité des enjeux locaux associés aux projets urbains, une analyse de trois sites en cours de développement dans l'agglomération Lausanne-Morges a été réalisée. Elle met en évidence la manière dont le bruit est traité par les aménagistes dans des projets de planification soumis à de fortes nuisances sonores.

Il en ressort que la législation pour la protection contre le bruit offre une grande diversité aux enjeux liés à l'aménagement de ces trois sites. Mais son respect n'est pas le seul garant d'une qualité urbaine. Il est possible de dépasser les normes définies par l'OPB au profit d'une meilleure durabilité des espaces urbains.

2. PROBLEMATIQUE

La présente problématique part du constat - esquissé dans l'introduction - selon lequel l'aménagement du territoire est constamment confronté à une régulation des enjeux entre la nécessité de développement des territoires et l'impératif de protection des individus contre les nuisances sonores. La LPE fournit les bases légales relatives à cette situation conflictuelle et garantit une exposition modérée des individus aux nuisances sonores. Toutefois, lorsqu'un intérêt prépondérant le justifie, certains sites font exception à la LPE et doivent dès lors supporter des nuisances sonores supérieures aux valeurs limites légales.

Sites équipés avant 1984

Il existe de nombreux sites équipés et développés avant l'entrée en vigueur de la LPE et qui sont aujourd'hui confrontés à des dépassements des valeurs limites selon l'OPB. Les mesures de protection contre le bruit sont alors prioritairement prises à la source, soit en assainissant les infrastructures responsables des nuisances sonores. Depuis 2002, date de la révision de l'OPB, les programmes d'assainissement ont été relancés par la Confédération. Ils visent à accélérer les assainissements du bruit des installations routières et ferroviaires par l'intermédiaire de l'octroi de subventions valables jusqu'en 2015 ou 2018 selon les typologies d'axes de circulation. Or, les installations publiques ou concessionnaires peuvent bénéficier d'allégements selon l'OPB. Dès lors et malgré les programmes d'assainissement prévus, de nombreux sites resteront en dépassement des valeurs limites de l'OPB.

Sites équipés après 1984

La LPE s'applique, depuis le 1er janvier 1985, à tous nouveaux projets de construction et de modifications d'affectation. Ces projets doivent respecter les normes préconisées par la LPE. Dans certains cas des exceptions au respect de la LPE existent. Pour cela, un assentiment doit être octroyé par l'autorité cantonale.

L'application de la LPE assure en Suisse une compatibilité entre sauvegarde de la santé des individus et développement territorial. Malgré cela, et en raison des motifs exposés ci-dessus, les études montrent qu'en 2011, 1.3 millions de personnes sont toujours soumises à des nuisances sonores excessives. L'amélioration de la gestion du bruit dans les projets d'aménagement constitue ainsi un enjeu territorial important.

Quelles sont dès lors, dans le cas de projet d'urbanisation soumis à la LPE et situés dans des secteurs fortement exposés au bruit, les réponses apportées par les aménagistes?

Compte tenu des procédures fixées par la LAT, les possibilités en matière de gestion du bruit dépendent fortement des échelles spatiales concernées. Deux cas de figure se distinguent :

Parcelles soumises aux règles du PGA

Pour les projets soumis aux règles du PGA[1], l'affectation et la densité du projet sont déjà déterminés. La marge de manœuvre est alors limitée. Les solutions préconisées à l'échelle de la parcelle sont en général constructives.

Planification de quartier

Lorsque pour des raisons stratégiques le périmètre de projet est plus vaste - à l'échelle d'un quartier - les planifications offrent alors des solutions plus diversifiées. Dans ce cas, d'autres configurations sont possibles dans l'aménagement du site; cour intérieure, zone tampon, organisation interne des bâtiments, etc.

Les planifications de quartier constituent probablement l'échelle stratégique à laquelle la confrontation entre urbanisation et exposition aux nuisances sonores est la plus marquée. En effet, les éléments fixés dans les plans d'affectation (espaces publics, périmètre d'implantation, volumétries, affectations, accès, équipements, etc.) supposent une identification fine des enjeux et des objectifs du projet.

Ces enjeux peuvent couvrir des domaines multiples (environnement, patrimoine, urbanisation, espace public, mobilité, énergie, attentes des usagers, etc.). Ils nécessitent le recours à des compétences et acteurs multiples dans l'optique d'une analyse multicritères. L'objectif principal de l'établissement des planifications de quartier réside alors dans une pesée des différents intérêts en présence afin d'arriver à une solution d'aménagement la plus optimale possible. La gestion du processus de projet est dès lors primordiale car elle détermine, à différents moments du projet, les acteurs et les ressources indispensables à la prise de décision.

Pour les raisons évoquées ci-dessus, la planification de quartier constitue l'objet de ce travail de recherche. La problématique de ce travail est ainsi formulée :

Comment, à l'échelle des planifications de quartiers, sont aménagés les espaces fortement exposés aux nuisances sonores?

[1] LAT, chap. 3, Section 1.

3. METHODOLOGIE

3.1. Champ de recherche

Pour répondre à l'interrogation théorique telle que développée dans les chapitres précédents, il semble nécessaire de fixer préalablement les caractéristiques des projets offrant une réponse cohérente à la diversité des enjeux en présence. La notion d'intérêt du projet suppose ici la capacité de rassembler les différentes compétences et acteurs relatifs aux enjeux de l'urbanisation. Quatre caractéristiques majeures semblent garantir ce cadre de réflexion.

L'échelle du quartier

Premièrement, il faut une échelle spatiale permettant aux projeteurs de développer des solutions intéressantes et variées. Les planifications de quartier définies légalement au chapitre 4, section 2 LATC constituent des outils qui englobent des territoires appropriés. En effet, la délimitation des périmètres des planifications de quartier tend à regrouper des espaces cohérents spatialement[2]. Toutefois, toutes les planifications de quartier ne garantissent pas une échelle suffisante. Pour cela, il faut que le programme vise une densité construite importante. A ce stade, il est difficile de définir un seuil de densité mais ce critère oriente les recherches vers des sites localisés dans les villes et les agglomérations.

Des niveaux sonores élevés

Deuxièmement, les projets doivent être soumis à des nuisances sonores importantes afin de présenter des réels enjeux en termes de gestion du bruit et de constituer une thématique importante dans la conception urbaine. Cette contrainte confirme la volonté de chercher des sites dans des zones déjà densément urbanisées et donc fortement exposées au bruit. De plus, en matière d'aménagement du territoire, les villes et les agglomérations constituent les espaces de densification privilégiés. Les études menées démontrent que les villes et les agglomérations sont les plus touchées par les nuisances sonores issues des systèmes de transport.

Des projets récents

Troisièmement, la temporalité est importante dans le choix des projets. En effet, les pratiques et les techniques évoluent rapidement au fil du temps. Il ne s'agit pas ici de retracer l'évolution des pratiques dans le domaine de la protection contre le bruit mais plutôt de s'intéresser aux solutions les plus adaptées compte tenu du contexte actuel (législation, connaissances et solutions techniques, politiques publiques, ressources financières, etc.). En ce sens, la priorité est donnée aux planifications récentes. Idéalement, les projets ayant été soumis à une procédure de concours (architecture, urbanisme) sont privilégiés. Ils supposent une plus grande qualité des solutions retenues et ont tendance à privilégier des démarches novatrices.

[2] LATC, art. 65.

Le périmètre du canton de Vaud

Quatrièmement, afin de cadrer encore la recherche, un périmètre géographique a été délimité. Il semble approprié de se conditionner aux limites administratives traditionnelles. Les pratiques et les contextes étant différents d'une région à l'autre (règlementations, tendances architecturales, politiques publiques, etc.). La LPE est fédérale, mais la mise en application est de compétence cantonale. Différentes doctrines et méthodes sont pratiquées selon les cantons c'est pourquoi le périmètre de recherche choisi est limité au canton de Vaud.

3.2. Récolte des données

Sur la base des critères de recherche esquissés dans chapitre précédent, la récolte des sites d'étude est menée en trois étapes :

Première étape

Sélection de 11 dossiers de permis de construire et de planification par M. Dominique Luy, Chef de la section bruit et rayonnement ironisant à la Direction générale de l'environnement, canton de Vaud (DGE).

La DGE est responsable, pour les thèmes de l'air, du bruit et des rayonnements ionisants, du contrôle de conformité des dossiers de permis de construire et des planifications de quartier pour le canton de Vaud. La sélection des sites ayant un intérêt dans le cadre de cette recherche est effectuée par M. Dominique Luy et ses collaborateurs sur la base des critères définis dans le chapitre précédent. 11 sites sont retenus. Ils sont de nature suivantes:

- 5 permis de construire ;
- 4 planifications ;
- 2 concours d'architecture et/ou d'urbanisme.

Deuxième étape

Sélection des sujets pour la recherche pratique.

Relativement à la problématique, les trois sites retenus sont les suivants :

- PPA La Bodévenaz 2, à Epalinges ;
- Concours d'architecture et d'urbanisme du Calvaire, à Lausanne ;
- Mandat d'études parallèles Lentillières nord, à Crissier.

Les documents relatifs à ces objets ont été récoltés auprès des Communes.

Troisième étape

Entretiens avec les responsables techniques communaux en charge.

Cette dernière phase menée sous forme d'entretiens vise à obtenir les informations complémentaires, notamment au niveau de la gestion des processus de projet dans leur ensemble. Il s'agit de déterminer les diverses démarches entreprises et prévues tout au long du déroulement du projet. Les personnes sollicitées sont les suivants :

- M. Jacques Liaudet, chef du Service de l'urbanisme et police des constructions de la commune de Crissier. Entretien oral.
- Mme. Mme. Salomé Burckhardt Zbinden, architecte urbaniste au Service d'urbanisme de la ville de Lausanne. Questionnaire écrit.
- M. Dominique Luy, Direction générale de l'environnement (DGE). Entretien oral.

3.3. Processus d'analyse

Une analyse a été réalisée en trois phases afin de déterminer quelles sont les démarches entreprises et les propositions retenues pour le développement des trois sites retenus.

Diagnostic du bruit

Cette première phase consiste à récolter l'ensemble des données détaillant la situation d'exposition du site aux nuisances sonores. Le cadastre cantonal du bruit routier est la principale source (SEVEN, 2000). Dans certains cas des études acoustiques fournissent un état plus précis de la situation.

Évaluation des propositions d'aménagement

Cette étape est construite sur la base des documents transmis par les responsables techniques communaux en charge des dossiers. Dans le cas des deux concours, seuls les projets des participants ayant passés le deuxième tour sont évalués. Les exigences des rendus n'étant pas équivalentes, elles rendent les comparaisons peu pertinentes.

Processus mis en œuvre

L'évaluation des propositions d'aménagement est orientée en fonction des enjeux identifiés dans la partie théorique.

Pour mieux comprendre les choix stratégiques proposés par les aménagistes, une réflexion sur les processus de projets entrepris a été menée. Les entretiens ont permis de détailler les démarches effectuées en amont et les démarches prévues en aval.

4. BASES THEORIQUES

4.1. La législation sur la protection contre le bruit

La problématique du bruit n'a pas attendu 1985, date de l'entrée en vigueur de la LPE, pour être prise en compte dans la législation suisse. Son émergence date de 1912 et l'introduction dans le Code civil de l'article 684. Cet article stipule que « *sont interdits la pollution de l'air, les mauvaises odeurs, le bruit, les vibrations, (…) qui ont un effet dommageable et qui excèdent les limites de la tolérance que se doivent les voisins d'après l'usage local, la situation et la nature des immeubles*[3]*».* Les rapports de voisinage sont alors à l'origine de la nécessité d'intervention des autorités dans la régulation du bruit.

Quelques années plus tard, en 1934, le Conseil fédéral interdit la circulation des poids lourds le dimanche et la nuit. Ce décret marque le début de l'arbitrage des conflits entre transports et urbanisation.

Il faudra ensuite attendre le 1er janvier 1985 pour voir l'entrée en vigueur de la LPE. Cette dernière vise à « *protéger les hommes, les animaux et les plantes, leurs biocénoses et leurs biotopes contre les atteintes nuisibles ou incommodantes, et de conserver durablement les ressources naturelles, en particulier la diversité biologique et la fertilité du sol*[4]». La législation relative à la protection contre le bruit fait partie intégrante de la LPE.

En 1987, l'OPB, consistant en la mise en application de la LPE pour le domaine du bruit, entre en vigueur. Elle fixe les VLI et les VA au-delà desquelles des mesures d'assainissement du bruit doivent être entreprises.

Valeurs limites d'exposition au bruit des trafics routier et ferroviaire

Degré de sensibilité	Valeur de planification		Valeur limite d'immission		Valeur d'alarme	
	L_r en dB (A)		L_r en dB (A)		L_r en dB (A)	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
I Zones de détente	50	40	55	45	65	60
II Zones d'habitation	55	45	60	50	70	65
III Z. d'habitation et z. artisanales	60	50	65	55	70	65
IV Zones industrielles	65	55	70	60	75	70

L'OPB prévoit également la mise en place de VP, inférieures aux VLI (art. 23, LPE) qui sont intégrées aux plans d'aménagement communaux. Ce système vise à garantir une coordination entre aménagement du territoire et protection contre le bruit.

[3] CS, art. 684, p. 186.
[4] LPE, art. 1, al. 1.

Depuis l'entrée en vigueur de la LPE, toute nouvelle construction garantit en principe une exposition mesurée des individus aux nuisances sonores. Toutefois, l'OPB prévoit une exception à cette règle à l'article 31 alinéa 2. Les autorités cantonales ont la possibilité, lorsqu'un intérêt prépondérant le justifie, de permettre une dérogation aux valeurs limites fixées par l'OPB sous forme d'un assentiment.

L'assentiment fait l'objet d'une évaluation de la part de l'autorité cantonale. Le cadre législatif régissant la dérogation aux valeurs limites fixées par l'OPB est résumé dans un cahier de l'ASPAN paru en 2009[5]. Il en ressort que la possibilité de déroger aux valeurs limites fixées par l'OPB peut être motivée dans les cas particuliers suivants :

- La nouvelle construction sert de protection contre le bruit pour d'autres bâtiments plus sensibles ;
- Le respect de l'OPB compromet la constructibilité de la parcelle ;
- Le respect de l'OPB s'oppose à un intérêt majeur (économique, patrimonial, énergétique, social, etc.) ;
- La nouvelle construction comble une brèche dans le tissu bâti existant. Dans ce cas, la démonstration doit être faite que la collectivité publique ne dispose pas d'alternative mieux adaptée sur son territoire.

Aujourd'hui, les collectivités publiques locales responsables de l'aménagement territorial sont fréquemment amenées à déroger au respect des valeurs limites fixées par l'OPB pour des motifs d'intérêt public. De plus, compte tenu des évolutions actuelles, une réévaluation de ces valeurs limites semble nécessaire pour garantir une protection optimale face au bruit[6].

4.2. Les sources de bruit

Le bruit est produit par des sources variées (transport, habitat, industrie, etc.). Aujourd'hui, les transports sont les plus importants générateurs de nuisances sonores. Ils constituent en ce sens l'objet principal des préoccupations en matière de protection contre le bruit.

En 2011, le rapport *Environnement Suisse*[7] publié par l'OFEV et l'OFS quantifie les impacts du bruit des transports sur la population suisse. Il en ressort que, durant la journée, 1,3 millions de personnes sont exposées à des niveaux sonores excessifs.

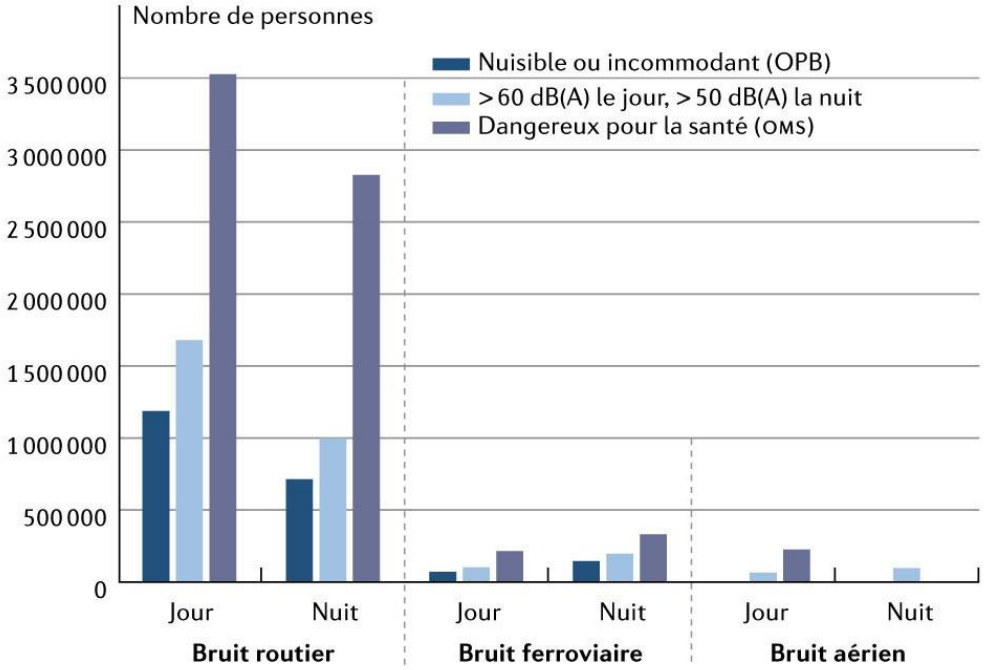
---

[5] ASPAN., (2009) *Bâtir dans les secteurs exposés au bruit, La pesée des intérêts au titre de l'article 31 alinéa 2 OPB*, Cahier de l'ASPAN n° 4, Ed. Territoire et environnement.

