



Kanton Zürich
Baudirektion
Fachstelle Lärmschutz



Stadt Zürich
Umwelt- und Gesundheitsschutz



Departement für Wirtschaft, Soziales und Umwelt des Kantons Basel-Stadt

Amt für Umwelt und Energie



Série de publication «Les possibilités d'organisation de l'espace sonore et du bruit»

Pour une qualité acoustique des espaces publics et résidentiels urbains

Thèse de travail pour l'oreille

Trond Maag, Tamara Kocan et Andres Bosshard

La publication «Pour une qualité acoustique des espaces publics et résidentiels urbains» propose de développer un aménagement urbain agréable à l'oreille.

Les espaces publics – illustrés sur la page de garde avec l'exemple du Wipkingerpark à Zürich – possèdent des caractéristiques variées et des atouts plus ou moins contradictoires. L'obtention d'un espace public animé, apprécié par la population, dépend dans une certaine mesure des propriétés acoustiques des matériaux de voirie. Celles-ci exercent en effet une influence sur l'attractivité d'un espace urbain et résidentiel, le bien-être de la population ou encore la durée du séjour dans un endroit.

La qualité acoustique joue un rôle clé dans l'animation et la prospérité d'une ville. Cet «atelier de travail» est centré sur la manière dont la qualité acoustique des espaces publics se développe et s'immisce dans les processus d'aménagement des villes et des communes. Il s'appuie sur les données récoltées par les auteurs lors de promenades centrées sur l'aspect sonore de l'environnement immédiat sonores. La collaboration entre l'Office fédéral de l'environnement, le service de protection contre le bruit du canton de Zürich et de la Ville de Bâle a donné lieu à quatre publications et à des études de cas dans plusieurs espaces urbains. Ces travaux doivent répondre à des exigences multiples en matière de mobilité mais également d'habitat et de loisirs. C'est dans cette logique que cette cinquième publication de la série sur «Les possibilités d'organisation de l'espace sonore et du bruit» s'est élaborée.

L'organisation de l'espace sonore, qui englobe l'architecture, la planification des espaces libres et des mesures d'aménagement du territoire, permet de substituer à la polyphonie, parfois discordante, des espaces urbains et résidentiels, une plus haute qualité acoustique. Elle est complémentaire à la lutte traditionnelle contre le bruit qui a principalement pour objectif de réduire le niveau de décibels à la source. Les deux disciplines travaillent conjointement pour créer les conditions optimales de mise en œuvre de la qualité acoustique au long terme. Pour l'une comme pour l'autre, il s'agit de revaloriser l'espace public en envisageant cet espace comme un lieu de séjour, de travail et de distraction.

Trond Maag, Tamara Kocan et Andres Bosshard

Pour une qualité acoustique des espaces publics et résidentiels urbains 2

Principes d'aménagement 7

Aménagement sonore par le sol

Tendre vers une diversité de revêtements de sol 8

Segmenter les surfaces au sol 10

Modeler le terrain 12

Aménagement sonore par des petites constructions et des objets

Influencer la qualité acoustique grâce à de petits objets 14

Optimiser la qualité acoustique avec des objets massifs 16

Aménagement sonore par les façades et les murs

Privilégier une diversité de matériaux de façades 18

Structurer les grandes surfaces murales 20

Mettre les façades en perspective 22

Aménagement sonore par une planification des espaces libres

Améliorer la qualité acoustique par l'aménagement des espaces libres 24

Enrichir la qualité acoustique en utilisant l'art dans l'espace public 26

Faire éprouver la qualité acoustique grâce aux chemins piétons 28

Aménagement sonore par les bâtiments

Aménager les espaces entre les habitations existantes 32

Réfléchir à la qualité acoustique dans les nouveaux espaces résidentiels 34

Exemples d'application 37

Place urbaine – Aménagement pour la diversité 38

Rue principale – Transitions vers les rues résidentielles 40

Nœud de circulation – Contraste de matériaux et variations de hauteurs 42

Parc urbain – Aménagement des sols et des toits 44

Cour intérieure – Chemin et enveloppe 46

Aménagement des espaces libres et des espaces verts - l'éloge de la lenteur 48

Remarque sur les notions utilisées 50

Justification du choix des terrains 51

Références bibliographiques 52

Pour une qualité acoustique des espaces publics et résidentiels urbains

Ce guide de travail examine les propriétés acoustiques et les possibilités sonores de la ville. Il s'adresse aux personnes intéressées par la qualité acoustique urbaine et à tous ceux qui y contribuent (architectes, urbanistes, paysagistes, aménageurs, pouvoirs publics etc.). Il s'agit de l'amorce d'un processus basé sur la prise en compte in situ des propriétés acoustiques des matériaux. La qualité des sons est d'un apport décisif pour la ville, les conditions propices à la réalisation d'une plus haute qualité acoustique seront développées et inclus dans l'aménagement des espaces urbains et résidentiels.

POINT DE DEPART ET OBJECTIF

La qualité acoustique est vécue par l'auditeur à un endroit donné. Elle exprime donc une expérience de perception auditive et non une mesure. Elle est notamment produite par les configurations physiques d'un espace. En effet, toutes les propriétés acoustiques des matériaux de construction jouent un rôle non négligeable. Il en va ainsi de la rugosité ou de la forme d'une surface, de sa densité, de sa composition interne, de sa taille, de son étendue ou encore de sa distance par rapport à d'autres matériaux présents dans l'espace. Ces propriétés doivent agir sur la perception auditive de manière à créer une meilleure situation d'écoute. Cette conception de la qualité acoustique implique de passer en revue tous les paramètres acoustiques relatifs à la planification, à la construction et à l'entretien d'une ville.

Le présent document propose des pistes de réflexions issues de l'architecture, du design et de l'aménagement urbain. Ces propositions ne doivent pas être entendues comme des directives d'aménagement contraignantes. Elles sont plutôt envisagées sur le long terme comme un moyen d'assurer les différentes étapes de la qualité

acoustique en lien avec des projets de construction. Ce processus peut notamment être soutenu par la réalisation de mesures sonores rapides. Enfin, ce guide de travail part du principe que la coordination de petites étapes à différents niveaux peut avoir un impact déterminant sur l'environnement sonore.

DEMARCHE

La qualité des espaces urbains et résidentiels, sur le plan auditif, repose sur une démarche mobilisant chaque sol, chaque façade et chaque bâtiment. Le développement de la qualité acoustique se décline en plusieurs points:

- Reconnaître les qualités acoustiques des matériaux de constructions et des éléments de conception.
- Faire dialoguer les urbanistes, les maîtres d'ouvrage, les architectes, les concepteurs, les usagers et les autorités publiques autour de l'acoustique urbaine.
- Réaliser des aménagements urbains nécessaires sur la base de considérations acoustiques.
- Faire en sorte que les zones peu attractives sur le plan acoustique deviennent des espaces de vie acceptés par la population.

Dans un effet de synergie, l'élaboration progressive d'une qualité acoustique se répercute sur la protection de l'environnement, le maintien de la cohésion sociale, mais aussi sur la mise en valeur de l'espace public.