[6] COMMISSION FÉDÉRALE POUR LA LUTTE CONTRE LE BRUIT (CFLB)., (2010)*Plan directeur de la recherche sur le bruit – Nécessité d'actualiser les bases d'évaluation du bruit*.

[7] OFEV, OFS., (2011) *Environnement Suisse 2011*, Berne/Neuchâtel.

G16.1 Nombre de personnes exposées à des immissions sonores, par valeur seuil et par type de bruit, 2009



Source: OFEV

Les installations publiques ou concessionnaires (autoroutes, routes, voies de chemin de fer et aéroports) sont les principaux responsables des nuisances sonores excessives supportées par la population. Ce constat s'explique par le fait que « *tous les allégements ou presque leur sont permis et la pesée des intérêts en présence a souvent déjà été faite a priori; ce qui signifie que dans les secteurs déterminants, la lutte contre le bruit se limite à des solutions de fortune* [8] ». Cela en vertu de l'article 31 alinéa 2 de l'OPB mentionné précédemment.

Au niveau des personnes impactées par des nuisances sonores nuisibles ou incommodantes des systèmes de transport, des différences importantes existent également entre les différents modes :

- Trafic routier : 1.2 millions de personnes
- Trafic ferroviaire : 70'000 de personnes
- Trafic aérien : 65'000 de personnes

Ces résultats montrent que plus de 90% des personnes exposées à des nuisances sonores excessives sont impactées par les infrastructures routières.

[8] OFEV, OFS., (2011) *Environnement Suisse 2011*, Berne/Neuchâtel, p. 6.

4.3. Les impacts du bruit

Impacts sur la santé humaine

L'OFEV met en évidence dans une étude réalisée entre 2002 et 2003 les impacts du bruit sur la santé humaine. «*Le bruit stresse et rend malade. Des niveaux sonores élevés entraînent des lésions auditives irréversibles. Mais les sons indésirables de niveau plus bas ne sont pas inoffensifs non plus: ils peuvent porter atteinte au bien-être psychique et physique*[9]». Les résultats de cette étude démontrent que l'exposition des êtres humains à des nuisances sonores élevées cause des troubles physiologiques et psychologiques. Mais les impacts du bruit ne se limitent pas à cela comme l'illustre le tableau ci-dessous. De nombreux effets sociaux et économiques peuvent également résulter d'une exposition excessive aux nuisances sonores.

Effets physiologiques	**Effets psychologiques**
• Lésions auditives	• Gêne
• Troubles des fonctions végétatives	• Stress, nervosité, tension
• Troubles cardiovasculaires	• Abattement
• Augmentation de la pression sanguine	• Troubles de la communication
• Diminution de la profondeur du sommeil	• Baisse de productivité
• Maux de tête	• Irritabilité
	• Symptômes psychosomatiques
Effets sociaux	**Effets économiques**
• Difficultés de communication	• Niveau des loyers et des prix immobiliers
• Jugement porté sur les autres	• Coûts de la protection contre le bruit
• Diminution de l'esprit d'entraide	• Coûts de la santé
• Agressivité	• Pertes de production
• Ségrégation sociale	• Coûts de l'aménagement du territoire

Source: OFEV 2002a

Une autre étude menée en 2000 par le bureau Ernst Basler + Partner AG sous mandat de l'OFEFP décrit plus spécifiquement les facteurs d'acceptation du bruit par les individus[10]:

- Les individus ne sont pas tous égaux face au bruit. L'âge joue notamment un rôle sur l'acceptation, l'habitat également. Selon les différentes typologies d'habitat (villas individuelles, villas mitoyennes, immeubles en propriété par étages, immeubles coopératifs, etc.) les habitants n'ont pas la même

[9] Etudes sur les impacts du bruit sur la santé menées par l'OFEV en 2002 et 2003, site internet de l'OFEV : *http://www.bafu.admin.ch/laerm/10520/10521/index.html?lang=fr*, consulté le 29 novembre 2011.

[10] RIEDER S, HAUENSTEIN J, SCHWENKEL C, DOBLER O., (2011) *Évaluation de l'exécution des articles 22 et 24 de la Loi sur la protection de l'environnement (LPE) et des articles 29, 30 et 31 de l'Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB)*, Rapport final à l'attention de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), Interface Ernst + Basler, Luzern/Zurich.

sensibilité. Finalement, la satisfaction générale joue un rôle important sur la tolérance au bruit;

- Les maux encourus par un individu suite à des expositions excessives au bruit ne sont généralement pas perçu par cet individu ;
- En 1971 ou en 1991, le sentiment de gène est constant pour une même exposition.

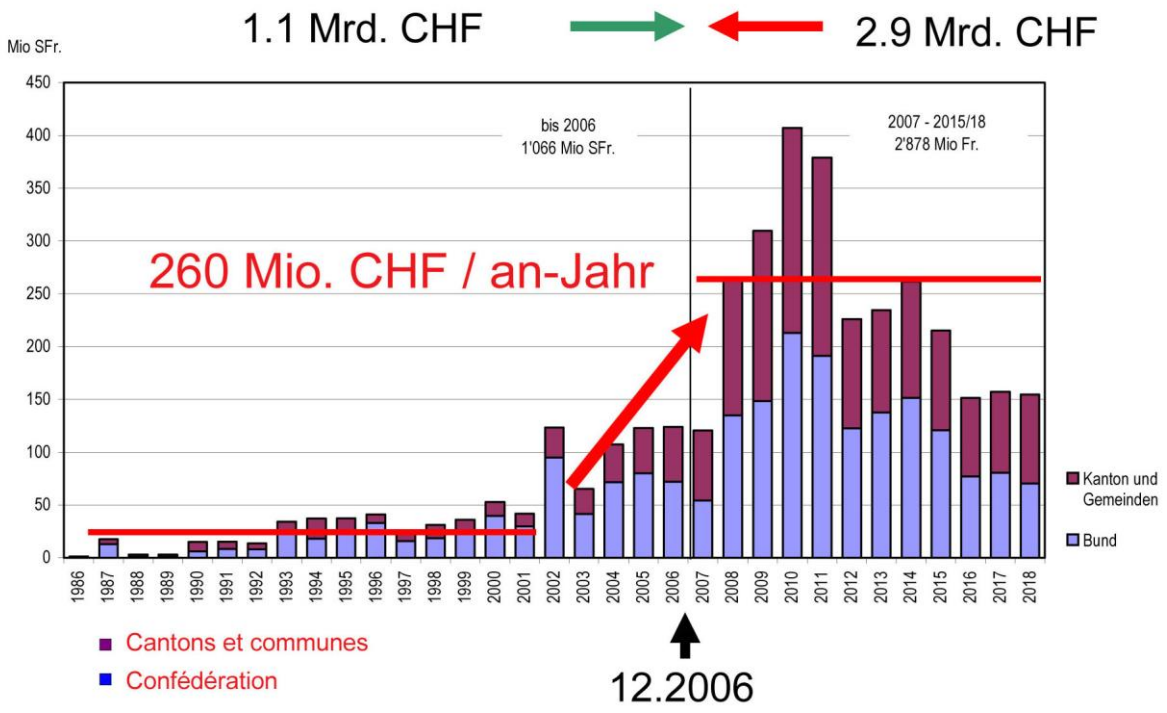
Ce dernier constat est remis en cause par une étude plus récente[11]. Il semble en effet que le sentiment de gêne dû à l'exposition au bruit tend à augmenter.

Les impacts du bruit sur la santé humaine ne sont pas uniquement liés à une intensité sonore pouvant être mesurée quantitativement. Par exemple, « *à volume égal, nous ressentons généralement le vrombissement des voitures comme plus pénible que le grondement des trains*. [12]». La perception des individus au bruit influence également son acceptabilité. L'évaluation des impacts du bruit peut dès lors être entreprise en considérant le contexte local dans lequel ils se manifestent afin de définir plus précisément les effets ressentis par les individus.

Impacts financiers

Les impacts du bruit ont également des conséquences financières qui ont pu être évaluées notamment dans le domaine de l'immobilier et de la santé[13]. Le bruit induirait pour l'année 2005 des pertes de valeurs immobilières de l'ordre de 1.1 milliards de francs et des coûts sociaux de l'ordre de 74 millions. A ces montants peuvent être ajoutés les investissements consentis dans les divers programmes d'assainissement menés tant dans le domaine de la route que du rail. Ces coûts sont d'ailleurs en augmentation depuis 2002 comme l'illustre le graphique ci-après[14].

[11] COMMISSION FÉDÉRALE POUR LA LUTTE CONTRE LE BRUIT (CFLB)., (2010)*Plan directeur de la recherche sur le bruit – Nécessité d'actualiser les bases d'évaluation du bruit*.
[12] OFEV., (2013) *Les ressources naturelles en Suisse – Vers plus de calme*, Revue Environnement, n° 1. p.13.
[13] Idem. p. 20 et ARE, OFEV., (2009) *Pollution sonore en Suisse - Résultats du monitoring national SonBase*, Berne, p. 18.
[14] COSANDEY L., Office fédéral de l'environnement (OFEV)*, Lutte contre le bruit. Etat de l'assainissement du bruit routier en Suisse***.** Journée SSA, Bellinzona, 18.04.2008.



Finalement, ce chapitre ne mentionne pas les effets encourus par les autres organismes vivants. Toutefois, dans la mesure où les êtres humains peuvent être perturbés par le bruit, il est parfaitement sensé de penser que le bruit impacte aussi la faune.

4.4. Évolution de l'exposition des personnes aux nuisances sonores en Suisse

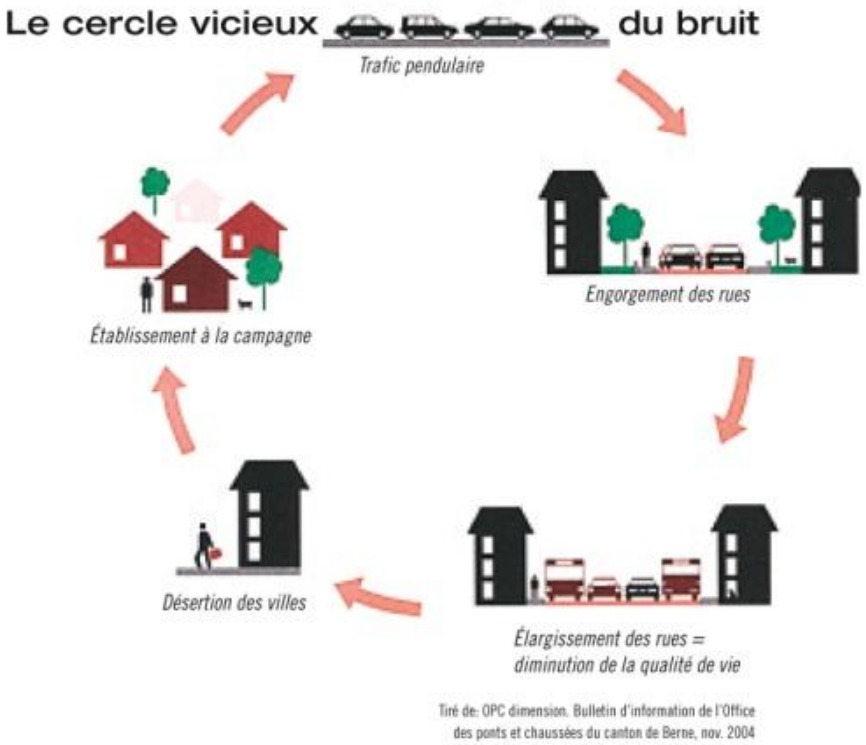
Le nombre de personnes exposées au bruit croit depuis ces 20 dernières années malgré les efforts entrepris pour réduire les émissions et les immissions sonores[15]. Une des raisons principales de ce constat est la croissance des déplacements en transports individuels motorisés. L'accroissement du trafic le soir et la nuit participe également largement à l'augmentation des nuisances sonores en réduisant la pause nocturne[16].

Les agglomérations et les villes sont les régions les plus exposées par les nuisances sonores. En effet, 80% des personnes exposées à des nuisances sonores excessives vivent en villes[17]. Ce constat est le résultat d'une succession de cycles de croissance démographique et de répartition d'organisation spatiale qu'a connu la Suisse. Il peut s'expliquer par deux grandes tendances d'urbanisation ; l'étalement urbain et la métropolisation.

[15] OFEV - Bruit - Stratégie de lutte contre le bruit, publication sur la page internet : http://www.bafu.admin.ch/laerm/10526/11012/index.html?lang=fr, consulté le 05 avril 2012.
[16] CERCLE BRUIT SUISSE., (1998) Brochure Bruit, Lucerne, p. 25.
[17] ARE, OFEV., (2009) *Pollution sonore en Suisse - Résultats du monitoring national SonBase*, Berne, p. 25.

L'étalement urbain

L'étalement urbain, rendu possible par l'avènement des transports individuels motorisés, s'est manifesté en Suisse avant la première Guerre mondiale[18]. Ce phénomène a été particulièrement important durant la période de 1970 à 2000[19]. Il a induit une séparation des fonctions qui s'accompagne d'une augmentation des distances parcourues tant pour les flux de personnes que de marchandises. Dans ce contexte, les conséquences du bruit ont d'ailleurs participé à renforcer l'attrait pour l'habitat en périphérie comme l'illustre le schéma ci-dessous.



Durant cette même période, la mise en application de la législation sur le bruit a eu un effet sur la délocalisation des activités génératrices d'importantes nuisances sonores (grands commerces, industries du secteur secondaire, centres de logistique, etc.). Les nuisances sonores produites par ces activités sont peu compatibles avec l'essentiel des autres activités urbaines (habitat, immeubles commerciaux et administratifs, immeubles de bureaux, etc.). En effet, ces locaux, où séjournent des personnes durant une période prolongée, bénéficient d'une protection accrue en regard de la LPE.

[18] DA CUNHA A, BOTH, J-F. OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE (OFS), (2004) *Recensement fédéral de la population 2000 - métropolisation, villes et agglomérations : Structures et dynamiques socio démographiques des espaces urbains*, Neuchâtel.
[19] Idem, p. 40.

La métropolisation

La métropolisation préconisée aujourd'hui par les collectivités publiques favorise la localisation de la population dans les espaces déjà urbanisé et denses et donc déjà exposés au bruit. Ce nouveau régime d'urbanisation répond tant à un regain d'attractivité des villes aux yeux de la population que d'une nouvelle orientation de l'aménagement du territoire notamment motivée par la volonté de coordonner le développement des transports et de l'urbanisation.

L'expansion des réseaux de transport et la gestion de la mobilité sont au cœur de la problématique de l'augmentation de l'exposition des individus au bruit. L'aménagement du territoire joue dès lors un rôle régulateur fondamental en gérant de manière préventive les conflits entre urbanisation et protection contre le bruit[20]. Pour cela, une pesée des intérêts est nécessaire dans les stratégies suivies par collectivités publiques.

Le chapitre suivant illustre trois défis auxquels sont confrontées les collectivités publiques lorsqu'elles désirent développer des projets dans des secteurs fortement exposés au bruit et les opportunités qui y sont liées. Ces défis ne sont nullement exhaustifs et de nombreuses autres pistes de recherche sont à explorer.

4.5. Défis et opportunités de l'aménagement du territoire dans les secteurs fortement exposés au bruit

L'aménagement du territoire contemporain entend répondre à des tendances d'urbanisation perçues comme néfastes pour le développement social, économique et environnemental des territoires. Ces trois domaines, considérés comme les piliers d'un développement durable, sont en constante tension. Ainsi, l'urbanisation est en proie à une évaluation des enjeux en présence afin d'aboutir à un projet le plus optimal possible. Les chapitres précédents ont montrés que le bruit a des conséquences sociales, économiques et environnementales. Il joue ainsi un rôle dans le développement des espaces urbains. Le chapitre suivant présente quatre thématiques qui illustrent l'importance de la prise en compte du bruit sur le développement de l'urbanisation.

4.5.1. Favoriser la mixité fonctionnelle

Comme cela a été évoqué précédemment, certaines activités gênantes en termes de génération de bruit favorisent des localisations en périphérie des centres urbains afin de limiter les conflits potentiels avec les activités plus sensibles qui se développement en ville. Au niveau des gros générateurs de trafic (installations commerciales à forte fréquentation, grandes entreprises, installations sportives majeures, etc.) ce constat est également valable. Leurs impacts sur le réseau routier

[20] OFEV., (2005) *Aménagement du territoire et acoustique architecturale –Mieux vaut prévenir que guérir*, Revue Environnement, n° 2.

les amènent à privilégier des implantations moins contraignantes.

Mixité à l'échelle de l'immeuble

Dans un contexte de promotion de la mixité des fonctions, ce phénomène pose problème. En témoigne les réflexions actuelles menées sur la problématique des centres commerciaux[21], de la logistique urbaine ou du zonage environnemental[22]. La question de l'échelle de la mixité fonctionnelle est au cœur de cette problématique.

À l'échelle de l'immeuble, de nouvelles solutions architecturales sont à trouver afin de permettre à des activités caractérisées par des émissions et des tolérances au bruit différentes de cohabiter. Il s'agit notamment de développer des projets architecturaux en adéquation avec les exigences des normes SIA de la construction (SIA 520.181 : Protection contre le bruit dans le bâtiment).

Source : Kyncl Gasche Partner, Puls 5, Zürich, 2004 (bâtiment d'habitat, de bureaux et de commerces).

Mixité à l'échelle du quartier

À l'échelle du quartier, des affectations hétérogènes offrent des possibilités d'organisation spatiale favorables à une meilleure protection contre le bruit[23].

Les souhaits d'accessibilité des acteurs peuvent d'ailleurs être mis à profit pour favoriser une meilleure organisation territoriale. Les principes de l'OPB, en particulier l'établissement de degrés de sensibilité selon les articles 43 et 44, exigent que plus une activité produit de nuisances sonores, plus elle doit pouvoir en supporter. Ce principe est souvent compatible avec les besoins d'accessibilité des acteurs économiques. Les grands acteurs commerciaux et industriels recherchent une bonne accessibilité et en même temps peuvent supporter les nuisances les plus élevées. Le

[21] ASPAN., Journée d'étude : *Disparition des commerces. Faut-il agir ? Stratégies pour valoriser le centre des localités.*, Bienne, 28 novembre 2012.
[22] CONFÉRENCE PERMANENTE DU DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL., (2008) *Localisation des entreprises et mixité fonctionnelle*, Note de recherche.
[23] CERCLE BRUIT SUISSE., (1998) Brochure Bruit, Lucerne, p. 48.

choix de leur implantation constitue une opportunité pour créer un écran au bruit ou un espace tampon dans l'aménagement de quartiers mixtes. A l'inverse, pour une zone résidentielle de faible densité la tranquillité primera sur l'accessibilité et la visibilité depuis les axes de circulation.

Limites

Dans de nombreux cas, « *la solution courante, qui consiste à envelopper les quartiers d'habitation d'une zone artisanale tampon, est condamnée à l'échec en période de récession, lorsque la demande de locaux artisanaux disparaît*[24]». La disposition spatiale des affectations comme solution à la régulation des nuisances sonores a de nombreuses limites. Elle se heurte parfois à des contraintes locales et doit pour cela être évaluée dans le cadre d'un processus de projet. De plus, l'aménagement du territoire et l'évolution de la conjoncture répondent à des temporalités hétérogènes. Afin d'y pallier, une flexibilité des affectations est souvent préconisée et garantit ainsi une meilleure flexibilité programmatique dans le temps.

4.5.2. Les démarches foncières

Les démarches foncières constituent aussi une opportunité dans la gestion du bruit. Le bruit a un impact sur les prix fonciers et immobiliers, comme cela a déjà été introduit précédemment. Cet impact varie en fonction des types d'immeubles concernés (propriété par étages, location, etc.) [25].

Il est possible, lors d'un montage de projet multi-acteurs, de trouver des solutions couplant aménagement du territoire et aménagement foncier qui favorisent la mixité fonctionnelle et garantissent une meilleure prise en compte du bruit. Le canton de Vaud possède d'ailleurs des dispositions légales permettant la coordination entre les démarches foncières et d'aménagement du territoire[26].

Cas illustratif - Aire Gygax-Oméga-Gurzelen, Bienne

Les démarches foncières menées dans le cadre du projet de planification de l'aire Gygax-Oméga-Gurzelen à Bienne, illustrent les possibilités de mener des stratégies d'aménagement du territoire associées à une politique foncières actives[27].

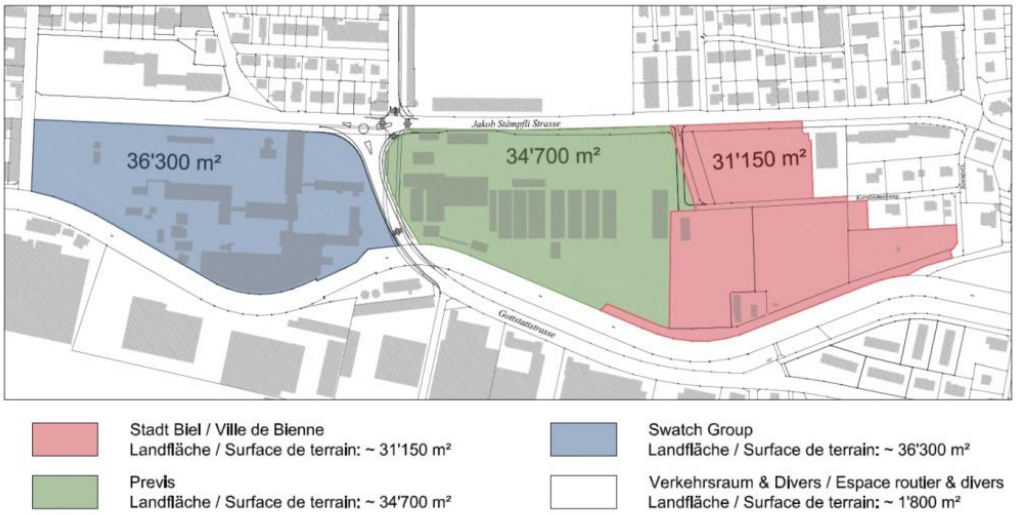
Les schémas ci-dessous montrent comment la ville de Bienne a pu concilier les souhaits d'affectation des acteurs au travers d'échanges fonciers et de procédures de planification. Les impacts du bruit sur les valeurs foncières des terrains participent à la stratégie ayant orientés les opérations foncières.

État initial

La Fondation de prévoyance Previs (en vert sur le schéma ci-contre) désire réaliser un projet de logements. Elle se situe dans un secteur exposé aux nuisances

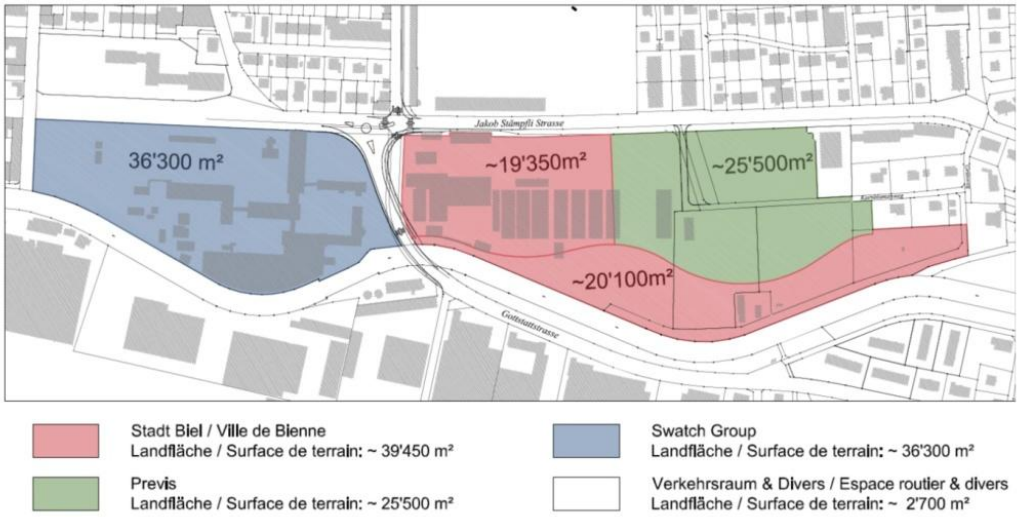
[24] CERCLE BRUIT SUISSE., (1998) Brochure Bruit, Lucerne, p. 48.
[25] OFEV., (2013) *Les ressources naturelles en Suisse – Vers plus de calme*, Revue Environnement, n° 1.
[26] ASPAN., Journée d'étude : *Disparition des commerces. Faut-il agir ? Stratégies pour valoriser le centre des localités.*, Bienne, 28 novembre 2012. Présentation D. LEROY (Service cantonal vaudois du développement territorial, *Etude de faisabilité – Procédure*, Denis Leroy, Service du développement territorial.
[27] KUONEN F., MAS en urbanisme durable, *La politique foncière active,* Université de Lausanne, semestre d'automne 2011.

routières de trois axes de circulation. La ville de Bienne (en rouge sur le schéma ci-contre) possède des terrains dans un secteur moins exposés aux nuisances routières. Elle recherche de son côté des terrains en vue d'un échange foncier avec le Swatch Group (en bleu sur le schéma ci-contre).



État final

La ville de Bienne procéde à un échange foncier avec la Fondation Previs lui octroyant des terrains dans un secteur mieux préservé du bruit. Elle est ainsi en mesure de mettre à disposition des terrains pour le Swatch Group.



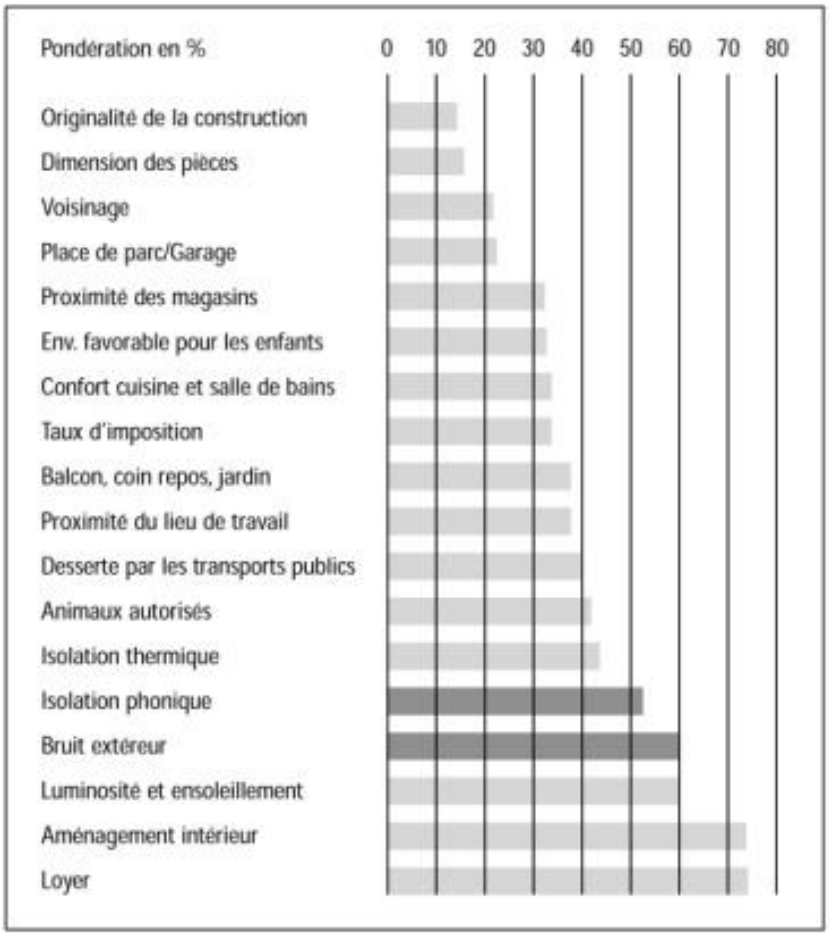
La situation finale offre une meilleure adéquation entre les affectations désirées par les acteurs fonciers et l'exposition des terrains aux nuisances sonores. Les démarches foncières menées préalablement ou en parallèle à l'affectation du sol favorisent une prise en compte des attentes des acteurs fonciers et une meilleure protection contre le bruit.

4.5.3. Promouvoir la mixité sociale

La promotion de la mixité sociale part du fondement que la cohabitation des différents groupes qui composent la société est optimisée lorsque ces derniers sont amenés à pratiquer des espaces communs et à s'y rencontrer.

La mixité sociale est liée directement aux facteurs qui influencent les choix de localisation résidentielle des individus. De nombreux facteurs entrent en ligne de compte (offre en logement, aménités à proximité, accessibilité, espaces publics, etc.). Le bruit en fait partie. Il joue un rôle important sur le choix de résidence des individus[28] comme le montre le schéma ci-dessous. De plus, comme cela a déjà été évoqué, selon les typologies d'habitat recherchées, le rapport au bruit des individus est différent.

Critères pour la recherche d'un appartement



L'exposition au bruit est également un facteur de ségrégation spatiale. La diminution des prix immobiliers dans les zones fortement exposées aux nuisances sonores entrainent souvent le développement de quartiers habités par des populations de classes sociales peu aisées. Ce constat a été mis en évidence par des études menées sur les nuisances de l'aviation[29]. Les classes les plus aisées bénéficiant des divers

[28] CERCLE BRUIT SUISSE., (1998) Brochure Bruit, Lucerne, p. 26.
[29] Idem, p. 21.

avantages de la performance des réseaux de transports ne supportent que modérément les nuisances qui en découlent.

De plus, l'exposition au bruit exige de devoir supporter les nuisances des autres. Le fait que les classes les plus défavorisées vivent dans les lieux les plus exposés au bruit renforce le sentiment d'inégalité sociale. *La lutte contre le bruit suppose un esprit de solidarité*[30].

4.5.4. Aménagement des espaces extérieurs

Les espaces extérieurs sont considérés ici au sens large et comprennent les parcs publics, les places publiques, les places de jeux, les fronts de rue et les espaces plus privatifs comme des cours d'îlots, des balcons, etc.

L'exposition au bruit des espaces extérieurs est indirectement régulée par l'art. 39 al. 1 de l'OPB. Cet article définit le lieu de détermination des niveaux sonores. Il est calculé *« au milieu de la fenêtre ouverte des locaux à usage sensible au bruit »* et garantit ainsi le respect des valeurs limites dans les espaces extérieurs voisins.

Toutefois, ce principe possède plusieurs limites. Dans le cas de vastes périmètres, les espaces extérieurs et les bâtiments peuvent être distants. La mesure du bruit effectuée au niveau de la fenêtre du bâtiment n'est plus représentative de l'exposition au bruit des espaces extérieurs. De plus, une étude menée en 2011[31] montre que des variations existent dans l'application de l'évaluation des nuisances sonores entre les diverses régions de Suisse. En effet, dans plusieurs cantons, il suffit de garantir le respect des valeurs limites de l'OPB pour les fenêtres d'aération aux locaux sensibles au bruit et non pour l'ensemble des locaux. Il est ainsi possible de déroger aux valeurs limites sur certaines façades.

La LPE n'assure donc pas une protection stricte des espaces extérieurs. Ils constituent toutefois des lieux essentiels pour la réalisation des interactions sociales et ont des impacts forts sur la qualité de vie des individus.

En effet, comme cela a déjà été évoqué, la satisfaction des habitants et des usagers d'un quartier favorise la tolérance au bruit. De plus, la réalisation de la mixité sociale (à savoir l'interaction entre les individus qui composent une société) est favorisée par une offre en espaces extérieurs qui répondent aux différents usages et usagers existants ou potentiels. Ces usagers et ces usages présentent des sensibilités différentes aux nuisances sonores et nécessitent dès lors des aménagements adaptés et variés.