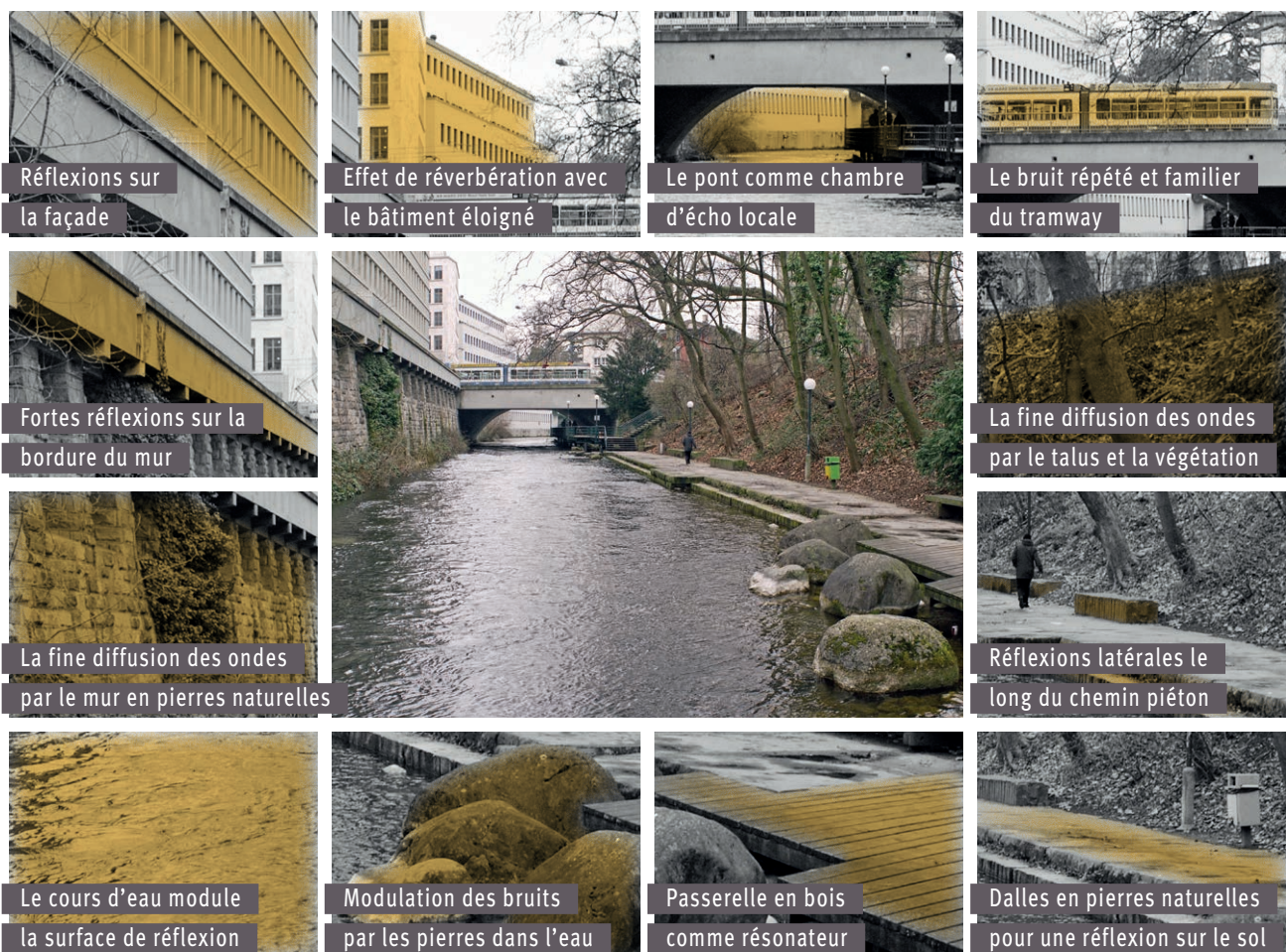
OUTILS POUR IDENTIFIER LA QUALITÉ ACOUSTIQUE - UN EXEMPLE

Nous sommes sur une petite plateforme en bois flottant sur un cours d'eau. Sur une rive se trouve un ancien fort, sur l'autre rive, un talus. Venus à pied de la route, nous percevons une nette différence de qualité acoustique par rapport à la rue qui est emplie du bruit de la circula-

tion. Le terrain est situé dans un renforcement. Ici, l'asphalte du sol de la ville est remplacé par des graviers, du bois, de la terre et de la roche. Les branches de vieux arbres colossaux nous surplombent tandis que l'eau coule à notre gauche. Nous pouvons aisément bavarder à cet endroit tout en écoutant distinctement la ville, le tout sans nous fatiguer. Nous ressentons ici une qualité acoustique particulière qui est perçue comme un espace sonore. **EXEMPLE 1**

Au-dessus du mur en pierre, les façades verticales des bâtiments (à gauche sur l'image) réfléchissent le bruit de la rue, provenant de l'autre côté du talus recouvert

de plantes. L'effet de réverbération produit par le rebord du mur à gauche interagit avec le talus sur la droite qui diffuse, de manière subtile, les ondes. Le mur en pierres naturelles où s'accroche du lierre, conforte la diffusion du talus et crée les conditions idéales pour moduler la réflexion de la surface de l'eau et du courant. Les rochers semi-immergés, à proximité du chemin piéton (image du milieu), génèrent un clapotis continu et forment un premier plan sonore par rapport à l'écho des bâtiments éloignés, ce qui est propice à une perception de la profondeur de l'espace. Celle-ci est par ailleurs déterminée par la chambre d'écho sous le pont et par le matériau creux de la construction en bois. Les réflexions



EXEMPLE 1 Dans les espaces urbains de la vie quotidienne, les matériaux et les surfaces interagissent du point de vue acoustique pour produire un espace audible. Dans l'exemple ci-contre, les propriétés physiques des matériaux, aux douze endroits indiqués, confèrent les caractéristiques spécifiques de l'espace sonore. Un changement dans la construction de ces matériaux influence inévitablement l'expérience sonore d'une personne qui serait placée au centre de l'image et, par là même, la qualité acoustique de cet espace.

sur le sol de la dalle en pierre naturelle contrastent avec les sons creux de la passerelle, située à proximité immédiate, où chaque pas résonne distinctement. La passerelle en bois forme une caisse de résonance. Elle renforce mécaniquement toutes les fréquences du spectre sonore correspondant à la résonance de l'élément creux. La profondeur de l'espace est élargie par l'espace de réverbération sous le pont et par la caisse de résonance du ponton en bois. Les réflexions des dalles en pierres naturelles sont en contact direct avec les corps de résonance. Les bords du chemin sont aménagés de telle manière que les bruits de pas d'un promeneur sont parfaitement audibles, par un effet d'écho.

Toutes les propriétés acoustiques mentionnées précédemment se conjuguent pour que les bruits produits par un promeneur donnent conscience à ce dernier être intensément présent à cet endroit. L'agencement de toutes ces propriétés acoustiques confère à l'endroit une qualité acoustique clairement perceptible. Quelques menus changements suffiraient à perturber cette qualité acoustique. Par exemple, le goudronnage du chemin ou l'éloignement de la bordure du trottoir empêcherait de distinguer nettement un premier plan sonore. Le promeneur accélérerait alors sa marche ou éviterait, dans la mesure du possible, de passer dans cet endroit.

ACTEURS ACOUSTIQUES, LEURS CAUSES ET LEURS EFFETS

Les propriétés acoustiques des matériaux de construction interagissent en fonction de la disposition de leurs surfaces. Elles déterminent si un espace urbain sonne de manière monotone, de par l'usage prédominant d'un matériau, ou sonne de manière variée. Cependant, on ne peut définir d'emblée ce qui constitue un matériau de construction de bonne ou de mauvaise qualité acoustique. Le verre, l'acier, la pierre, l'asphalte, le béton tout comme le bois, les arbres, les graviers ou l'eau peuvent contribuer à l'aménagement sonore d'un espace urbain. Les effets sonores s'étendent de l'échelle microscopique du matériau de construction à

l'échelle du paysage en passant par l'espace urbain. Ce guide de travail se préoccupe autant des effets sonores au niveau de l'espace de proximité qu'au niveau de l'espace urbain. C'est pourquoi, il est crucial de savoir si la surface au sol est recouverte d'asphalte ou si de l'eau s'écoule. De même qu'il importe de prendre en considération la délimitation du sol. En l'occurrence, par exemple, la présence de façades en verre et d'un talus couvert d'arbres.

Le son se réfléchit sur les bâtiments et sur le sol de la ville. Les surfaces influent fortement sur la propagation du son. Elles en modifient l'intensité, le spectre des fréquences. Par l'action des surfaces, les ondes sonores sont absorbées, renforcées ou stimulées. Elles contournent ou passent au travers des objets pour finalement se mêler à d'autres sonorités et constituer un espace sonore audible. La longueur d'onde d'un son intelligible varie entre 17 mm et 17 m et détermine également un périmètre d'influence. Par conséquent, chaque modification architecturale d'un espace urbain et / ou résidentiel, du fait de sa proportion, a un effet sur la perception sonore. Chaque espace urbain exprime son propre langage sonore plutôt que de sonner de manière aléatoire. On peut pousser le parallèle avec le langage un peu plus loin. Au même titre que l'articulation d'un «s» fort ou d'un «sch» faible fait varier la pression de la langue et la position des dents, les propriétés acoustiques du conduit vocal se combinent de manière à produire le volume sonore souhaité.

L'agencement des bâtiments et le périmètre d'enserrement des espaces libres peuvent permettre d'aménager un espace de résonance cohérent. Un espace aéré est stimulé en permanence par les activités humaines et par les événements sonores liés au climat. Les façades, les toits des bâtiments, le sol de la ville et le terrain, produisent un espace sonore audible par l'interaction de leurs caractéristiques respectives (surfaces, dimensions, cavités etc.). Les propriétés individuelles des matériaux utilisés influencent le son. Tout changement affectant la surface est propice à une amélioration de la qualité acoustique.

DEVELOPPER LA QUALITE ACOUSTIQUE

Les cartes du bruit retiennent le critère du niveau sonore en décibels. Ainsi, seuls les espaces bruyants de la ville sont identifiés. Si le niveau sonore est le paramètre d'objectivation et d'appréciation le plus important du confort acoustique en ville, il ne suffit pas à décrire correctement la qualité acoustique. Il est donc nécessaire d'intégrer d'autres critères. Dans la vie quotidienne en milieu urbain, il importe d'avoir une diversité sonore car celle-ci est vécue positivement. Plus largement, le ressenti désagréable à l'égard des bruits monotones ou anonymes de certains espaces urbains et résidentiels est indépendant du niveau de décibels. La prise en compte, en amont des projets d'aménagement, des matériaux de construction, de l'agencement et de la taille des bâtiments, doit aboutir à modifier favorablement l'appréciation sensorielle de l'auditeur par rapport à la situation d'écoute existante. C'est une condition indispensable à la création d'une ambiance sonore vivante et diversifiée.