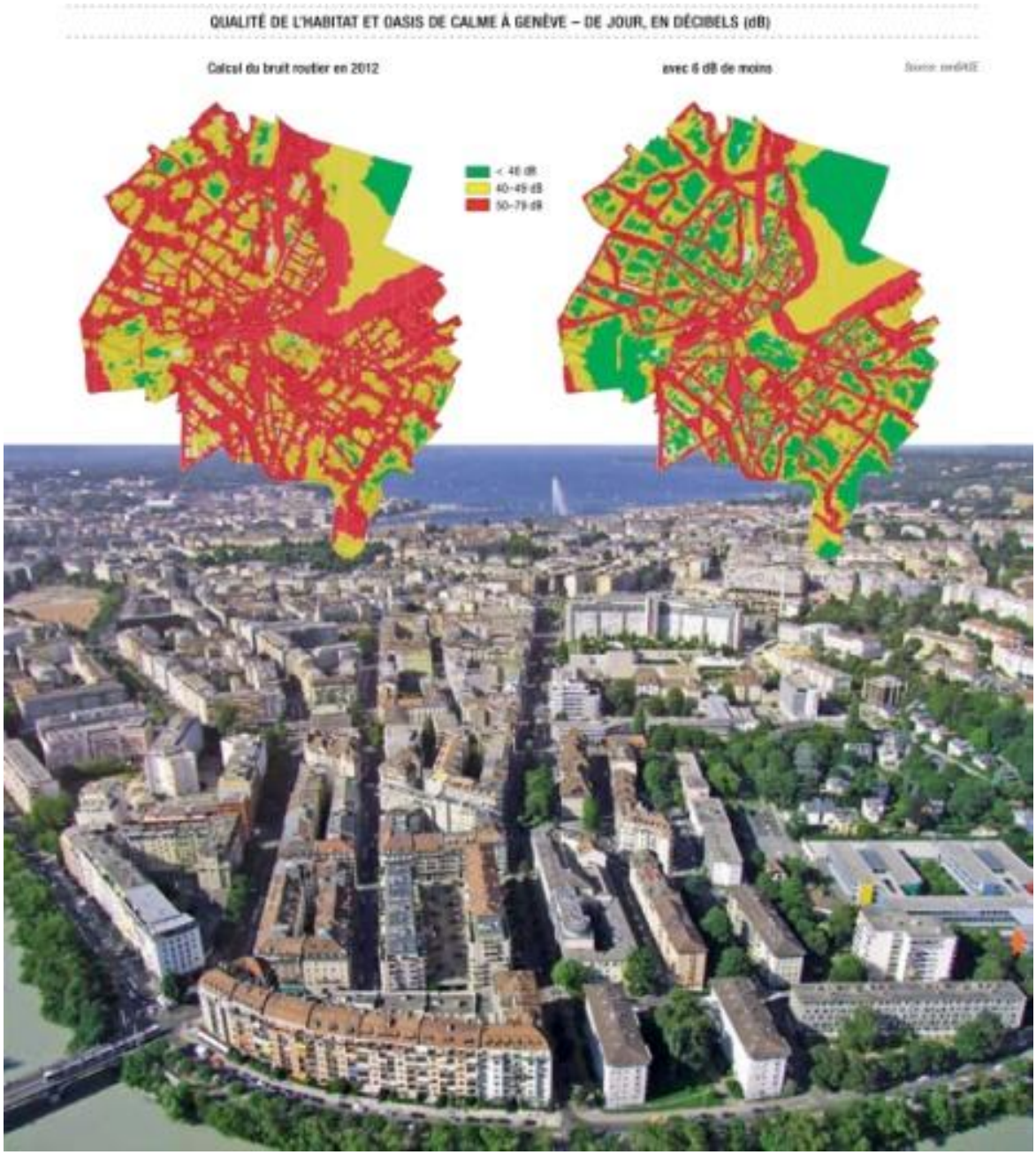
Les habitants d'un quartier attachent une grande importance à l'exposition des espaces extérieurs aux nuisances sonores. Le sentiment de gène est plus important à

[30] CERCLE BRUIT SUISSE., (1998) Brochure Bruit, Lucerne, p. 6.

[31] RIEDER S, HAUENSTEIN J, SCHWENKEL C, DOBLER O., (2011) *Évaluation de l'exécution des articles 22 et 24 de la Loi sur la protection de l'environnement (LPE) et des articles 29, 30 et 31 de l'Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB)*, Rapport final à l'attention de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), Interface Ernst + Basler, Luzern/Zurich, p. 8.

l'extérieur de l'immeuble et fenêtre ouverte que dans la situation fenêtres fermées[32]. Parmi les motifs influençant le bien-être des habitants, la qualité de l'air, les possibilités de repos, de détente et le calme sont fréquemment évoquées[33]. La réponse à ces attentes passe, dans les sites fortement exposés au bruit, par la création « d'îlots de calme ».

Des études menées à partir de la base de données SonBase développée par l'OFEV ont démontré qu'une diminution de 6 dB(A) en ville de Genève fait émerger de nombreux « îlots de calme » à l'intérieur des quartiers[34].



[32] OFEFP., (2000) *Acceptation des mesures de construction destinées à protéger contre le bruit*, Cahier de l'environnement n° 318, Berne, p. 65.
[33] Idem, p. 65.
[34] OFEV., (2013) *Les ressources naturelles en Suisse – Vers plus de calme*, Revue Environnement, n° 1, p. 22.

La création d'espaces calmes en ville passe par des interventions à différentes échelles. Des mesures peuvent être entreprises par exemple au niveau de la gestion urbaine à la grande échelle (assainissements routiers et ferroviaires, gestion du trafic, zones piétonnes, etc.). Dans ce contexte, la hiérarchie des réseaux peut constituer une opportunité. Toutefois, elle se heurte à la problématique de l'équité spatiale car elle suppose une hiérarchisation territoriale de l'exposition aux nuisances sonores.

Les mesures peuvent également être menées dans le cadre de processus de planification ou de projet architecturaux comme l'illustre l'exemple ci-dessous.

Aménagement d'espaces semi-privatifs, préservés des nuisances de la route, à disposition des habitants de l'immeuble. Source : Immeuble de logements, Quartier Oerlikon, Zürich West, 2012 (auteur).

L'aménagement de l'espace public doit également concilier la protection contre le bruit et les enjeux de perméabilité des espaces[35]. Comme leurs noms le laissent supposer, murs antibruit, îlots fermé ou bâtiments écran supposent la création d'une séparation spatiale faisant obstacle au bruit. Cette séparation induit dans certains cas une mise à l'écart de quartiers par rapport au reste de la ville. Ce phénomène tend à nuire aux possibilités de promouvoir la mixité sociale[36] dans ces quartiers.

Toutefois, dans le cadre de l'étude menée par OFEFP, il semble que les habitants ne ressentent que faiblement l'effet de séparation ou de cloisonnement issu de la pose

[35] SECCHI B., Conférence d'introduction au Colloque de l'Association pour la Promotion de l'Enseignement et de la Recherche en Aménagement et urbanisme (APERAU), Université de Lausanne, 6 juin 2012.
[36] Idem.

de mesures de protection du bruit[37]. Malgré cela, la diversité des sites et des situations nécessite une pesée des intérêts à l'échelle locale qui se doit de prendre en compte l'ensemble des enjeux potentiels.

La gestion des nuisances sonores a une incidence directe sur l'objectif premier des espaces publics, à savoir les possibilités de rencontre entre les individus qui composent une société. Il offre l'opportunité de créer « *un paysage acoustique urbain* », comme l'exprime Wolfgang Fasser[38] qui pourrait être considéré plus sérieusement dans la conception des espaces extérieurs. De plus, compte tenu de la subjectivité de la tolérance des individus au bruit, leur participation à la conception des espaces publics est une piste pour une gestion plus adaptée du bruit.

4.6. Synthèse

Depuis 1985 et l'entrée en vigueur de la LPE, le nombre de personnes exposées au bruit n'a cessé d'augmenter essentiellement en raison de la croissance de la mobilité. En effet, le statut d'intérêt prépondérant accordé aux installations publiques et concessionnaires permet de déroger aux exigences fixées par l'OPB. De nombreuses répercussions sociales et économiques sont ainsi supportées par les collectivités en raison des externalités des systèmes de transport.

La gestion du bruit est fortement liée à la gestion des transports. Elle se rapporte à des échelles spatiales, territoriales et temporelles variées et complémentaires. Dans un contexte de développement territorial durable, diverses orientations sont privilégiées dans l'aménagement des espaces urbains (promouvoir la mixité sociale et fonctionnelle, aménager des espaces publics de qualité, favoriser le transfert modal, etc.). Le bruit constitue un facteur d'influence pour la réalisation de ces objectifs. Il peut ainsi être considéré comme une opportunité de favoriser le développement de la durabilité des espaces urbains. Dès lors, des innovations sont à trouver et cela à différents stades et échelles de la gestion de projets urbains.

[37] OFEFP., (2000) *Acceptation des mesures de construction destinées à protéger contre le bruit*, Cahier de l'environnement n° 318, Berne, p. 28.
[38] OFEV., (2013) *Les ressources naturelles en Suisse – Vers plus de calme*, Revue Environnement, n° 1, p. 13.

5. ANALYSE DE CAS

La partie théorique développée dans les chapitres précédents montre l'importance d'une prise en compte adéquate du bruit lors de projets urbains entrepris dans des sites fortement exposés aux nuisances sonores. Dans ce contexte, une étude de cas est menée afin de voir quelles sont les démarches et les mesures préconisées aujourd'hui dans le développement de ces sites. Trois projets, tous situés dans le périmètre de l'agglomération Lausanne-Morges, sont étudiés. Ils répondent aux critères de sélection détaillés dans la partie méthodologique.

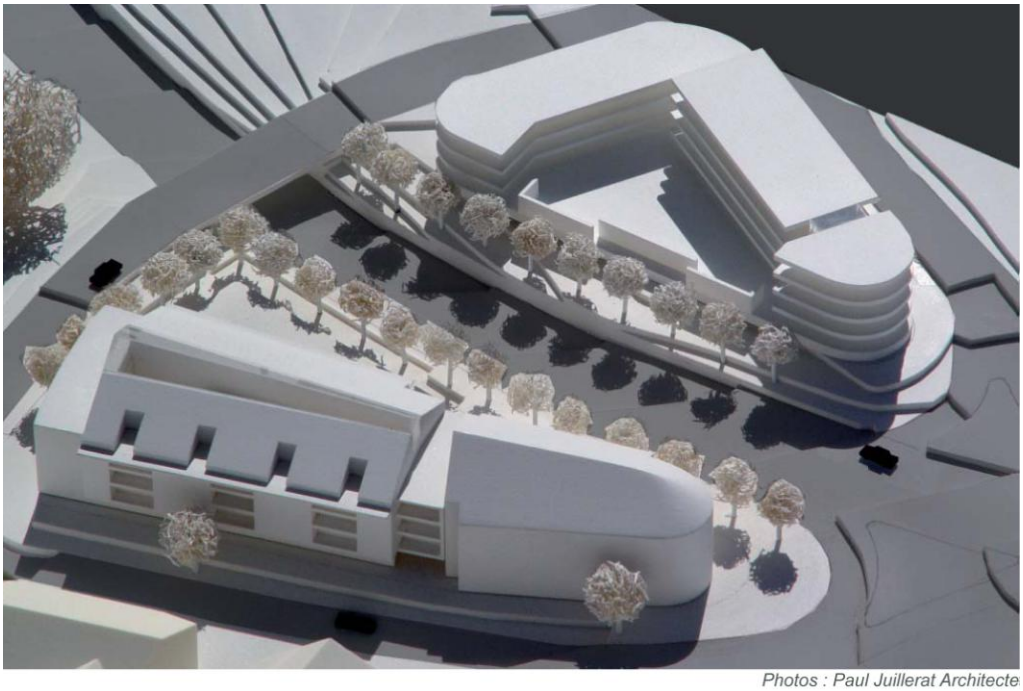
5.1. Présentation des projets urbains

PPA « La Bodévenaz 2 », Epalinges

L'intention de la commune d'Epalinges de lancer une planification sur le secteur de la Bodévenaz fait suite à l'intention du propriétaire majoritaire du site de réaliser des immeubles mixtes sur son terrain. Les parcelles concernées sont déjà affectées par PPA intitulé « la Bodévenaz » datant de plus de 40 ans. Ce dernier ne convient plus aux objectifs actuels en termes d'urbanisation. Un nouveau PPA intitulé « la Bodévénaz 2 » est en cours de réalisation.

Le périmètre du plan d'une superficie de 2954 m^2 est composé de trois parcelles. Deux sont la propriété du canton de Vaud (N°s 497 et 1108). Elles représentent environ 10% de la surface du périmètre. La parcelle principale est une propriété privée. Actuellement, le site est occupé par une maison d'habitation, un rural et un verger.

Le PPA offre la possibilité de construire 4'000 m^2 de surface de plancher déterminante pour de l'habitation (3000 m^2) et des activités moyennement gênantes (1000 m^2), soit une densité de 1.35. Il prévoit l'implantation d'un bâtiment en forme de L disposé le long du ch. de la Girarde et de la rte. du Village. Le site jouit d'une bonne accessibilité en transports individuels motorisés et en transport public. Deux lignes de bus connectent le site au centre d'Epalinges.



Photos : Paul Juillerat Architecte

Site du Calvaire, Lausanne

La ville de Lausanne désire développer un projet de logements et d'activités tertiaires sur deux de ses terrains situés au nord du territoire communal. Le site actuellement affecté en zone d'équipements sportifs et de loisirs de plein air selon le PGA nécessite pour cela une procédure de planification afin de répondre au programme qui y est prévu. Pour mener ce projet, la ville de Lausanne s'est associée à deux coopératives de logements (la Société Immobilière Lausannoise pour le Logement (SILL) et la Société Coopérative Immobilière "La Maison Ouvrière" (SCILMO). Ce groupement constitue le maître de l'ouvrage.

Le périmètre du site, d'une superficie de 8'086 m^2, englobe les deux parcelles de la ville de Lausanne N°s 3201 et 3202. Il est occupé par deux réservoirs d'eau claire qui devront être remplacés ainsi que deux villas sans qualité architecturale reconnue et des terrains de tennis de la ville.

Le site bénéficie d'une disponibilité à la construction rapide compte tenu du foncier en mains de la ville et d'une excellente accessibilité pour tous les modes de transport. La ville de Lausanne a prévu un programme dense pour ce site afin notamment de répondre à la pénurie de logements qui sévit actuellement sur l'ensemble de l'agglomération Lausanne-Morges. Il est prévu de construire entre 150 et 180 logements à la vente et à la location ainsi que des bureaux pour de l'activité tertiaire. Le remplacement des deux réservoirs est également intégré au programme.

Le maitre de l'ouvrage a opté pour une procédure de concours d'architecture et d'urbanisme afin de trouver le meilleur projet d'aménagement possible. L'appel d'offre s'est déroulé en procédure ouverte et le concours mené à deux degrés. Les équipes de participants devaient obligatoirement former des groupes pluridisciplinaires composés au minimum d'un architecte, d'un ingénieur civil, d'un physicien du bâtiment et d'un architecte paysagiste. À la clé du concours, le projet lauréat du sera mandaté pour l'établissement de la planification du site.

Site de Lentillères nord, Crissier

Le projet Lentillères nord est intégré dans un large processus de reconversion urbaine initié par la commune de Crissier sur l'ensemble du secteur intitulé « Vernier –Crissier ». Ce secteur a fait l'objet d'un masterplan définissant les lignes directrices pour son urbanisation. Il bénéficie du soutien cantonal par l'intermédiaire de la politique des pôles de développement.

Le site de Lentillères nord est un projet majeur du secteur « Vernier-Crissier ». Actuellement affecté en zone industrielle, les deux terrains concernés sont la propriété de Patrimonium Residential Opportunity SA. Le projet prévoit une reconversion de la zone industrielle actuelle en zone d'habitat et d'activités.

Le périmètre de projet, d'une superficie de 35'703 m^2, comprend les parcelles N°s 685 et 2294 ainsi que le DP146 du ch. des Lentillères. L'entreprise de gardes meubles Easystock exploite actuellement le terrain N^o685 en mains de la Société anonyme Patrimonium Residential Opportunity. La parcelle N° 2294 n'est pas exploitée.

Compte tenu du changement d'affectation prévu, le développement du site stratégique de Lentillères nord nécessite une planification. Pour cela, il a été décidé de passer par une procédure de concours d'architecture et d'urbanisme sous forme de mandat d'études parallèles. Cette dernière s'est déroulée entre août 2012 et décembre 2012. Le concours a eu lieu en deux phases et sur invitation de six bureaux d'architectes-urbanistes. Trois projets sont retenus pour la deuxième phase. Le recours à des spécialistes d'autres disciplines étaient laissé à la libre appréciation des participants sélectionnés. A la clé, un mandat pour l'élaboration de la planification, la maîtrise d'œuvre et l'élaboration du projet architectural était attribué conjointement au bureau lauréat et à un autre bureau primé.

Le programme du site prévoit la construction de 52'500 à 70'500 m^2 de surface de plancher déterminante, soit un indice d'utilisation du sol situé entre 1.5 et 2. 70% des surfaces sont destinées au logement, 20% à des surfaces administratives ou hôtelières et 10% pour des équipements publics.

Résumé des caractéristiques

Le tableau suivant résume les caractéristiques principales des trois sites étudiés et des programmes qui y sont prévus.

Projet	État de planification	Procédure	Programme	Surface (m^2)	Autorité de planification	Maîtrise d'ouvrage
La Bodévénaz 2	PPA adopté	Planification	36 logements* 20 emplois**	2'954	Commune d'Epalinges	Privé
Calvaire	Concours d'architecture et d'urbanisme	Concours SIA + Planification	150 à 180 logements 35 à 52 emplois	8’086	Ville de Lausanne	Partenariat public privé
Lentillières nord	Mandat d’études parallèles	Concours SIA + Planification	460 à 612 logements* 315 à 420 emplois**	35’703	Commune de Crissier	Privé

* surface moyenne de plancher par logement estimée à 80 m^2
** surface moyenne de plancher par emploi estimée à 50 m^2

Ces sites présentent des différences marquées tant au niveau de leurs conditions actuelles que des contextes urbains dans lesquels ils s’insèrent. Les projets ne sont pas non à des états d’avancement similaires. Les processus de projet entrepris sont également de natures différentes et répondent à la diversité de ces sites. Cette hétérogénéité est représentative de l’hétérogénéité qui caractérise les projets urbains et justifie une approche contextualisée.