Le son de la ville est un critère de qualité de celle-ci. Les revêtements de sol, les bâtiments et les murs participent de cette qualité et peuvent donc être considérés comme des acteurs acoustiques. Les effets sonores de même que leurs conditions d'émergence sur le terrain sont largement perceptibles. Les propriétés acoustiques avantageuses des matériaux et leurs relations peuvent souvent être rapidement distinguées et donner des premières indications sur les changements qu'il convient d'apporter. L'écoute répétée d'un endroit renforce l'expérience sonore et renseigne sur les mesures pertinentes et envisageables pour en améliorer la qualité acoustique. Ceci se prête à un travail interdisciplinaire pour convertir l'expérience sonore en termes de planification.

Pour évaluer une situation d'écoute il faut au préalable clarifier chacune des questions suivantes:

- A partir de quoi les revêtements de sol et le terrain sont-ils formés?
- Quelles sont les proportions des surfaces déterminantes en terme d'acoustique?

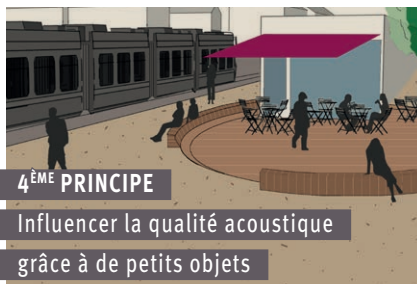
- Comment les propriétés acoustiques significatives des façades des bâtiments sont-elles obtenues?
- Il y-a-t-il de petits objets, qui, en tant qu'éléments d'aménagement interagissent sur le plan sonore? Il y-a-t-il des éléments d'aménagement plus grands qui interviennent dans l'acoustique d'un endroit?
- Où les personnes séjournent-elles? Quels chemins et quelles zones utilisent-elles? Quels endroits ont-elles tendance à éviter?
- Est-il possible de déceler les endroits ayant une qualité acoustique particulière?

Les caractéristiques principales de la qualité acoustique sont déclinées à partir de promenades sonores réalisées dans des endroits spécifiques. Les experts impliqués saisissent l'opportunité de développer et de confronter leurs intuitions sur les problèmes (acoustiques) d'un endroit comme sur ses possibilités d'améliorations. Par un savoir local précieux, les personnes concernées peuvent participer à une phase préliminaire du processus de planification et d'aménagement. Par leur ouïe aiguisée et les réflexions proposées dans ce guide de travail, elle sont en mesure d'apporter un changement net, sur le plan auditif, dans les espaces urbains et résidentiels.

Aménagement sonore par le sol



Aménagement sonore par des petites constructions et des objets



Aménagement sonore par les façades et les murs



Aménagement sonore par une planification des espaces



Aménagement sonore par les bâtiments



Principes d'aménagement

Ce chapitre présente treize principes complémentaires comme autant de solutions possibles pour l'aménagement sonore des espaces urbains et résidentiels. Pour chaque principe, un dispositif d'aménagement et de conception est expliqué sur la page de gauche ainsi que les améliorations déterminantes sur le plan acoustique. Sur la page de droite, le dispositif est illustré à partir de cas concrets urbains. Ces principes peuvent servir à accompagner des projets déjà en cours ou être mis en œuvre pour parvenir progressivement à une conception viable et cohérente des espaces urbains et résidentiels.

1^{ER} PRINCIPE

Tendre vers une diversité de revêtements de sol

La diversité des revêtements de sol urbain détermine le comportement acoustique du sol (degré de diffusion et d'absorption). Elle stimule la diversité des réflexions acoustiques. Elle crée ainsi les conditions adéquates pour une qualité acoustique dans les espaces urbains et résidentiels. L'impact des revêtements de sol dépend des différentes propriétés déterminantes acoustiquement. La diversité des revêtements de sol utilisés participe à la qualité du vécu sonore pour les personnes présentes.

Le sol urbain génère une circulation des sons et est, en ce sens, un acteur acoustique. La densité et le comportement vibratoire des revêtements de sol est d'ailleurs particulièrement perceptible. Les matériaux granulaires comme le sable ou les graviers sont plus poreux que les matériaux durs et étanches tels que le béton ou l'asphalte. Les surfaces constituées de grains très fins absorbent bien le son contrairement aux surfaces en asphalte qui le réfléchissent fortement. Les sols peu absorbants et réfléchissants comme l'asphalte diffusent le bruit de la circulation dans l'espace urbain.

Si une grande partie des surfaces au sol est recouverte du même revêtement, l'espace sonore est perçu comme monotone. Pour améliorer la diversité des matériaux du sol urbain, il faut

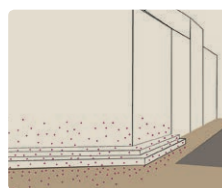
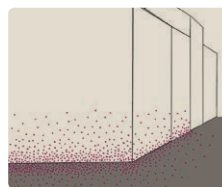
- réserver une surface piétonne et cycliste qui ne soit pas composée des mêmes matériaux que ceux des rues mais affiche plutôt des matériaux aux propriétés distinctes. **EXEMPLE 2**
- aménager les espaces urbains avec des plantations, des revêtements doux en gravier, des matériaux granuleux et poreux comme le gravier et la marne. La diminution de la part d'asphalte se traduit par une diminution de l'amplification intempestive du bruit du trafic. En outre, les bruits de pas sont plus

perceptibles. Pouvoir s'entendre marcher est un critère important de qualité de l'espace public;

EXEMPLE 3

- maintenir les sols naturels existants.

La présence de matériaux plats et durs comme le verre ou l'acier à l'intersection entre le sol et la façade crée une double réflexion gênante. L'onde sonore est renvoyée vers l'émetteur. Ce sont surtout les grands bâtiments qui, en s'étendant sur de longues distances, déterminent le passage du son dans les espaces publics urbains limitrophes. C'est la raison pour laquelle les sols devraient être raccordés aux façades par des marches, des plaques métalliques, des terrasses, des pilastres ou encore des corniches. Les matériaux qui diffusent le son sont particulièrement importants aux endroits où le sol et la façade se rejoignent.

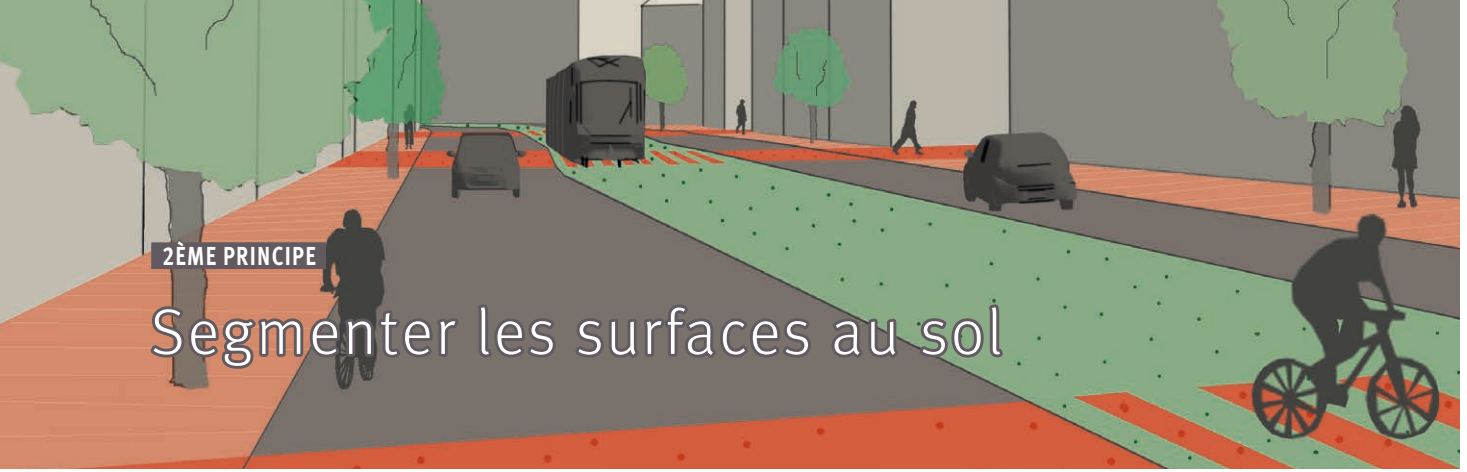




EXEMPLE 2 Le fait de pouvoir s'entendre soi-même en marchant dans la ville est un critère de qualité acoustique. Les matériaux comme les graviers à structure granuleuse sont plus à même de garantir une qualité acoustique que les surfaces avec un revêtement asphalté.



EXEMPLE 3 Dans l'espace urbain, les revêtements de sol poreux et mous, comme le gravier recouvert de feuilles mortes, sont jugés agréables. Dans l'exemple, cette qualité est obtenue par une haie et par une quinzaine d'arbres feuillus. Les propriétés acoustiques du sol doivent permettre au visiteur de ressentir la valeur sonore d'un espace, lui donner envie d'y faire une halte.



2ÈME PRINCIPE

Segmenter les surfaces au sol

La disposition et la répartition des revêtements de sol sur une surface peuvent efficacement renforcer la diversité sonore des matériaux. La prise en considération de la dimension des surfaces détermine les répercussions sonores des sols et, ce faisant, la qualité acoustique des espaces urbains et résidentiels.

Les grandes surfaces, composées d'un matériau unique et modelées selon un schéma unique, sont visuellement / esthétiquement convaincantes car elles sont bien ordonnées. Par contre, il en va autrement pour la perception sonore. Les surfaces au sol s'avèrent monotones, dépourvues de rythme. La répétition du même motif fatigue et provoque un ressenti désagréable. C'est pour cette raison que les sols des grandes places, des espaces verts, des rues et des espaces libres doivent être structurés en zones de différentes tailles.

La surface d'asphalte réservée à la circulation automobile devrait être réduite au maximum. Plus les surfaces réservées aux piétons se différencient des revêtements routiers habituels, plus cela est bénéfique pour l'ouïe. Un bon équilibre dans la variété des matériaux favorise la qualité acoustique. Comme les promenades sonores l'ont démontré, cet équilibre conduit à une amélioration sensible de l'espace urbain. En outre, les surfaces asphaltées sont associées à la circulation. Par conséquent, nous estimons que les surfaces qui ne sont pas visuellement occupées par l'asphalte offrent une meilleure qualité. Du moins, nous nous tournons plus naturellement vers elles.

La structuration des sols urbains aide à obtenir un aménagement sonore différencié, notamment par

- des places urbaines connotant une diversité de traitement avec des revêtements de sol en pierre, en

béton, en bois ou avec des éléments en acier;

EXEMPLE 4

- la subdivision des places et des parcs en plusieurs zones correspondant à des usages spécifiques et s'appuyant sur une diversité de revêtements (herbe, sable, cailloux, eau, pierre naturelle); **EXEMPLE 5**
- l'utilisation du bois aggloméré et des matières plastiques recyclées pour les chemins piétonniers et les zones de séjour dans les parcs;
- la segmentation en différentes parties les grandes rues du centre-ville à l'aide des voies de traverse, des arrêts de transports publics et des places;
- la plantation de bandes de verdure en long des lignes de tram. De cette manière, les réflexions sonores du tramway et des automobiles sont diminuées. La circulation est plus silencieuse et le bruit du tronçon routier n'est pas inutilement renforcé.

En vertu des propriétés de réflexions du sol, les grandes places sur les rues principales transmettent les basses fréquences, jugées désagréables, des voitures et des camions. Une sélection équilibrée d'une diversité de revêtements de sol et des surfaces segmentées améliorent l'espace sonore qui entoure l'auditeur. Néanmoins, elle ne peut réduire ni la propagation des basses fréquences ou le bruit du trafic, ni la gêne qui en résulte. La diversité des matériaux et la segmentation du sol sont des conditions importantes pour réduire la diffusion sonore des surfaces verticales comme les façades. Par conséquent, la gestion du dénivelé du sol est décisive, cf. **PRINCIPE 3**.



EXEMPLE 4 Cette place est constituée d'une variété de revêtements de sol. On y trouve du bois, de l'acier, de la pierre, du béton mais aussi des graviers et du gazon. Cette combinaison surprenante de matériaux favorise la diversité sonore. Elle produit une meilleure qualité acoustique que ne le ferait une surface étanche d'asphalte à cet endroit.



EXEMPLE 5 Les surfaces en gravier transforment un carrefour asphalté en une place animée. Ses propriétés acoustiques sont jugées attrayantes et sont moins fortement associés, sur le plan visuel, à un lieu de circulation. De tels changements dans l'espace urbain sont bien acceptés par le public.



3^{ÈME} PRINCIPE

Modeler le terrain

En modelant le terrain, on peut créer différentes inclinaisons et différents niveaux sur le site. La perception des effets sonores des revêtements de sol comme la coupure, le filtrage ou la réflexion est ressentie par le corps et l'espace. Selon il endroit où les personnes se trouvent, l'endroit est vécu comme une niche sonore ou un point de panorama sonore. Ces expériences sonores peuvent émerger à tout moment. Autrement dit, une différenciation audible peut être répétée. Cette variation de l'expérience auditive dans les espaces urbains et résidentiels peut être considérée comme un indicateur de la qualité acoustique.

L'élévation du terrain se traduit par la subdivision d'un grand espace sonore en micro espaces sonores. De ce fait, des coupures sonores s'opèrent par rapport à la rue et à ses usages bruyants. Pour les parcs, où le bruit ambiant est relativement élevé, et les espaces libres éloignés des bâtiments, ces effets sont obtenus en faisant

- varier la hauteur des surfaces et ajuster les différents niveaux d'élévation. Plus les différences de hauteur sont grandes, plus l'impact sur l'expérience sonore est important; **EXEMPLE 6**
- aménager les surfaces encaissées avec un sol spongieux. Il en résulte des petits espaces sonores de proximité et d'excellents «parcs de poche», (petit espace vert ouvert au public) qui peuvent être agrémentés d'arbres ou d'une source d'eau;
- aménager les surfaces hautes avec des jardins et des possibilités pour s'asseoir pour explorer l'environnement à la manière d'un panorama sonore.

Les pentes d'un terrain plongent les auditeurs dans une configuration spatiale particulière puisqu'ils vont être

entourés par la masse du talus. Cette masse module également les sons à basse fréquence et influe la qualité acoustique d'un tel espace. Les personnes ont la sensation d'un endroit calme par rapport à l'espace environnant. Pour induire ce sentiment de tranquillité, lié au niveau modéré du bruit ambiant, il est nécessaire de jouer sur la hauteur et la taille des espaces verts et des espaces libres. Un grand mur réduit déjà sensiblement les effets des événements sonores à basses fréquences sur le corps tels que les fortes vibrations. Cet apaisement peut être renforcé par la densité et la taille du mur, sa masse et l'usage de matériaux aux propriétés antivibratoires. Ainsi, la présence de cavités dans l'espace urbain liés à des plans d'eau ou des bassins de rétention, offrent des éléments d'aménagement sonore pour façonner le terrain. Grâce à leur végétation, ces niveaux produisent également de multiples niches sonores, agréablement ressenties.

Comme cela a été observé au cours des promenades sonores, il est possible d'améliorer le confort sonore d'un terrain en prise avec un environnement bruyant par un dénivelé significatif. Plus le relief du terrain est prononcé et accidenté, plus les basses fréquences sont efficacement réfractées, amorties et dispersées. Il est particulièrement bénéfique pour l'oreille que les renfoncements soient de plusieurs mètres de profondeur et dépassent la hauteur de la tête. Cet objectif est atteint à travers

- la protection des inondations par l'abaissement des aires de jeux, des bassins et des jardins; **EXEMPLE 7**
- le développement de parcs urbains volumineux et de «land art park» à grande échelle avec des surfaces en relief alternées et rocailleuses.



EXEMPLE 6 L'ensemble du terrain du parc est ici modelé de manière à obtenir une qualité acoustique optimale et de donner l'occasion d'éprouver différents espaces sonores.



EXEMPLE 7 Les surfaces au creux du sol de cette place forment un système de régulation pour les eaux pluviales. Dans le même temps, elles améliorent la qualité acoustique du terrain de jeux situé en contrebas et des jardins. Les enfants qui jouent et les spectateurs présents perçoivent différents espaces sonores.



Influencer la qualité acoustique grâce à de petits objets

Les objets isolés comme les petits murs, les banquettes, les bacs à plantes, les boîtiers techniques influencent la qualité acoustique de l'espace de proximité. L'opportunité d'une amélioration sonore est renforcée si les groupes d'objets isolés interagissent. Leurs effets sonores comme la dispersion, la réflexion, la résonance s'additionnent mutuellement et sont perceptibles par les personnes présentes.

Même avantageusement placé, aucun objet ne peut contribuer isolément à une vaste amélioration sonore. Par contre, l'agencement d'un nombre suffisant d'objets peut accentuer la présence sonore et contrer l'impression d'ennui acoustique. Les propriétés acoustiques de chaque objet sont d'autant plus perceptibles qu'elles s'associent aux propriétés acoustiques des revêtements de sol. Même si les objets ne sont pas fixés les uns à côté des autres, leurs effets sonores s'additionnent et peuvent varier dans l'espace. Les auditeurs se sentent au calme et peuvent se protéger du bruit. L'effet de coupure sonore est d'autant plus grand que la zone de séjour est aménagée dans un espace confiné et que la surface au sol est abaissée.