Ces sites bénéficient de conditions qui simplifient le développement d’un projet urbain. En effet, ils sont de composition parcellaire simple, avec au maximum un propriétaire privé autre que l’autorité territoriale dans le périmètre. Pratiquement aucun habitant ne réside sur les sites et aucun objet patrimonial ne nécessite une attention particulière. Certains enjeux ne sont dès lors pas aborder dans cette étude de cas.

5.2. Exposition des sites aux nuisances sonores

PPA La Bodévénaz, Epalinges

Le site de la Bodévenaz, affecté en degré de sensibilité III, est bordé par trois axes routiers.

La proximité du site à ces axes routiers induit des niveaux sonores élevés sur l'ensemble du site, dépassants partout les VLI de jour (plus de 65 dB(A)). De nuit, seule une petite partie du périmètre située le long du ch. du Village n'est pas en dépassement des VLI (plus de 55 dB(A)) (cf. annexes 1 et 2).

En raison de l'importance des nuisances sonores dans le périmètre de la Bodévénaz II, une étude acoustique a été exigée en complément au PPA[39]. Dans le cadre de cette étude, une modélisation des isophones actuels et futurs (modélisation des niveaux sonores) est réalisée. Elle révèle des dépassements importants sur une partie des volumétries projetées. A partir de cette étude, des recommandations sont faites par le bureau mandataire. Le PPA La Boédévaz 2 a été adapté en ce sens. Les recommandations qui découlent de cette étude sont les suivantes :

- Une affectation des locaux à de l'activité moyennement gênante (DS III) sur les façades exposées au bruit;
- Une affectation des locaux à un usage non sensible au bruit (local technique, cage d'escalier, ascenseur, coursive,…) sur les façades exposées au bruit;
- Si des locaux à utilisation sensible au bruit se trouvent sur les façades exposées au bruit, prévoir un deuxième ouvrant sur une façade non exposée au bruit ;

[39] ECOSCAN SA, Étude acoustique PPA « La Bodévénaz 2 », 9 janvier 2013.

- La mise en place d'un système de vitrage "en chicane" (gain de 5 à 8 dB(A) environ)
- La réalisation de loggia avec plafond et éventuellement parois absorbants (9-10 dB(A) de gain).

À noter que les modélisations effectuées dans le cadre de l'étude acoustique prennent en compte l'assainissement futur de la rte. de Berne prévu par la commune d'Epalinges (limitation de la vitesse à 60km/h et pose d'un revêtement phonoabsorbant).

Site du Calvaire, Lausanne

L'av. de la Sallaz, avec ses 20'000 voitures par jour, est la source principale de bruit affectant le site du Calvaire.

Les valeurs extraites du cadastre cantonal du bruit routier indiquent que plus des deux tiers du site sont exposés à plus de 60 dB(A) de jour et 50 dB(A) de nuit (cf. annexes 3 et 4). Des mesures effectuées sur le site confirment cet état avec des niveaux sonores jour obtenus entre 63 dB(A) et 66 dB(A). Compte tenu du degré de sensibilité des parcelles, cela suppose un dépassement des VP.

Un assainissement du bruit est prévu sur l'av. de la Sallaz. Une étude plus générale relative à l'évolution des charges de trafic sur le réseau est également en cours de réalisation. Ces deux documents n'ont néanmoins pas été intégrés comme données de base lors des réflexions sur l'aménagement du site du Calvaire.

Site de Lentillères nord, Crissier

Le site de Lentillières nord est bordé au nord par la rte. de Crissier empruntée par 33’700 véhicules par jour. Le ch. de Marcolet longe le site à l’est. Il présente également une charge élevée d’environ 20'000 véhicules par jour. La vitesse est limitée à 70km/h sur ces deux axes routiers.

À l’ouest, le ch. des Lentillières est moins fréquenté avec 8’800 véhicules par jour. Le site est davantage exposé au bruit dans ses parties nord et est. Les niveaux sonores se situent entre 65 et 75 dB(A) de jour et 55 à 65 dB(A) de nuit. Les VP sont dépassées sur l’ensemble du site de jour (cf. annexes 5 et 6).

À l’avenir, une stabilisation du trafic sur la rte. de la Sallaz et sur le ch. de Marcolet est attendue. Ce constat résulte d’une étude de trafic menée à l’échelle du Schéma directeur de l’Ouest lausannois (SDOL) dans le cadre de l’arrivée du tram et de la construction de deux nouvelles bretelles autoroutières à Ecublens et à Chavannes-Prés-Renens. Les diminutions attendues du trafic liées à ces bretelles seront compensées par les densifications planifiées.

Un abaissement de la vitesse réglementaire de circulation est prévu sur la rte. de Crissier, actuellement à 70km/h. Elle devrait passer à 60km/h dans un premier temps, puis à 50km/h dans un avenir plus lointain. Cela devrait à terme réduire les nuisances sonores sur le site de Lentillières nord.

5.3. Les projets d’aménagement

L’analyse des projets d’aménagement proposés par les aménagistes pour les sites étudiés est centrée sur la problématique de la gestion du bruit. L’objectif est d’évaluer la compatibilité entre les réponses apportées en termes de protection contre le bruit et la réalisation des autres enjeux liés aux développements de

l'urbanisation. Cette analyse n'est pas exhaustive. Elle est orientée en fonction des éléments abordés dans la partie théorique.

PPA « la Bodévénaz 2 », Epalinges

Le site de la Bodévénaz, d'une superficie de 0.3 ha, est restreint comparativement aux deux autres sites étudiés. Son exposition aux nuisances sonores est importante en raison des axes routiers qui le bordent sur l'ensemble de son pourtour.

L'aménagement prévu par le PPA assure, grâce à l'implantation de l'activité dans le périmètre situé à l'ouest et au dispositif antibruit implanté au sud, un respect des valeurs limites de l'OPB. Un espace calme est ainsi créé au sud des aires d'implantation bâties. Les niveaux sonores évalués au niveau de cet espace sont de 45 dB(A) de jour et 36 dB(A) de nuit (cf. annexe 7).

Extrait du PPA la Bodévénaz 2

Cet espace, ouvert en direction de la rte. de Berne ne dispose pas d'une localisation très attrayante mais il constitue l'opportunité principale afin d'offrir un espace extérieur pour les habitants du futur quartier. En effet, les autres façades pouvant être réalisées dans les aires d'implantation du PPA (le long du ch. de la Girarde et de la rte. du Village) sont soumises à des niveaux sonores encore élevés (entre 60 et 65 dB(A)).

Le site de la Bodévénaz est séparé spatialement par les axes de circulation qui le délimite. Son insertion dans le tissu urbain d'Epalinges en est impactée, notamment au niveau des liaisons avec le centre-ville d'Epalinges où sont situées les principales aménités. Dans ce contexte, la réalisation d'un espace public de qualité à disposition des habitants du site est importante afin de garantir une qualité de vie pour les habitants et d'offrir un lieu propice aux interactions sociales.

Synthèse

Le site de la Bodévénaz en dépassement des VLI offre des alternatives réduites à la protection contre le bruit en raison de sa faible superficie. De plus, il souffre d'une forte séparation spatiale du reste tissu urbain avoisinant en raison des axes routiers qui le délimitent.

Dans ce contexte, le traitement des espaces extérieurs est déterminant afin d'améliorer la qualité de vie du site. De plus, cette analyse ouvre de nombreuses pistes de réflexion relatives notamment au développement futur de ce site :

- Comment améliorer les liens spatiaux avec les centralités et les espaces publics d'Epalinges afin de limiter l'effet de cloisonnement du site lié à la forte présence des infrastructures routières?
- Quel projet d'aménagement de la cour intérieure pourrait permettre d'offrir un espace de qualité pour les futurs habitants? Une démarche participative pourrait-elle constituer une alternative afin d'améliorer l'appropriation des lieux et de déterminer les mesures anti-bruit les mieux adaptées ?
- Quelles-sont les impacts de l'exposition au bruit sur les habitudes de mobilité des individus ? Existe-il un effet de direct entre usage des transports individuels motorisés et niveau d'exposition sonore ?

Site du Calvaire, Lausanne

Le programme du concours d'architecture et d'urbanisme du Calvaire garantit une offre en logement diversifiée. Ces logements construits par des coopératives d'habitation seront pour moitié en location et pour moitié en marché libre. 10 à 15% des surfaces de plancher déterminantes réalisées sont dévolues aux surfaces administratives et commerciales.

Type	Pourcentage *	SUP par logement **	Remarque
2 à 2.5 pièces	40%	50 à 60 m^2	dont 50% appartements protégés
3 à 3.5 pièces	35 %	70 à 85 m^2	
4 pièces et plus	25 %	95 à 110 m^2	

* % en nombre d'appartements

** surface utile principale au sens de la SIA 416.

La configuration du site du Calvaire conditionne fortement les propositions apportées par les participants du concours. En effet, le périmètre est bordé à l'est par un cordeau de forêt et jouit d'un dégagement de qualité sur le grand paysage. A l'ouest, il est délimité par l'av. de la Sallaz qui constitue la principale source de nuisances sonores du site. Le périmètre est allongé et dispose d'une profondeur est-ouest limitée pour l'implantation bâtie.

Compte tenu des exigences de densité du programme et de la configuration du site le recours à des typologies d'appartements traversantes est préconisé par l'ensemble des participants (cf. figure 1 et 2). Les fenêtres d'aération sont disposées à l'est dans un secteur préservé du bruit par les constructions.

Dans certains cas, les candidats proposent des solutions constructives jouant le rôle d'espace tampon (agencement des circulations internes à l'est, aménagement de loggias ou de petits balcons, etc.) (cf. figure 1 et 2). Ces solutions offrent davantage de diversité dans l'organisation des locaux.

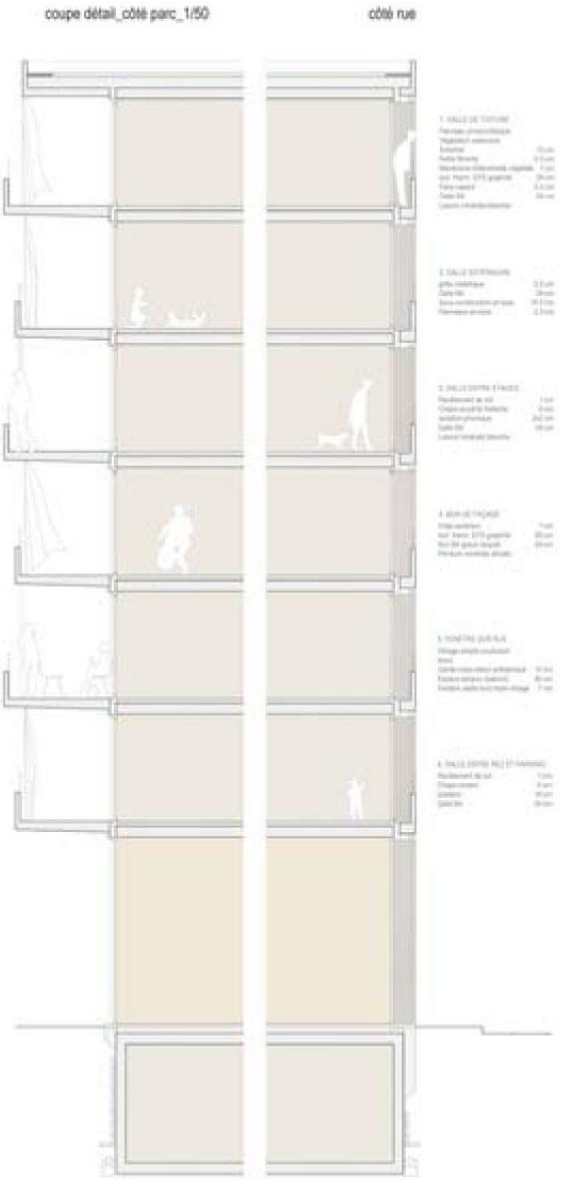


Figure 1 : Projet « Réservoir Dogs », Tribu architecture Sàrl, Lausanne / Alberti Ingénieurs SA, Lausanne / Planair SA, Yverdon-les-Bains / Paysagestion SA, Lausanne
Figure 2 : Projet « Car la Vie », Farra & Zoumboulakis architectes Sàrl, Lausanne / Ingeni SA, Carouge / Weinmann Energies SA, Echallens / Hüsler & Associés Sàrl, Lausanne

Au niveau de la disposition des espaces extérieurs, deux orientations principales sont préconisées :

- L'aménagement des espaces extérieurs protégés des nuisances sonores par un front bâti le long de l'av. de la Sallaz (figures 3 et 4) ;
- La hiérarchisation des espaces avec des places publiques plus urbaines en relations avec l'av. de la Sallaz et des espaces plus privatifs à l'ouest protégés des nuisances sonores par le bâti (figure 5).

Figure 3 : Projet « Réservoir Dogs », Tribu architecture Sàrl, Lausanne / Alberti Ingénieurs SA, Lausanne /Planair SA, Yverdon-les-Bains / Paysagestion SA, Lausanne
Figure 4 : Projet « Réservoir Dogs », Tribu architecture Sàrl, Lausanne / Alberti Ingénieurs SA, Lausanne /Planair SA, Yverdon-les-Bains / Paysagestion SA, Lausanne
Figure 5 : Projet « Cliff », MPH architectes, Lausanne / Amsler Bombeli, Lausanne / Amstein + Walthert, Lausanne / Alban Carron, Sion.

Synthèse

Le cadre fixé par la LPE offre une diversité de solution pour l'aménagement du site du Calvaire. Dans le cas précis l'application de l'art. 31 OPB (respect de l'OPB via la disposition adaptée des locaux sensibles au bruit) permet d'éviter la réalisation de mesures anti-bruit le long de l'av. de la Sallaz et ainsi de favoriser les relations entre le site et les espaces alentours. Il permet également d'implanter l'ensemble des logements prévus par le programme malgré la forte exposition du site au bruit.

Les solutions apportées par les participants montrent qu'il est possible de répondre aux objectifs de diversité typologiques des appartements exigés par le programme du concours tout en respectant la LPE. Les projets, conformément aux objectifs des maîtres de l'ouvrage, garantissent une mise sur le marché de logements à loyers modérés et avec des typologies diversifiés. Cet offre est ainsi plus favorable à l'accueille de populations variées sur le site.

Les propositions des participants présentent des diversités importantes par rapport à l'exposition au bruit des espaces extérieurs. Le projet lauréat par exemple dispose une grande partie des espaces publics extérieurs dans des zones avec des niveaux sonores encore importants (cf. figure 6). Des compléments d'information pourraient permettre d'optimiser le processus de concours en y intégrant plus fortement la question du bruit.

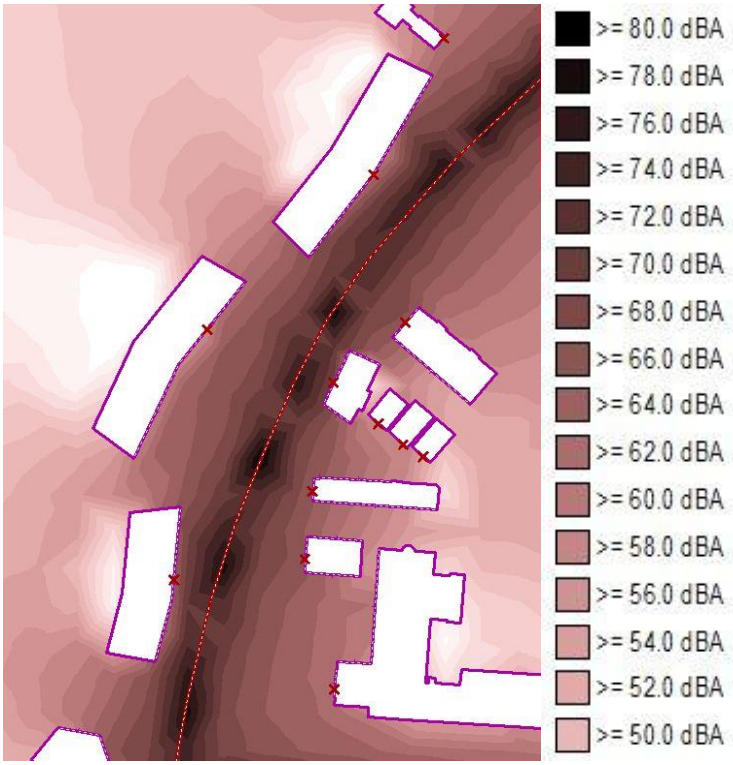


Figure 6 : Modélisation sommaire, à titre illustratif, des niveaux sonores auquel est exposé le projet d'aménagement « Cliff » lauréat du concours du site du Calvaire.

La procédure de concours définie par les maîtres de l'ouvrage présente plusieurs avantages en termes de gestion du bruit :

- Elle garantit que les mesures de protection contre le bruit soient économiquement supportables et entrent dans le cadre du montage financier prévu;
- Elle permet une pesée des intérêts en amont entre la protection contre le bruit et les autres enjeux du site (animation des fronts de rue, diversité des appartements, affectation des surfaces, localisation des espaces publics, etc.) ;
- Elle assure la coordination entre la planification et le projet d'architecture futur.