Dans les espaces urbains peu bruyants, une importante coupure peut être obtenue à l'aide de

- blocs de pierre et d'autres objets aux surfaces anguleuses et en relief, installés dans les rues, à hauteur des jambes;
- murs en graviers de petite taille et gabions remplis de pierres naturelles, posés au sol. Ces éléments de mobilier urbain peuvent en même temps offrir des possibilités de séjour en faisant office de sièges;
- éléments comme les bacs à plantes qui modifient les réflexions et la résonance dans leur proximité;

EXEMPLE 8

- paliers, seuils, bordures et arêtes de trottoirs situés à proximité de la source sonore;
- de bosquets et de plantes grimpantes. **EXEMPLE 9**

En faisant interagir les éléments de mobilier urbain avec des parkings automobiles et la circulation des bus et des tramways au niveau des arrêts de transports, on peut assourdir les bruits environnants.

La structure des petits objets et leurs dimensions sont d'une importance significative pour l'expérience sonore. Par exemple, les propriétés acoustiques des petits objets solides n'ont pas les mêmes répercussions sur l'expérience sonore que les éléments creux ou que les objets remplis de sables. La présence d'objets de densités et de structures diverses rompt la monotonie d'un espace urbain bruyant et, si leur nombre est suffisant, influence la perception sonore des basses fréquences, cf. **5ÈME PRINCIPE**. Les propositions pour les places et les zones de séjour sont:

- intégrer des objets individuels massifs et lourds dans l'aménagement;
- remplir les éléments creux avec des matériaux granuleux comme le sable;
- suspendre des éléments lourds de mobilier urbain pour absorber et réduire l'énergie des basses fréquences et ramener le calme dans un espace.



EXEMPLE 8 Les tailles variées des bacs à plantes, leur agencement irrégulier au même titre que les espaces creux sous les palettes de bois produisent un changement d'ambiance sonore à proximité. Les personnes présentes à cet endroit distinguent différents espaces sonores au sein de l'environnement sonore.



EXEMPLE 9 Les plantes grimpantes le long des poteaux et les marches latérales modifient les propriétés acoustiques du lieu au point de créer une nette différenciation sonore par rapport à la rue. Cette variation permet de rendre plaisante la perception monotone de la circulation routière.

5ÈME PRINCIPE

Optimiser la qualité acoustique avec des objets massifs

Les grands objets comme les kiosques, les abris, les stations de transports publics, les ascenseurs ou encore les piliers des ponts interviennent dans la dynamique sonore d'une place. Les propriétés acoustiques de leurs grandes surfaces et de leurs corps massifs amortissent le bruit de la circulation. Elles augmentent, en outre, la possibilité d'identifier les bruits proches et améliorent l'intelligibilité des voix humaines. Les objets aux contours circulaires et aux formes incurvées ont un impact sur la qualité acoustique.

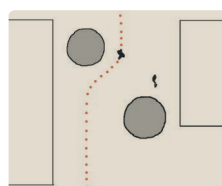
L'articulation des propriétés acoustiques des surfaces incurvées et des corps cylindriques contribue à rendre un endroit accueillant pour le visiteur. La qualité de séjour est améliorée de manière significative. Les objets aux surfaces planes et rectilignes et les corps cubiques provoquent un effet contraire. Elles suscitent une gêne et tendent à repousser le visiteur. **EXEMPLE 10**

Dans les espaces urbains bruyants, la qualité des objets cylindriques de 3 à 10 mètres de diamètre a déjà fait ses preuves. Plus la surface au sol de l'objet est grande, plus les basses fréquences sont dispersées. Ces objets améliorent l'absorption des sons graves et tiennent à distance le bourdonnement du tramway et le vrombissement des camions. Ce qui rend l'espace urbain plus hospitalier.

Une qualité acoustique élevée est atteinte au moyen d'objets de formes cylindriques, qui

- sont situés près des voies piétonnes;
- présentent des dimensions, des diamètres et des matériaux de construction différents à hauteur d'homme au minimum; **EXEMPLE 11**
- forment une suite d'espaces incurvés;

- sont placés à quelques mètres de distance des bâtiments de manière à ce que les interactions entre



les façades des bâtiments et la géométrie de l'espace existant interrompent la réflexion des ondes et leur résonance.

Les objets cylindriques vont aussi augmenter la perception de la profondeur de l'espace. Dans ce cas de figure, une personne peut à la fois distinguer les sons d'une conversation et identifier les bruits de l'environnement de la place. Si les bruits de la vie quotidienne, à moyenne distance, ne portent pas atteinte à la qualité d'écoute et qu'il est possible de détecter les sons situés à une plus grande distance, on peut parler d'une profondeur de champ de l'espace sonore. En général, cela ne se produit que rarement en ville étant donné que les bruits de la vie quotidienne et ceux de la circulation rétrécissent la profondeur du champ sonore. Celui-ci se limite le plus souvent à quelques mètres en ville. Dans des conditions idéales, l'audition humaine est capable d'enregistrer les sons d'un espace sonore d'une profondeur de plusieurs kilomètres.



EXEMPLE 10 Dans cet espace urbain, les bâtiments et la plupart des objets ont des surfaces rectilignes et des formes cubiques. L'interaction de ces éléments avec la surface lisse et dure du sol créent une amplification du bruit. L'espace urbain tend à être ressenti comme désagréable et peu attrayant.



EXEMPLE 11 Les personnes présentes perçoivent cette place urbaine comme accueillante et ouverte. Les cylindres d'acier et de verre de 3 m à 10 m de diamètre réduisent les basses fréquences des sons des camions et des tramways. Les surfaces situées au niveau des personnes debout réfléchissent de manière optimale les bruits humains. Il s'agit d'un endroit adéquat pour mener une conversation.



6ÈME PRINCIPE

Privilégier une diversité de matériaux de façades

Les façades des bâtiments jouent un rôle particulièrement important dans l'acoustique des espaces urbains et résidentiels. Plus les façades sont hautes, plus le son de la rue est massivement renforcé. La structure des façades et la composition interne des matériaux utilisés ont une influence décisive sur les interactions entre les propriétés acoustiques des matériaux de construction et sur la façon d'y percevoir l'espace. Tout comme les revêtements de sol, la diversité des matériaux de façade utilisés est une condition indispensable pour réaliser une qualité acoustique convaincante.

Les propriétés acoustiques intrinsèques à chaque matériau de construction d'une façade sont en partie responsable du volume sonore, des réflexions et de la réverbération du son de l'ensemble d'un bâtiment, elles influencent ainsi l'acoustique de la rue. Les réflexions des ondes sonores sur les façades nous parviennent de la rue comme un bruit diffus, un enchevêtrement de sources sonores ou un bourdonnement. Cela vaut tant pour les personnes présentes dans la rue que pour celles qui se trouvent sur les balcons ou à l'intérieur des bâtiments.

Les matériaux et la structure d'une façade peuvent casser la monotonie de la perception sonore. Cette amélioration audible est encore renforcée si la façade en question entre en interaction avec d'autres façades, cf.

PRINCIPE 8 .

Les matériaux de façades comme le bois ou la pierre naturelle font mieux varier les propriétés acoustiques d'un mur que l'utilisation en série du béton armé. La diversité et la variation d'un tel matériau de façade provient de sa production et de sa construction. Les murs faits à partir de matériaux naturels, fabriqués à la main,

corrigent l'acoustique contrairement aux murs construits en série, qui ne produisent pratiquement aucune variation. Les différences de tailles et de formes des pores des matériaux les rendent aussi particulièrement sensible à la température ambiante et à l'humidité de l'air. D'où un comportement de diffusion et d'absorption acoustique plus varié, au fil des jours, que celui des murs construits en série. Comme nous l'avons observé au cours des promenades sonores, cela contribue à une meilleure qualité acoustique.

Pour exemple, les matériaux de construction et les structures des façades qui, contrairement aux surfaces lisses de béton et de verre, rendent possible un aménagement sonore diversifié, sont

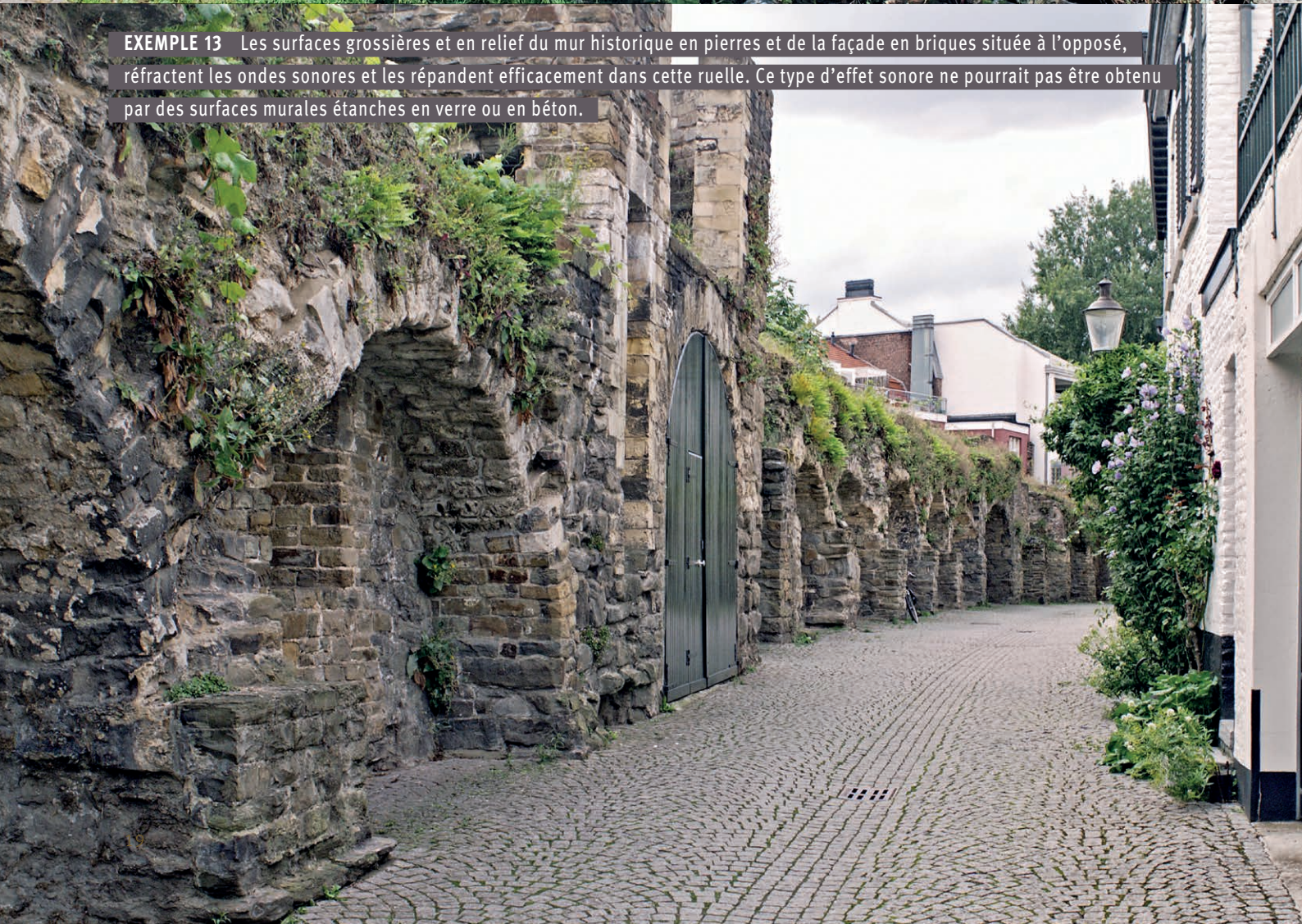
- les petits éléments comme les bardeaux, les planches et les panneaux de façade en bois;

EXEMPLE 12

- les surfaces en relief comportant des matériaux rugueux comme des pierres naturelles, des planches ou des briques; **EXEMPLE 13**
- les murs en relief composés d'acier, de verre, de béton, de briques et de pierres artificielles.



EXEMPLE 12 Les fines façades en bois respirent naturellement et sont sensibles à la température de l'air et à l'humidité. Par la diversité de leurs propriétés acoustiques, elles procurent un ressenti plutôt agréable.



EXEMPLE 13 Les surfaces grossières et en relief du mur historique en pierres et de la façade en briques située à l'opposé, réfractent les ondes sonores et les répandent efficacement dans cette ruelle. Ce type d'effet sonore ne pourrait pas être obtenu par des surfaces murales étanches en verre ou en béton.



7ÈME PRINCIPE

Structurer les grandes surfaces murales

L'agencement et la répartition des matériaux de construction sur les façades ont un impact sur la diversité sonore. Les proportions des matériaux envisagés déterminent les effets sonores des façades et, par conséquent, la qualité acoustique.

Les murs et les façades, construits à partir des mêmes matériaux et d'après le même modèle, sont peu attrayantes sur le plan acoustique. A l'instar des revêtements de sol, les grands murs doivent être structurés en différentes zones de tailles différentes, cf. **PRINCIPE 2**. La diversification de la structure et des matériaux muraux empêche d'avoir des propriétés acoustiques figées et améliore la qualité acoustique à moyenne distance de la façade.

La végétalisation ultérieure de la façade améliore les propriétés de diffusion acoustique et casse la monotonie sonore. Il en résulte une élévation de la qualité acoustique à proximité du mur qui peut être mise à profit dans les rues résidentielles.

Dans les espaces urbains consacrés à la fonction résidentielle et au travail, les propositions de façades végétalisées (au moins à hauteur de tête) sont les suivantes:

- faire pousser des plantes grimpantes sur des murs en pierres naturelles et en briques de bâtiments avec peu de fenêtres. **EXEMPLE 14**
- installation de supports et treillis situés à quelques mètres des façades pour les façades en verre et les grands bâtiments avec beaucoup de fenêtres.

EXEMPLE 15

- les saillies rectangulaires et les treillis de la hauteur d'un étage améliorent la qualité de l'espace sonore du côté des façades exposées sur rue comportant de nombreux balcons et fenêtres.

L'acoustique des grands bâtiments tels que les parkings, les entrepôts industriels, les centres commerciaux, ou encore les infrastructures ayant une haute façade, peut être revalorisée par le biais des opérations suivantes:

- création d'un mur végétal, de la hauteur d'un étage, à partir de modules placés à différents endroits du mur ou sur toute sa surface.
- envelopper le bâtiment d'un maillage en acier et d'autres éléments disséminés le long des treillis. En fonction du niveau de végétalisation (clairsemée ou recouvrant une grande surface) la qualité acoustique est plus ou moins améliorée.

Ce type d'action de végétalisation est aussi bénéfique du point de vue d'un développement urbain durable parce qu'elle améliore le bilan énergétique d'un bâtiment et en soit celui de la ville. Par un effet de synergie, elle contribue à la biodiversité des zones densément peuplées.

La végétalisation augmente le potentiel de qualité acoustique à proximité immédiate des façades. Pour pouvoir intervenir sur l'acoustique d'un environnement urbain bruyant, comme celui d'une rue encaissée, il est nécessaire de combiner les différents principes des murs et des sols.



EXEMPLE 14 L'installation de supports de plantes grimpantes sur ces murs de maçonnerie fait changer ses propriétés acoustiques. Le mur d'un bâtiment allongé et acoustiquement peu attrayant reçoit un aménagement sonore en étant divisé en différentes zones. Les piétons et les cyclistes passant à proximité du mur font l'expérience agréable d'un espace sonore varié.



EXEMPLE 15 Fixée devant une grande façade vitrée, un treillis de la hauteur d'un bâtiment obscurcit le bâtiment et préserve le climat de la ville. Dans même temps, ces jardins verticaux font varier les propriétés de diffusion acoustique de la façade. Les personnes présentes à proximité du mur perçoivent une meilleure qualité acoustique par rapport à l'espace routier bruyant.

Mettre les façades en perspective

Deux façades verticales situées face à face réfléchissent fréquemment le même son. Celui-ci est renvoyé d'un mur à l'autre, ce qui l'amplifie et le fait rebondir contre les constructions environnantes. Le volume sonore élevé est amorti par les trames vides à l'arrière des parcelles bâties. C'est pour cette raison que la structure, les matériaux de construction, la géométrie de l'ensemble des murs environnants jouent un rôle acoustique. Les façades situées à deux ou trois rangées en retrait d'une construction participent du niveau de bruit global et ainsi de la qualité acoustique.

La modification d'un seul matériau de construction est déterminante pour la qualité acoustique, principalement si la résonance et les réflexions des façades parallèles sont amoindries ou sont moins stimulées. Deux façades en verre, aux surfaces lisses, qui se font face est un exemple de mauvais cas de figure. Tout comme la lumière dans une galerie des glaces, le son va souvent être incontrôlable et faire des allers-retours. Les réflexions multiples peuvent être perçues comme un bourdonnement désagréable. Ce type d'effet sonore émerge par exemple dans les rues encaissées. Pour contrer ce désagrément, on peut modifier l'agencement des éléments de façades, en vis-à-vis, comme des volets, des fenêtres, de la végétation et y compris les murs, en les désaxant dans la mesure du possible. De cette manière, les ondes sonores sont réfractées ou diversifiées et les bruits des espaces urbains de manière atténuées sont perçus comme plus doux et agréables.