Site de Lentillères nord, Crissier

L'importante superficie du site de Lentillières nord (3.5 ha) offre une grande diversité de solutions afin de répondre aux fortes nuisances sonores qui affectent le site. L'ensemble du site est exposé à des nuisances sonores importantes dues aux axes routiers à proximité. Le traitement des franges du site constitue l'enjeu principal en matière de gestion du bruit afin de réserver des espaces plus calmes à l'intérieur du site. En ce sens, une mixité entre activités (30%) et emplois (70%) est prévue par le par le masterplan Vernier-Crissier. Elle permet notamment de jouer sur la sensibilité au bruit des affectations.

Deux concepts principaux ressortent des propositions des participants :

- La création d'îlots semi fermés avec des typologies d'appartements traversantes (cf. figure 7).
- L'implantation des activités le long des axes les plus fréquentés (rte. de Crissier et du ch. de Marcolet) (cf. figures 8 et 9).

Figure 7 : Projet « Côté Jardins », Bauart Architectes et urbanistes SA / Sorane SA / PPlus Sàrl / Hüsler et associés Sàrl

Figure 8 : Projet sans titre, Tribu architecture
Figure 9 : Projet West side story farra & zoumboulakis architectes architectes efpl sia fsu / Bureau du Paysage / Team+ / CSD / Energie Concept SA

Le programme du concours de « Lentillières nord » vise une mixité des typologies d'appartements résolue par l'ensemble des participants. Le projet lauréat va plus loin et propose une répartition des surfaces en fonction de leur mise sur le marché (location ou vente en propriétés par étage) (cf. figure 10). Cette proposition est intéressante en regard de la problématique de la gestion du bruit car elle tend à prendre en compte la sensibilité des divers individus au bruit en fonction notamment de la typologie d'habitat recherchée.

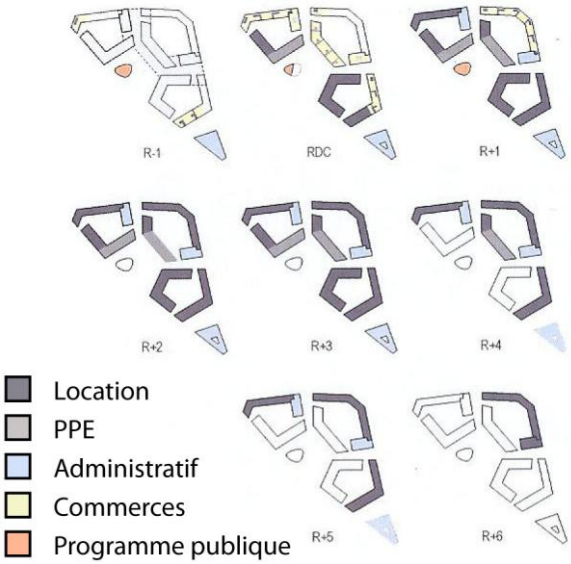


Figure 10 : Projet « Côté Jardins », Bauart Architectes et urbanistes SA / Sorane SA / PPlus Sàrl / Hüsler et associés Sàrl

La réalisation des constructions sur le site de Lentillières nord (entre 52'500 et 70'500 m^2 de SPd) est prévue en étapes. Les propositions des participants devaient intégrer cette exigence.

La disposition d'un bâtiment d'activité le long la rte. de Crissier est moins intéressante dans une optique de réalisation en étapes. Cela suppose des étapes de projet moins équilibrées au niveau des affectations ce qui peut constituer un frein au

montage financier. Par contre, il permet une meilleure protection des surfaces destinées au logement.

Figure 11 : Projet « Côté Jardins », Bauart Architectes et urbanistes SA / Sorane SA / PPlus Sàrl / Hüsler et associés Sàrl

Le recours à des typologies en ilots, où chaque ilot bénéficie d'une mixité programmatique relativement équivalente, garantit un meilleur montage financier à chaque étape de réalisation. Dans ce cas, de nombreux logements possèdent une façade orientée en direction des axes de circulation et sont davantage exposés au bruit. Toutefois, la réalisation des étapes depuis le sud vers le nord nécessite que les constructions réalisées à chaque étape répondent aux exigences de la LPE. Dès lors, les lots situés au cœur du quartier disposeront d'une protection au bruit au delà des valeurs limites de la LPE.

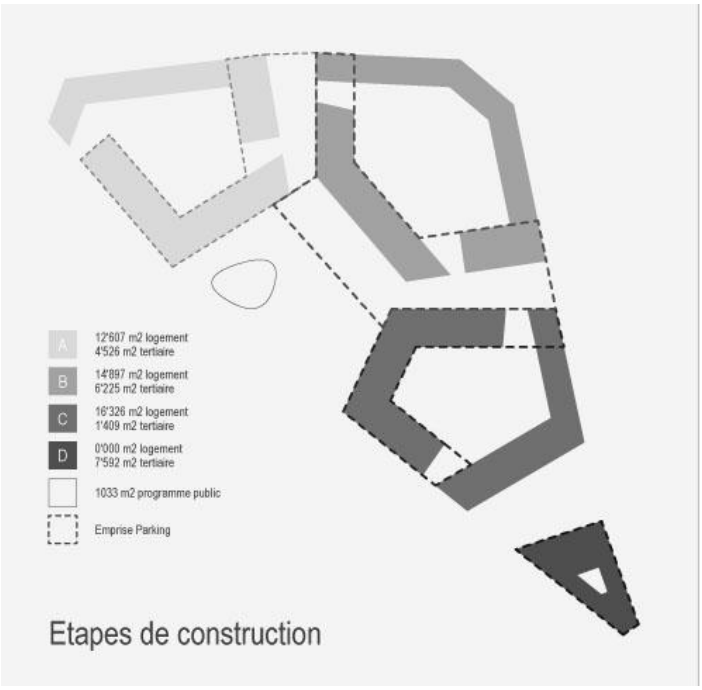


Figure 12 : Projet « Côté Jardins », Bauart Architectes et urbanistes SA / Sorane SA / PPlus Sàrl / Hüsler et associés Sàrl

Les projets des participants doivent prévoir la réalisation d'un espace public majeur pour le futur quartier de Lentillières nord. La majorité des projets préconisent l'aménagement de cet espace public à l'intérieur du quartier, protégé des nuisances de la rte de Crissier et du ch. de Marcolet (cf. figure 13). Seul un projet dispose cet espace le long de la route de Crissier (cf. figure 14).

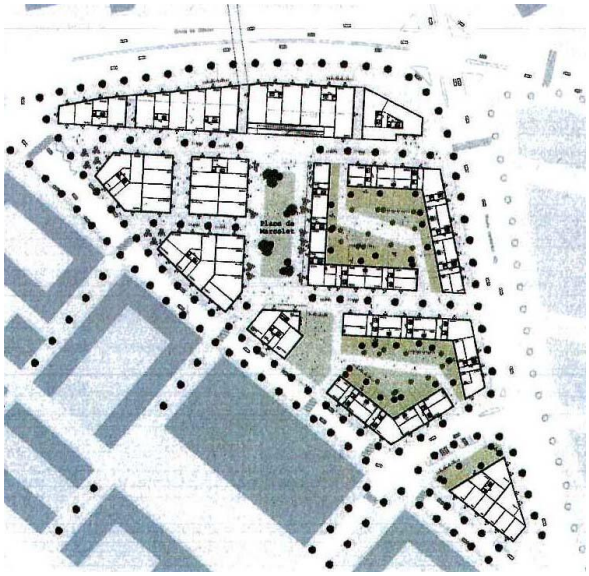


Figure 13 : Projet sans titre, KCAP Architects & Planners
Figure 14 : Projet West side story farra & zoumboulakis architectes architectes efpl sia fsu / Bureau du Paysage / Team+ / CSD / Energie Concept SA

La création d'espaces plus privatifs et mieux protégés des nuisances sonores, généralement en cœur d'îlots, est proposée dans tous les projets.

La gestion de l'exposition au bruit des espaces extérieurs du site de Lentillières nord est complexe. Elle exige un équilibrage entre les degrés de privacités des espaces, la perméabilité de ces espaces, les relations avec les polarités alentours (arrêts de transport public, autres espaces publics, aménités, etc.).

Le projet lauréat dispose un espace public majeur bien connecté au tissu urbain voisin et ouvert vers l'axe de circulation le plus calme. Cet espace subit des niveaux sonores encore importants (estimés entre 60dB(A) et 65 dB(A)). Toutefois, les vastes cours d'immeubles offrent des espaces calmes pour les habitants des immeubles du quartier (cf. figure 15).

Figures 15 : Modélisations sommaires, à titre illustratif, des niveaux sonores auquel est exposé le projet d'aménagement « Côté Jardins » lauréat du concours du site de Lentillières nord.

Synthèse

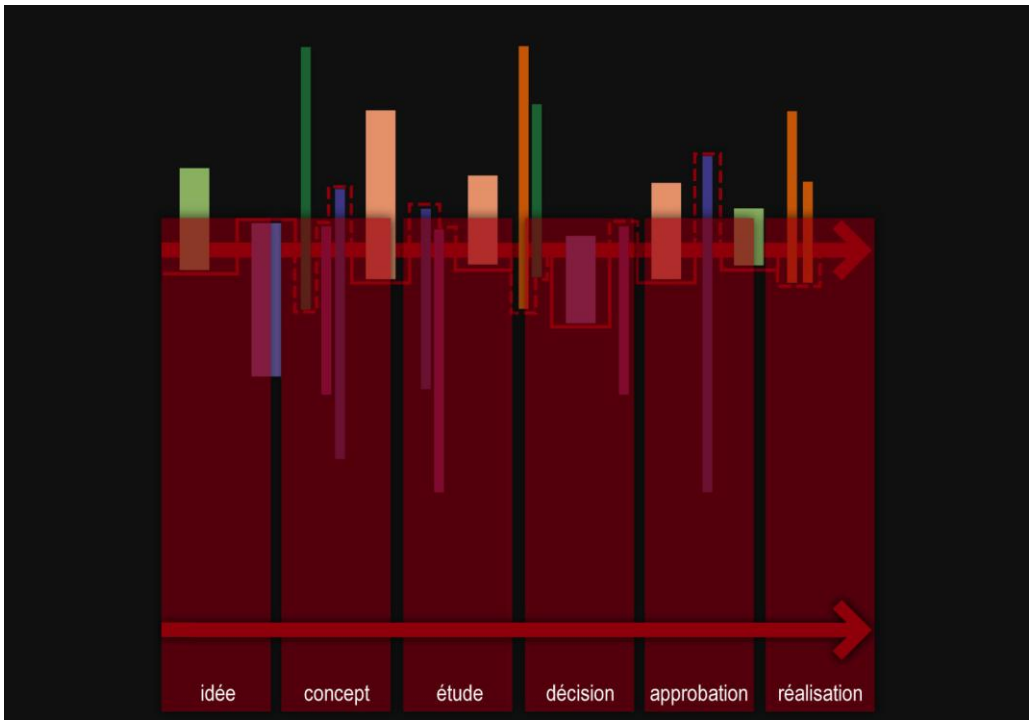
La réhabilitation de la friche de Lentillières nord en zone mixte s'effectue dans un contexte particulièrement peu accueillant pour le logement en raison des fortes nuisances sonores routières et d'un tissu avoisinant déstructuré et peu attractif pour l'habitat. Il s'agit de recréer un morceau de ville qui puisse se satisfaire à lui-même mais également prévoir les évolutions futures prévues par le masterplan Vernier-Crissier à proximité.

La procédure de concours entreprise par les maîtres de l'ouvrage montre que les réponses à la problématique du bruit sont diverses. De nombreux enjeux se confrontent (phases du projet, montage financier, qualité des espaces publics, qualité des appartements, etc.) et viennent influencer la réponse donnée à la gestion du bruit.

6. REFLEXIONS

L'étude des projets réalisés par les aménagistes pour les trois sites proposée au chapitre précédent est limitée à une évaluation à un moment définit du projet. Or, les projets urbains sont le résultat de processus dynamiques qui se déroulent en plusieurs étapes[40]. La prise en compte du bruit dans les projets étudiés dépend également de la manière dont cette problématique est intégrée au projet en amont et en aval. Sur la base des informations récoltées dans le cadre de l'analyse de projet et des réflexions théoriques développées dans l'introduction, ce chapitre tente de déceler des pistes afin d'optimiser la gestion du bruit aux différentes phases de projet.

Le processus de projet urbain contemporain est caractérisé par plusieurs étapes clés illustrées sur le schéma ci-dessous. Le propos suivant reprend pour l'essentiel la définition des principales phases de projet ainsi que son déroulement temporel classique. Dans la réalité ces étapes sont itératives et dépendent de la nature du projet.



Figures 15 : F. Wenger, B. Woeffray, MAS en urbanisme durable, *Projet urbain et maîtrise d'ouvrage urbaine*, 30 octobre 2012

[40] REVUE TRACÉ., (2012) *Sion – entre ville et paysage*, n° 19.

Idée de projet

La volonté d'urbaniser un site exposé à des nuisances sonores excessives en regard de la législation pose initialement la question du bien-fondé de ce choix. Cette décision relève d'une vision d'aménagement du territoire à la grande échelle (communal, agglomération, cantonal). Elle appartient aux autorités en charge de l'aménagement territorial. Les autorités cantonales jouent alors un rôle de contrôle. Pour être adopté, le projet urbain doit être compatible avec la législation sur le bruit et les documents directeurs cantonaux.

Dans le cas de projets avec des affectations mixtes entre logements et activités comme ceux étudiés dans ce travail, la question du bien-fondé de l'urbanisation du site est fondamentale. En effet, le bruit induit des effets économiques et sociaux importants supportés par les collectivités. Ainsi, la pesée des intérêts qui s'effectue dans le cadre du choix d'un site doit également se faire en regard des effets potentiels du bruit sur l'avenir du site.

Toutefois, il est souvent difficile d'évaluer préalablement la faisabilité de l'urbanisation d'un site à des stades avancés de projet. Des études préliminaires peuvent alors être entreprises auxquelles les questions environnementales, dont le bruit, sont intégrées. Elles se limitent en général à considérer le cadre juridique de la LPE.

Les projets étudiés montrent que même dans des secteurs fortement exposés au bruit, il existe de multiples solutions afin de respecter le cadre fixé par l'OPB. Or, dans une optique d'évaluation durabiliste des projets, il est souhaitable de considérer également les effets indirects du bruit sur les espaces urbains. Des démarches d'évaluation pourraient être envisagées afin de déceler en amont les incidences du bruit sur les possibilités d'urbanisation futures.

Conception

Cette phase consiste à identifier les objectifs, les enjeux et les ressources associés au projet urbain. Il s'agit à ce stade de déterminer la stratégie à mettre en œuvre afin d'aboutir à la vision de projet désirée.

Premièrement, l'établissement d'un diagnostic du bruit est en général effectué et souvent exigé par les autorités cantonales dans les secteurs fortement exposés aux nuisances sonores. Ce diagnostic, de nature technique, permet de situer le projet dans son contexte acoustique actuel. Les évolutions prévues au niveau du trafic n'y sont pas intégrées, partant du principe que les modifications des charges ont des effets réduits sur les niveaux sonores.

Le diagnostic technique évoqué précédemment est basé sur les charges de trafic actuelles. Il est établit afin de répondre aux exigences de l'OPB, à savoir le respect des valeurs limites de jour et de nuit. Or, la durée de vie des constructions est élevée (60 ans et plus) alors que les fluctuations des nuisances sonores sont nettement plus rapides. De plus, d'autres tendances influencent les expositions sonores (diminution de la pause nocturne, évolution du sentiment de gène transfert modal, etc.) et ne sont pas prises en compte par ces modèles. Dès lors, l'évaluation des défis futurs en

matière de bruit ne doit pas se limiter à une évaluation technique de la situation. Elle peut être complétée par une approche proactive et préventive afin de garantir une meilleure qualité de vie pour les individus. Pour cela, le diagnostic doit également considérer les démarches prévues aux différentes échelles spatiales et temporelles.

Deuxièmement, la qualité du diagnostic influence la définition des enjeux et des objectifs auxquels devront répondre les projets d'aménagement. L'échelle du projet joue un rôle important car elle détermine les possibilités de gestion du bruit. La définition du périmètre de projet peut s'avérer capitale afin de garantir une bonne gestion du bruit. D'autres facteurs sont alors considérer (acteurs englobés, cohérence territoriale, etc.). La définition du périmètre de projet nécessite alors, déjà à un stade préliminaire de projet, une pesée des intérêts en présence.

La gestion du bruit dépend également du choix de la démarche de projet et des ressources et acteurs à mobiliser. Les démarches de concours étudiées illustrent une manière d'améliorer la qualité de sélection du projet. Les démarches préliminaires effectuées, la définition du cahier des charges, la procédure d'adjudication, le choix du jury, etc. sont tant de facteurs qui peuvent influencer les réponses données à la problématique du bruit. Le bruit influence également le montage financier du projet. Une attention suffisamment en amont des conséquences financières liées à l'exposition au bruit et à sa protection permet d'ajuster le montage financier du projet.

Le cadrage du projet et de la stratégie de mise en œuvre constitue probablement la phase la plus importante afin de garantir une prise en compte optimale du bruit. Elle suppose une évaluation des enjeux en présence et peut amener, le cas échéant, à une remise en cause de l'intention initiale d'urbaniser le site.