Le rez-de-chaussée influence l'ambiance d'un espace urbain (calme / animé). Cela vaut particulièrement pour les propriétés acoustiques des entrées des habitations car elles ont une incidence sur la façon dont la qualité acoustique de la vie quotidienne est perçue par la

population. La configuration des façades du rez-de-chaussée est décisive car elles cumulent les propriétés acoustiques individuelles des sols et celles des façades contiguës. Les personnes s'attardent souvent dans cette bande entre domaine public et domaine privée (au point de jonction entre le sol et la façade). Cela fait donc sens d'optimiser la qualité acoustique des façades qui sont en contact avec les trottoirs et les zones de séjour. C'est la raison pour laquelle les principes mentionnés précédemment s'appliquent explicitement aux façades du rez-de-chaussée. **EXEMPLE 16**

L'aménagement d'un courant d'eau, d'une source ou encore d'un jet d'eau, au niveau du rez-de-chaussée peut créer une expérience sonore surprenante et casser la monotonie d'une rue. Les bruits d'eau vont être réfléchis sur les façades et pourront être entendus à distance par des personnes séjournant dans la rue.

EXEMPLE 17

L'agencement des bâtiments revêt une grande importance pour optimiser les conditions acoustiques du rez-de-chaussée. Il détermine la géométrie des espaces libres entre les bâtiments et par conséquent les interactions acoustiques entre la façade et le sol. Il est nécessaire pour moduler la trajectoire des ondes sonores. L'agencement optimal des bâtiments est extrêmement difficile à atteindre, à posteriori, dans les espaces résidentiels existants. Il convient d'intégrer cette variable en amont des projets de construction des espaces résidentiels, cf. **PRINCIPE 12** et **PRINCIPE 13**.



EXEMPLE 16 Les façades de cette ruelle inclinée ne présentent pas les mêmes matériaux ni les mêmes dimensions. Les façades et les sols vont donc interagir de manière légèrement différente d'un endroit à l'autre. Les changements subtils d'ambiance sonore sont une source de confort sonore.



EXEMPLE 17 Les parois bombées en acier, d'une hauteur décroissante, témoignent à chaque endroit de propriétés acoustiques différentes. La sculpture passe d'un profil circulaire à un profil en lames minces. La fine pellicule d'eau contribue à la production d'ambiances sonores différenciées.



9^{ÈME} PRINCIPE

Améliorer la qualité acoustique par l'aménagement des espaces libres

Les concepteurs des espaces libres doivent considérer les éléments d'aménagement tels que l'eau, la végétation, le vent comme des acteurs acoustiques à part entière afin d'améliorer la qualité acoustique des espaces urbains et résidentiels. Les changements cycliques de l'environnement suivant les jours et les saisons constituent une grande ressource acoustique. Ils garantissent une richesse de l'ambiance sonore dans les espaces urbains et résidentiels. Or, celle-ci est justement un critère de qualité acoustique.

Le bruit de l'eau d'une fontaine produit un espace sonore invisible mais clairement audible quand on est à proximité. Une simple fontaine fournit une expérience auditive constante et fiable. Elle est par conséquent un point d'orientation pour les personnes aveugles. À l'inverse, le bruit du vent crée une distraction. Le bruit léger du vent apparaît comme un critère de qualité acoustique. Il montre que l'environnement global peut faire varier l'espace sonore à l'échelle locale. Ainsi, une petite fontaine ou un arbre peut favoriser une qualité acoustique du «champ proche». On le constate par exemple

- dans la zone où séjournent les piétons;
- dans la portée des réflexions acoustiques des objets tels qu'une façade.

Pour offrir une qualité acoustique du «champ proche», les possibilités suivantes d'aménagement sont également à considérer:

- les arbres, les buissons et les cours d'eau sont peuplés par les oiseaux et d'autres animaux. Les cris d'animaux créent un marquage sonore. Le piaillage des oiseaux repousse par exemple le bruit des rues adjacentes. Et inversement, les animaux se taisent si l'on modifie la végétation. **EXEMPLE 18**

- le souffle du vent dans les herbes, les roseaux, les arbres à feuilles caduques, les textiles, donnent aux cours intérieurs, aux jardins urbains et aux chemins piétons une présence sonore positive.

EXEMPLE 19

L'installation de petites fontaines sous des arbres à feuillage caduque est stratégique. Les feuilles des arbres renforcent le bruit émis par les fontaines. Les petites surfaces des feuilles forment un ensemble réfléchissant qui renvoie le bruissement du clapotis de l'eau à l'auditeur. Les auvents ou des structures d'ombrages tels qu'une pergola ont le même effet.

Même sans bruissement du vent dans les feuilles, l'arbre produit un espace sonore perceptible. En interagissant avec les sols, les grands arbres feuillus modulent les bruits, comme les voix ou les pas, des personnes situées en dessous. L'endroit est particulièrement propice à la tenue d'une conversation.



EXEMPLE 18 Dans ce parc urbain, les jardins verticaux, les espaces verts et les sols en graviers perméables produisent une diversité sonore. Celle-ci est elle-même déterminée par la masse végétale, le taux d'humidité, les façades environnantes ou encore le bruissement des feuilles produits par le vent et les oiseaux.



EXEMPLE 19 Les bruits des habitants, qui se mêlent au bruissement du vent dans les bosquets de bouleau et aux sons de la ville, se reflètent d'un bout à l'autre de la cour. Ainsi, l'environnement et la cour sont bien distincts sur le plan sonore même s'ils restent connectés.

Enrichir la qualité acoustique en utilisant l'art dans l'espace public

Au-delà de l'intention visuelle, les artistes et les concepteurs doivent tenir compte des effets sonores de leurs projets et relever le défi du développement de la qualité acoustique dans les espaces urbains et résidentiels. Par exemple, la tonalité de l'eau peut changer la perception du bruit urbain au point que les personnes présentes n'éprouvent plus un sentiment d'agression sonore. L'interaction entre les projets de création artistique et le bruit offre des possibilités d'amélioration de la qualité acoustique.

Lorsque les sons d'une fontaine sont assez élevés, ou qu'ils sont amplifiés par l'aménagement des sols et des façades voisines, l'environnement bruyant peut être masqué. Quand bien même les sons de la fontaine sont plus faibles que ceux de l'environnement, l'attention reste focalisée sur la fontaine car l'ouïe est plus sensible aux voix humaines et aux sons naturels. Ces propriétés de l'ouïe humaine peuvent être mises à profit pour l'amélioration de la qualité acoustique. Les conditions préalables pour combattre la monotonie ne reposent pas seulement sur des sonorités naturelles mais sur une offre vivante de plusieurs types de sonorités.

Le bruit de l'écoulement de l'eau peut surprendre dans la vie quotidienne en milieu urbain, mais il s'agit d'une source sonore planifiable et constante. Il présente l'avantage par rapport à d'autres bruits de pouvoir améliorer les conditions acoustiques des espaces libres. Un projet de design artistique avec de l'eau peut surtout

- créer une trame sonore à travers un espace urbain bruyant à l'aide des fontaines à eau, des jeux d'eau et des courants d'eau;
- améliorer les conditions acoustiques d'un espace urbain en jouant avec l'eau sur les surfaces (murs d'eau, rideaux d'eau etc.);

- stimuler l'attractivité d'un endroit peu fréquenté par la diversification des sons de l'eau comme le filet, l'écoulement, les gouttes, les clapotis;

EXEMPLE 20

- changer la réputation d'un endroit bruyant en le faisant découvrir d'une «nouvelle oreille».

De la même façon que l'on peut intervenir dans l'espace bruyant avec de l'eau, le fait de générer des sons électroniques peut améliorer les conditions sonore d'un espace public. Les interventions qui interagissent avec l'architecture existante et son terrain offrent des «prises» dans l'univers perceptif. Cela permet de briser la monotonie d'un espace libre anonyme. Le travail artistique revêt une dimension acoustique quand il rend possible

- une présence sonore surprenante dans un environnement monotone et anonyme;
- le changement d'un espace libre bruyant, agité, en un centre attractif, aménagé sur le plan sonore, à partir duquel on puisse s'orienter; **EXEMPLE 21**
- rendre plus agréable une rapide traversée dans une configuration spatiale oppressante.



EXEMPLE 20 Un bassin aménagé sur le toit d'un bâtiment à l'intérieur d'un parc urbain, le long d'une rue bruyante, sert de point d'orientation sonore. L'animation d'un espace par l'usage de l'eau créé un contraste avec l'environnement. Il est reconnu par les visiteurs comme un centre et un passage de traverse à l'intérieur du parc.



EXEMPLE 21 Le bruit de cette place est modifié électroniquement puis rediffusé au moyen de deux haut-parleurs. L'observation répétée de l'endroit par un artiste sonore montre que le bruit devient un espace sonore agréable pour les passants et que ceux-ci n'hésitent pas à séjourner sur la place.