Étude et décision

La phase de conception du projet d'aménagement consiste à rassembler l'ensemble des acteurs concernés par le projet afin de tendre vers un projet partagé. Il s'agit alors de déterminer qui sont les acteurs légitimes à participer à cette prise de décision et quelle est leur degré d'implication.

Actuellement, les tendances sont à une démocratisation plus participative et les citoyens tendent à manifester un intérêt grandissant pour l'aménagement territorial. Au travers de ce travail, nous avons montré que les enjeux en matière de gestion du bruit ne peuvent pas uniquement être considérés en regard du respect de la LPE. Les notions de perception et d'acceptation du bruit par les individus sont également fondamentales afin de garantir une gestion plus durable. Ces éléments tendent à justifier l'émergence de démarches nouvelles, permettant de considérer plus finement les impacts du bruit sur les futurs habitants et usagers d'un site.

La conception urbaine suppose également une connaissance des enjeux urbains. On en revient ici à la place donnée à l'évaluation du bruit lors de la phase de cadrage du projet. Une mise en évidence de l'importance du bruit en amont et une prise en compte des différents impacts en résultants permet d'influence la manière de

concevoir les espaces urbains.

Réalisation et devenir

Les espaces urbains ne sont pas figés par les mesures d'aménagement du territoire. Ces dernières se résument à fixer le cadre dans lequel évolueront les usagers et les usages qui seront fait du site. Comme cela a déjà été évoqué, le contexte sonore d'un quartier évolue également avec le temps. Il est d'ailleurs très difficile de l'évaluer en amont. La gestion du bruit est un enjeu qui se poursuit au-delà de la démarche de planification. En ce sens, diverses pistes d'investigation peuvent être évoquées. La perception du bruit par exemple est liée au bien-être général des individus. L'information peut par exemple jouer un rôle sur l'acceptation en favorisant une meilleure compréhension des mesures de protection prises lors de la conception d'un quartier.

7. CONCLUSION

La régulation du bruit définie par la LPE et son ordonnance d'application répond à la pluralité des contextes dans lesquels se développement l'urbanisation. Cette flexibilité exige de la part des autorités en charge de l'aménagement du territoire une évaluation des enjeux du projet motivée, en principe, par l'accroissement du bien-être collectif.

Or, depuis 1985, date de l'entrée en vigueur de la LPE, de nombreuses personnes doivent supporter des nuisances sonores qui dépassent les valeurs limites de l'OPB. Malgré les efforts entrepris par les collectivités publiques afin de remédier à cette situation, ce nombre ne cesse d'augmenter.

Dans ce contexte, les enjeux liés à la protection contre le bruit dépassent largement le respect du cadre législatif. L'étude des projets urbains de La Bodévénaz 2 à Epalinges, du Calvaire à Lausanne et de Lentillières nord à Crissier illustrent la manière dont la protection contre le bruit est traitée dans des sites actuellement en cours de développement et exposés à des nuisances sonores élevées. Ils démontrent que de nombreuses solutions existent afin d'établir des projets d'aménagement cohérents en accord avec la LPE.

Ainsi, de nouvelles pistes sont à investiguer afin d'optimiser l'intégration de la problématique du bruit dans les processus de projet et de garantir la réalisation d'une urbanisation plus durable.

BIBLIOGRAPHIE

Littérature scientifique

ASPAN., (1997) *Architecture et protection contre le bruit – Comment construire dans les secteurs exposés au bruit ?*, Berne.

ASPAN., *Structuration adéquate de l'habitat et de l'environnement dans des zones de bruit de trafic intense*, Document n°. 52, Berne.

CONFÉRENCE PERMANENTE DU DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL., (2008) *Localisation des entreprises et mixité fonctionnelle*, Note de recherche.

DA CUNHA A, BOTH, J-F. OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE (OFS), (2004) *Recensement fédéral de la population 2000 - métropolisation, villes et agglomérations : Structures et dynamiques socio démographiques des espaces urbains*, Neuchâtel.

DUPUIS G., (1999) *La dépendance automobile - Symptômes, analyses, diagnostic, traitements,* Ed. Economica.

DUTHILLEUL J-M., (2012) *Circuler – Quand nos mouvements façonnent la ville*, Ed. Alternatives.

LE BERRE M., (1992) *Encyclopédie de la géographie*, Paris, Economica, PP. 617-638.

MONGIN O., (2007) *La condition urbaine, la ville à l'heure de la mondialisation*, Ed. Points.

NOIRJEAN S., *Mobilité de planification urbaine : la méthode ABC dans l'Ouest lausannois face aux besoins de l'économie*, Université de Lausanne / Urbaplan, Fribourg.

RIEDER S, HAUENSTEIN J, SCHWENKEL C, DOBLER O., (2011) *Évaluation de l'exécution des articles 22 et 24 de la Loi sur la protection de l'environnement (LPE) et des articles 29, 30 et 31 de l'Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB)*, Rapport final à l'attention de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), Interface Ernst + Basler, Luzern/Zurich.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ACOUSTIQUE., (2010) *L'acoustique en France en 2010*, Ed. SFA.

Publications

ASPAN., (2009) *Bâtir dans les secteurs exposés au bruit, La pesée des intérêts au titre de l'article 31 alinéa 2 OPB*, Cahier de l'ASPAN n° 4, Ed. Territoire et environnement.

CERCLE BRUIT SUISSE., (1998) Brochure Bruit, Lucerne.

COMMISSION FÉDÉRALE POUR LA LUTTE CONTRE LE BRUIT (CFLB)., (2010)*Plan directeur de la recherche sur le bruit – Nécessité d'actualiser les bases d'évaluation du bruit*.

DÉPARTEMENT CANTONAL VAUDOIS DE LA SÉCURITÉ ET DE L'ENVIRONNEMENT, SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'ÉNERGIE (SEVEN), DÉPARTEMENT VAUDOIS DES INFRASTRUCTURES, CERCLE BRUIT SUISSE., (1998) Brochure Bruit, Lucerne.

SERVICE DES ROUTES (SR)., (2007) *Bruit du trafic routier – Assainissement : Références légales, constat et mesures de protection*, Lausanne.

GÉO-REGARDS - REVUE NEUCHÂTELOISE DE GÉOGRAPHIE., (2008) *Reconstruire la ville sur la ville*, N° 1, Ed. Alphil.

MIALET F., (2011) *Mixité fonctionnelle et flexibilité programmatique*, Dossier d'analyse.

ARE, OFEV., (2009) *Pollution sonore en Suisse - Résultats du monitoring national SonBase*, Berne.

OFEFP., (2000) *Acceptation des mesures de construction destinées à protéger contre le bruit*, Cahier de l'environnement n° 318, Berne.

OFEV., (2005) *Aménagement du territoire et acoustique architecturale –Mieux vaut prévenir que guérir*, Revue Environnement, n° 2.

OFEV., (2006) *Caractère économiquement supportable et proportionnalité des mesures de protection contre le bruit, Optimisation de la pesée des intérêts*, Complément au Cahier de l'environnement n° 301, Berne.

OFEV., (2007) *Assainissement du bruit routier, Situation et perspectives*: *décembre 2006*, Berne.

OFEV, OFFS., (2011) *Environnement Suisse 2011*, Berne/Neuchâtel.

OFEV., (2013) *Les ressources naturelles en Suisse – Vers plus de calme*, Revue Environnement, n° 1.

OFS., (2012) *Mobilité et transports, statistique de poche 2012*, Neuchâtel.

OFR, OFEV., (2006) *Manuel du bruit routier, Aide à l'exécution pour l'assainissement. État: décembre 2006*, Berne.

OFR, OFEV., (2011) *Revêtements de route peu bruyants à l'intérieur des localités*, Rapport annuel 2010.

REVUE TRACÉ., (2012) *Sion – entre ville et paysage*, n° 19.

Documents relatifs aux projets urbains

COMMUNE DE CRISSIER., *Préavis de la Municipalité au Conseil Communal N° 11/2011-2016 - Secteur Lentillières Nord, Octroi d'un crédit d'étude pour la réalisation d'un mandat d'études parallèles (MEP),* 13 janvier 2012.

COMMUNE DE CRISSIER, PATRONIUM, ÉTAT DE VAUD., Chantier 3 Schéma directeur de l'ouest lausannois (SDOL) « Lentillières nord-Crissier » Mandat d'études parallèles, Rapport du collège d'experts, Ed. Plarel, 2013.

ECOSCAN SA, Étude acoustique PPA « La Bodévénaz 2 », 9 janvier 2013.

GEA Valloton et Chanard SA, Commune d'Epalinges, Plan partiel d'affectation « La Bodévénaz 2 », règlement et rapport 47 OAT.

VILLE DE LAUSANNE, DIRECTION DES TRAVAUX., *Concours de projets d'architecture et d'urbanisme en deux degrés organisé en procédure ouverte selon le règlement SIA 142 (2009), Réservoir du Calvaire – Valorisation des parcelles 3201 et 3202 Programme du concours, 1er degré – Document n° 2.9.1,* 30 avril 2012.

VILLE DE LAUSANNE, DIRECTION DES TRAVAUX., *Concours de projets d'architecture et d'urbanisme en deux degrés organisé en procédure ouverte selon le règlement SIA 142 (2009) Réservoir du Calvaire – Valorisation des parcelles 3201 et 3202, Programme du concours, 2er degré – Document n° 2.9.12,* 3 septembre 2012.

VILLE DE LAUSANNE, DIRECTION DES TRAVAUX., *Concours de projets d'architecture et d'urbanisme en deux degrés organisé en procédure ouverte selon le règlement SIA 142 (2009) Réservoir du Calvaire – Valorisation des parcelles 3201 et 3202 par la construction de 150 à 180 logements,* Rapport du jury, 23 janvier 2013.

Législation

Loi fédérale suisse sur la protection de l'environnement (LPE)

Loi fédérale suisse sur l'aménagement du territoire (LAT) et son ordonnance (OLAT)

Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB)

Code civil suisse (CS)

Loi cantonale vaudoise sur l'aménagement du territoire et des constructions (LATC) et son règlement d'application (RLATC)

Présentations

ASPAN., Journée d'étude : *Disparition des commerces. Faut-il agir ? Stratégies pour valoriser le centre des localités.*, Bienne, 28 novembre 2012.

COSANDEY L., Office fédéral de l'environnement (OFEV)*, Lutte contre le bruit. Etat de l'assainissement du bruit routier en Suisse***.** Journée SSA, Bellinzona, 18.04.2008.

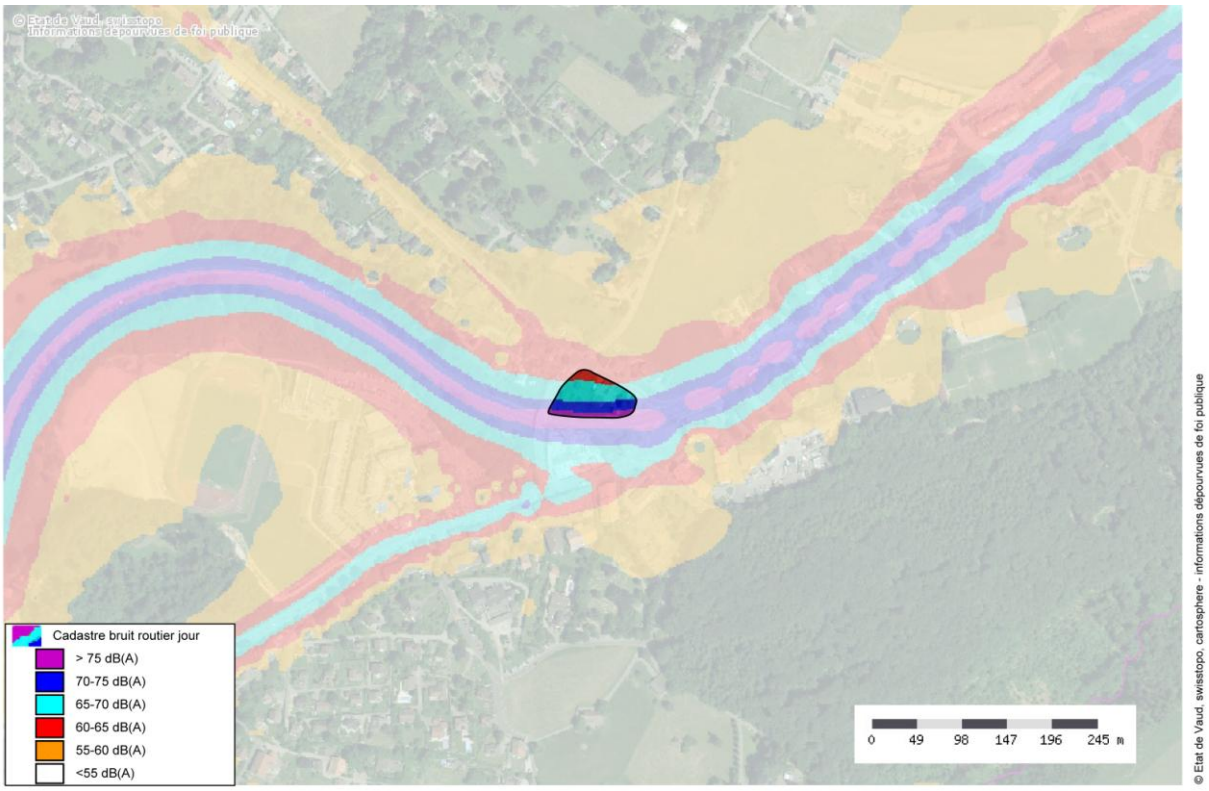
KUONEN F., MAS en urbanisme durable, *La politique foncière active,* Université de Lausanne*,* semestre d'automne 2011.

SECCHI B., Conférence d'introduction au Colloque de l'Association pour la Promotion de l'Enseignement et de la Recherche en Aménagement et urbanisme (APERAU), Université de Lausanne, 6 juin 2012.

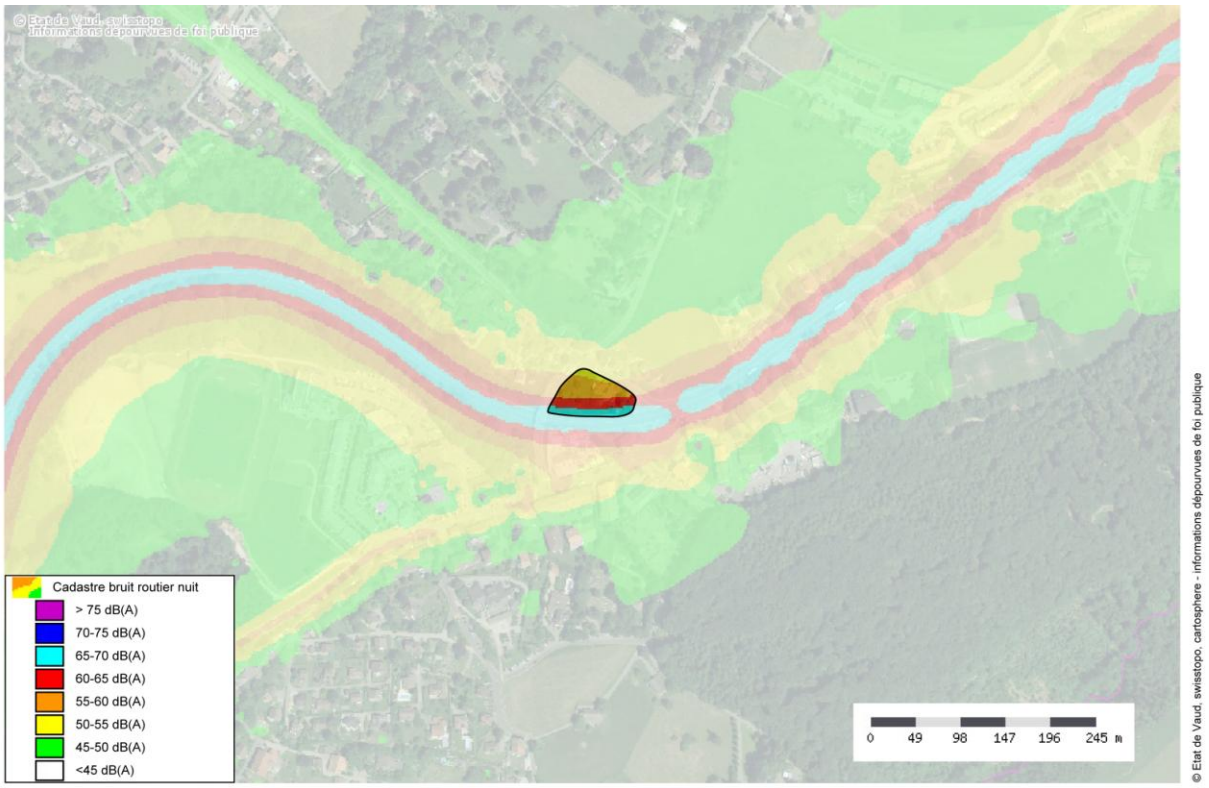
WENGER F, WOEFFRAY B., MAS en urbanisme durable, *Projet urbain et maîtrise d'ouvrage urbaine,* Université de Lausanne, 30 octobre 2012.

ANNEXES.

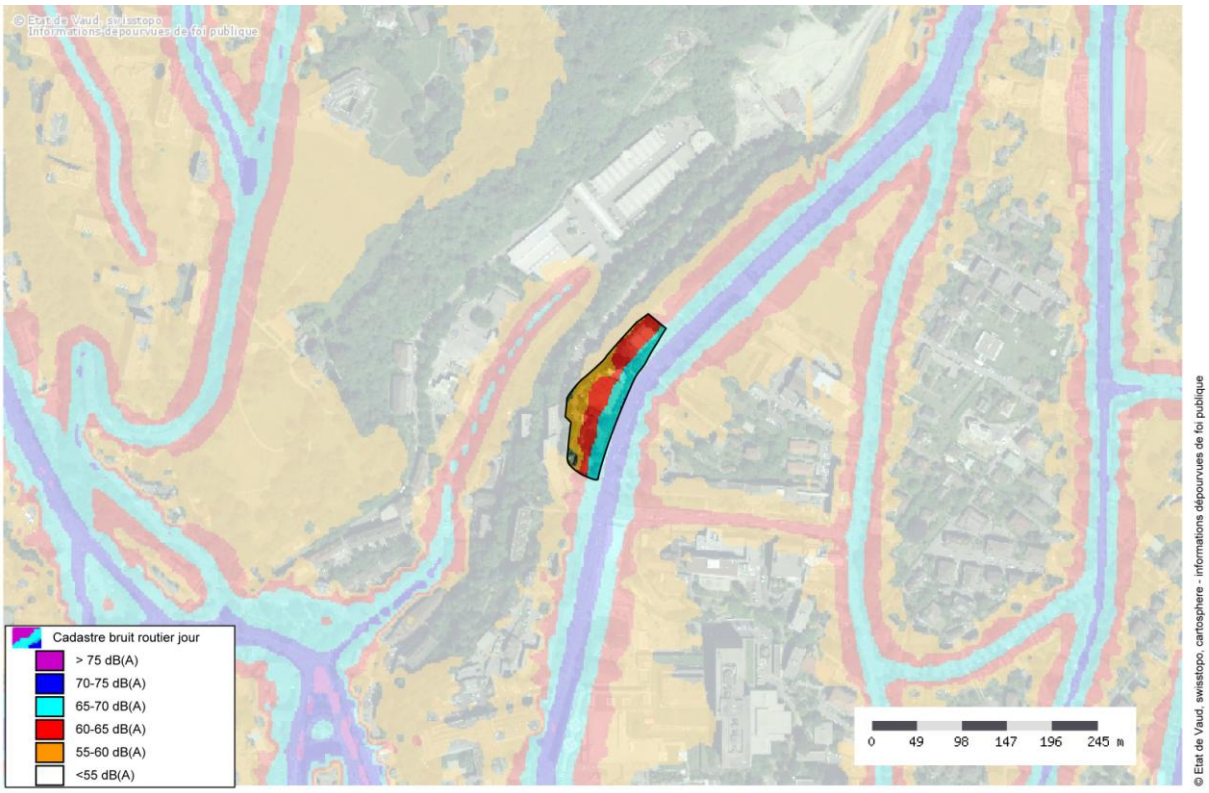
Annexe I – Site de la Bodévénaz à Epalinges, cadastre du bruit routier de jour



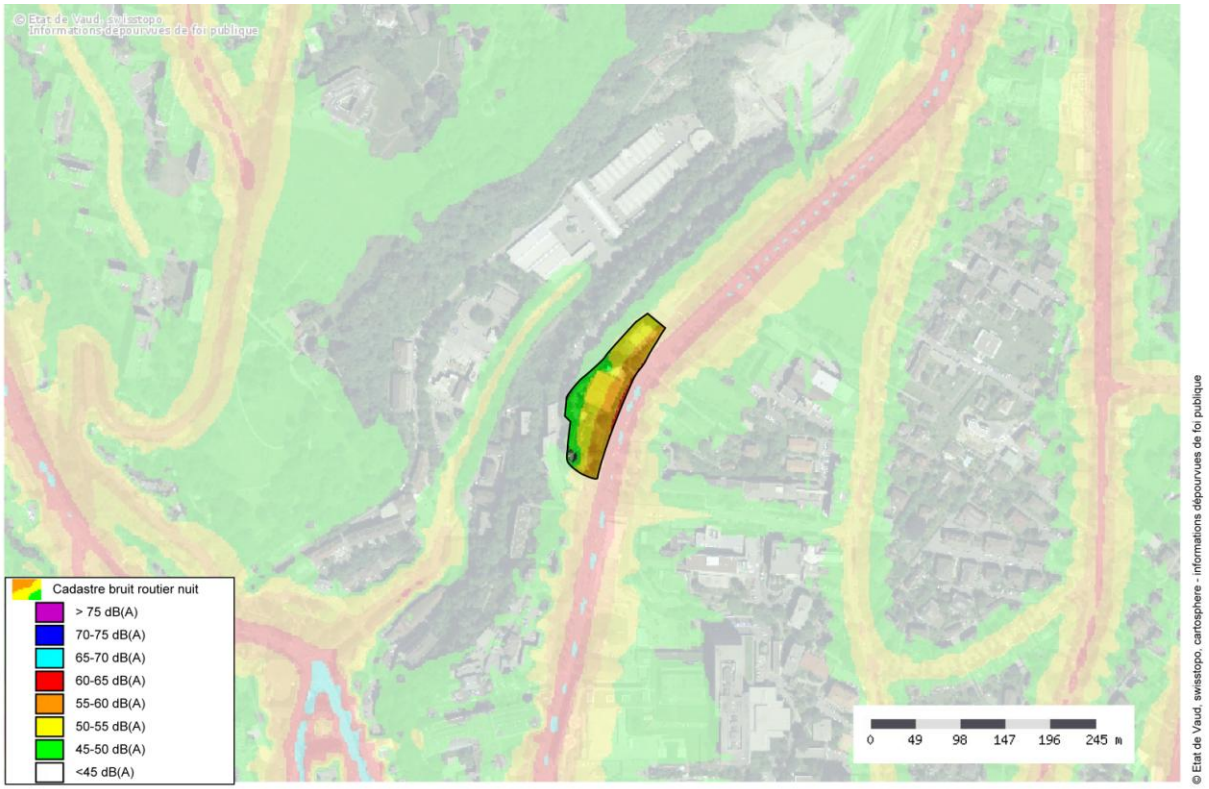
Annexe II - Site de la Bodévénaz à Epalinges, cadastre du bruit routier de nuit



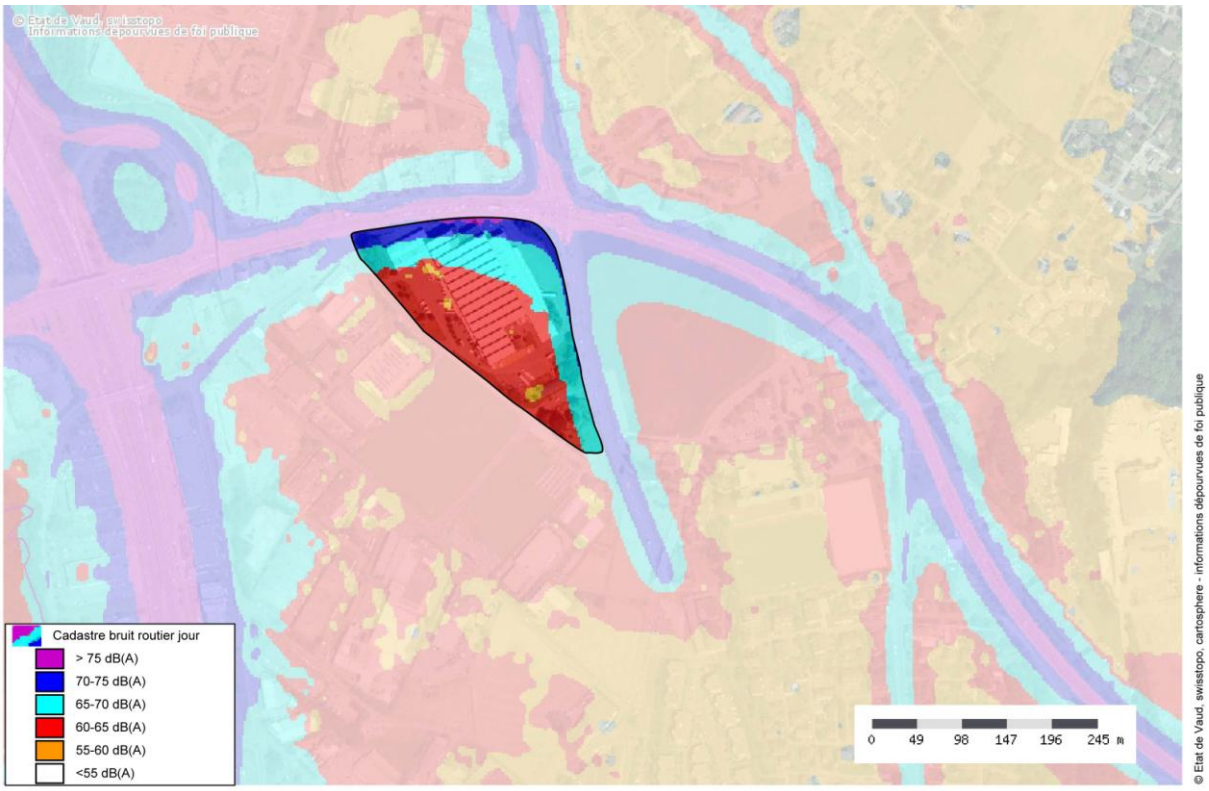
Annexe III - Site du Calvaire à Lausanne, cadastre du bruit routier de jour



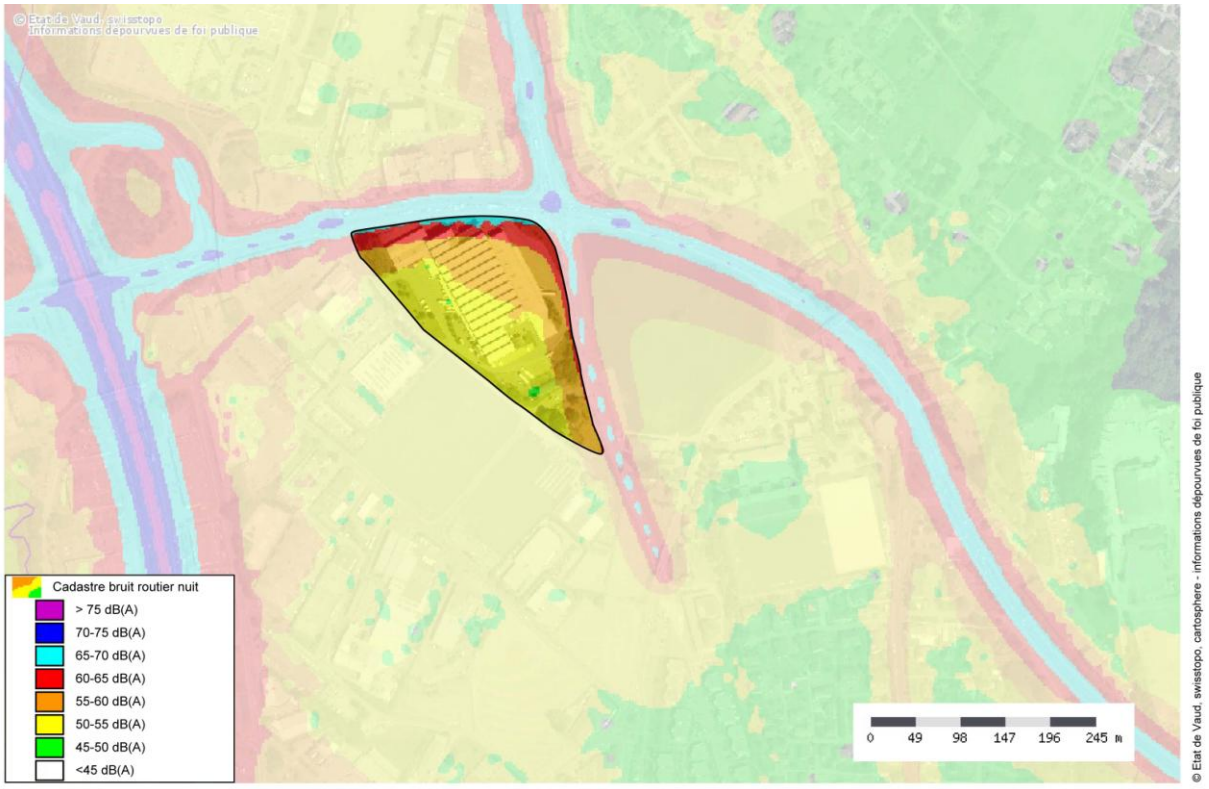
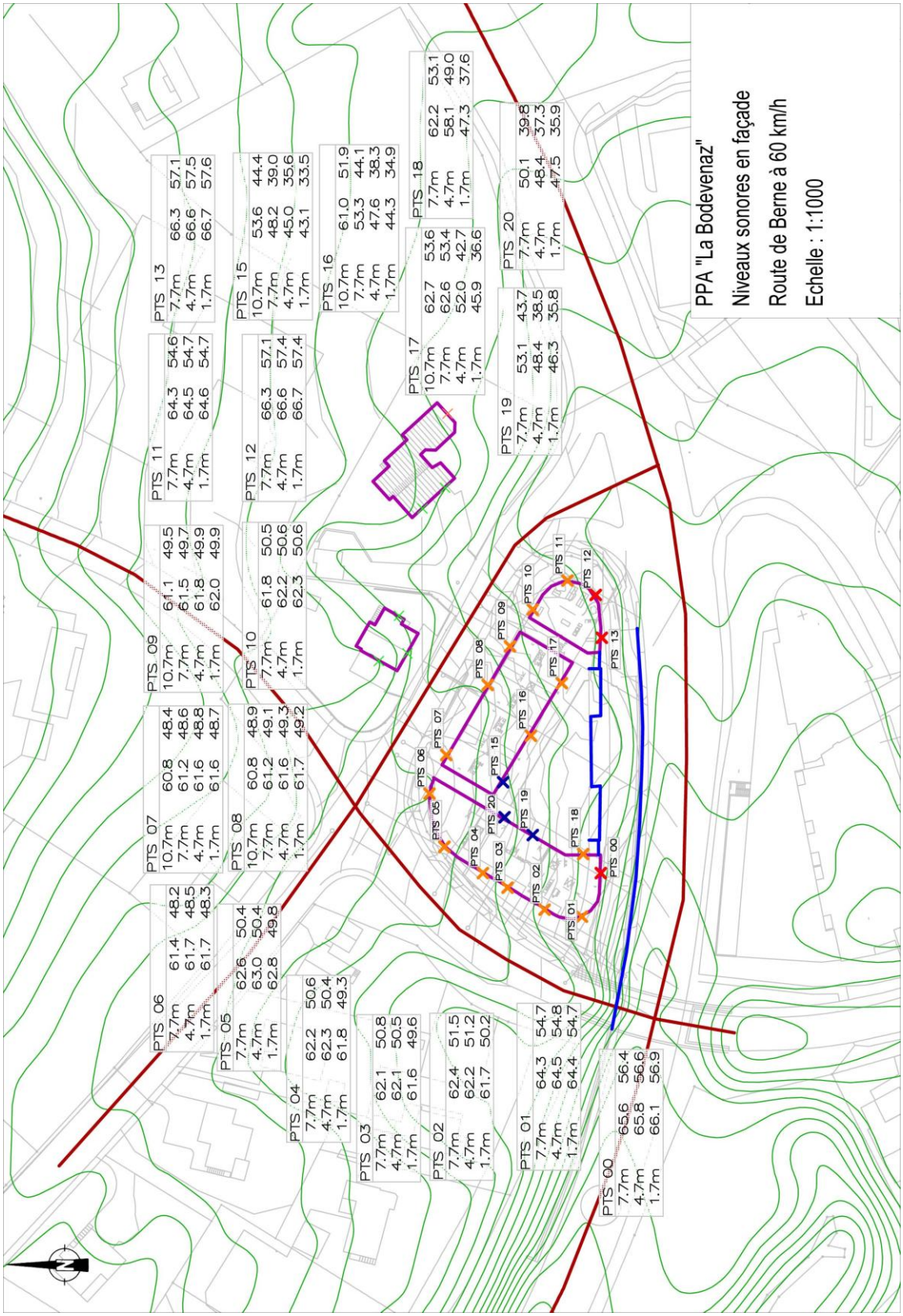
Annexe IV - Site du Calvaire à Lausanne, cadastre du bruit routier de nuit



Annexe V - Site de Lentillières nord à Crissier, cadastre du bruit routier de jour



Annexe VI - Site de Lentillières nord à Crissier, cadastre du bruit routier de nuit



Annexe VII – PPA la Bodévénaz II à Epalinges, extrait de l'étude acoustique, modélisation des isophones