Faire éprouver la qualité acoustique grâce aux chemins piétons

Les concepteurs et les aménageurs sont mis au défi pour créer des chemins et des lieux où les piétons puissent séjourner de manière à ce que les zones où s'éprouve un confort sonore soient accessibles et interconnectées dans la ville. Il y a un enjeu direct sur la qualité acoustique car les différentes façons dont les piétons traversent les espaces urbains et résidentiels déterminent l'expérience auditive.

Dans l'espace public, nous sommes souvent en mouvement. Nous stationnons rarement longtemps au même endroit. La façon dont nous ressentons l'espace public dépend directement de notre position et du chemin emprunté. Dans la ville, nous passons par des endroits que nous considérons plus agréables acoustiquement que d'autres. Même si nous traversons rapidement certains endroits, ils influencent notre qualité de vie. Nous choisissons dans une certaine mesure nous-mêmes entre différentes offres sonores et différentes modalités acoustiques et nous déterminons ainsi nous-mêmes de notre expérience sonore dans l'espace public. En passant de l'autre côté d'une rue, nous pouvons par exemple éviter un chantier de construction bruyant.

Chaque ville est en mesure de surprendre positivement l'auditeur. Par une simple fontaine à eau, la monotonie quotidienne d'une rue peut être brisée. Il en va de même pour des voix emplissant un jardin ou un changement apporté dans le panorama auditif de notre monde sonore urbain. Les «sons dignes d'être écoutés» forment la pierre angulaire de l'identité acoustique d'une ville.

Un endroit qui mérite qu'on tende l'oreille se distingue de son environnement par les écoutes différenciées qu'il génère. Il donne à voir des propriétés acoustiques étonnantes qui font de lui un espace sonore distinct,

dépourvu de bruits monotones. Il offre une expérience sonore reproductible et une orientation. Il garantit une tranquillité sonore. Autrement dit, nous ne sommes pas surpris par un événement sonore inattendu. Dans un endroit offrant une qualité d'écoute élevée, nous devons pouvoir nous reposer sans être confrontés à des événements sonores assourdissants. Ainsi, la possibilité de jouir de la qualité acoustique d'un lieu est étroitement liée à la possibilité d'y séjourner temporairement. Elle implique une grande qualité d'accueil. **EXEMPLE 22**

Il convient de promouvoir et de rendre plus accessibles au public les lieux urbains présentant une qualité d'écoute élevée. La mise en réseau des zones vécues positivement sur le plan sonore dans les différentes parties de la ville permet de répondre correctement aux différentes exigences des personnes y séjournant librement. Les parcs, les rues, les places, les cours intérieurs, les friches, les cimetières, le biotope, les forêts, les sentiers battus, les chemins piétons, les zones résidentielles, les ruelles de la vieille ville etc. peuvent progressivement tisser un espace public sonore vivant. Un chemin piéton propice à une bonne expérience auditive se caractérise de la manière suivante:

- la transition entre deux types d'environnements sonores doit être fluide. Cela est souhaitable pour sentir que les espaces sont reliés entre eux. Trop souvent, ces transitions se traduisent par des changements abrupts. **EXEMPLE 23**
- le matériau de construction utilisé et les matériaux de revêtements donnent l'opportunité de s'entendre bouger. Que l'on soit à pied ou en vélo, nous entendons mieux les sons produits par notre corps en mouvement. Dans ce contexte, nous percevons aussi une différence nette par rapport à l'environnement. **EXEMPLE 24**



EXEMPLE 22 Le large accès au fleuve tout comme les zones de détente contiguës génèrent une orientation sonore du parc jusqu'au fleuve. La proximité de l'eau offre ici les conditions nécessaires pour conférer à l'endroit une grande valeur d'écoute.



EXEMPLE 23 Les parois longitudinales de cette passerelle (perforées de chaque côté) enjambant un cours d'eau permettent une transition graduelle entre le parc urbain, doté d'une grande qualité de séjour, et la rue encombrée du quartier. Les piétons et les cyclistes vivent le passage entre ces deux environnements contrastés de manière fluide.

- le chemin crée une orientation vers les endroits où s'éprouve une expérience sensorielle positive. Il constitue par exemple une liaison vers un parc urbain apprécié.

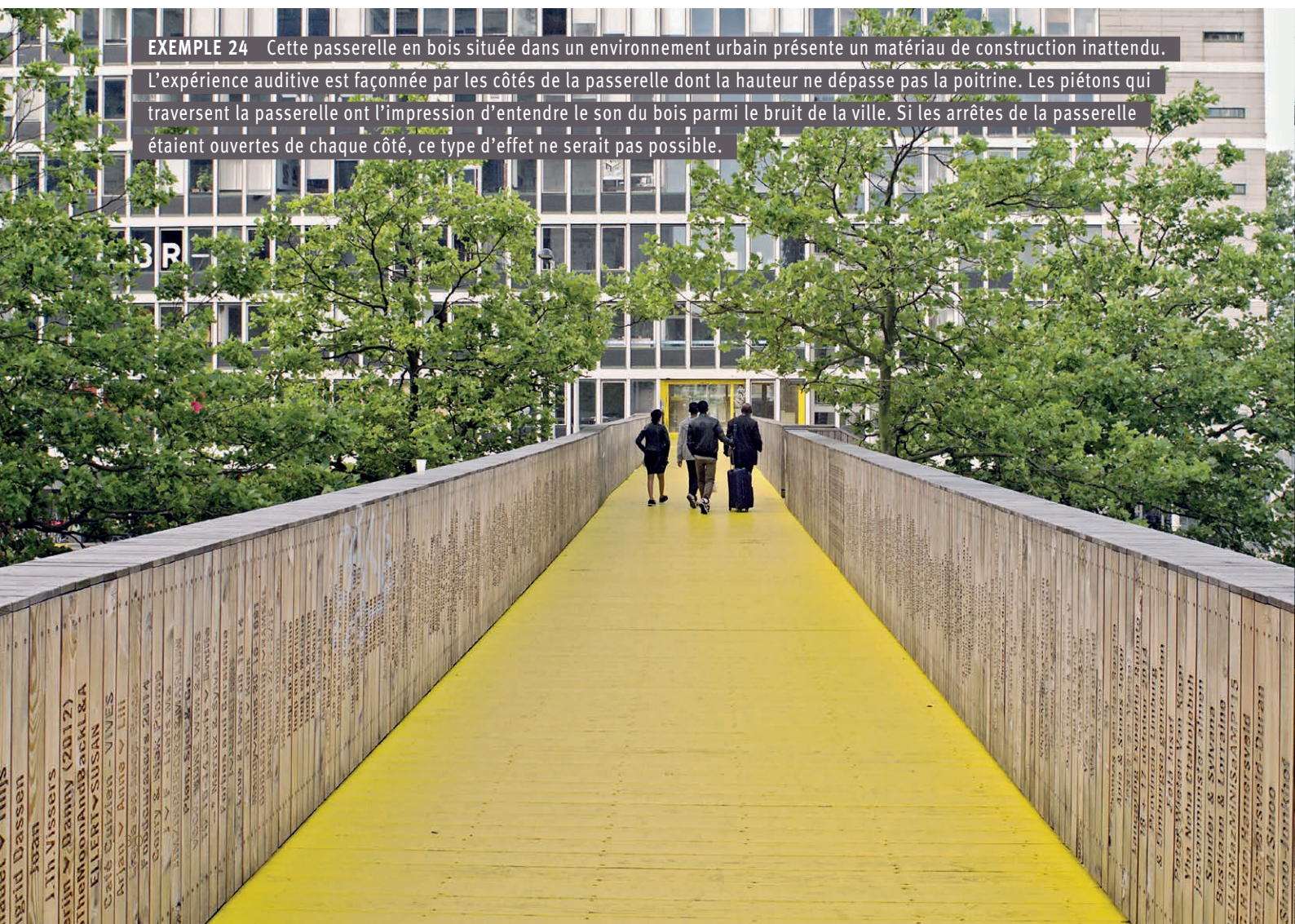
L'aménagement sonore agit toujours conjointement avec d'autres facteurs de la perception sensorielle. Les éléments d'aménagement sollicitant le sens du toucher et le sens de la vue peuvent avoir un impact favorable sur l'expérience sonore. Cette dimension multi-sensorielle du traitement des espaces publics doit aussi être envisagée pour les environnements bruyants.

EXEMPLE 25

Il est important que les éléments d'aménagement créent une compréhension de la configuration de l'espace par les personnes présentes. Les piétons peuvent ainsi reconnaître sans ambiguïté les zones qui ne

sont pas consacrées à la circulation et celles où ils peuvent faire une pause. Les propriétés acoustiques des matériaux doivent être ajustées aux propriétés visuelles et tactiles. **EXEMPLE 26**

Ce type d'aménagement signale que quelqu'un se soucie de l'espace et des personnes qui l'utilisent. Il en résulte une configuration spatiale dont la qualité est fiable. La garantie qu'aucune perturbation imprévue ne survienne, notamment du point de vue du niveau sonore, améliore aussi le sentiment de sécurité.



EXEMPLE 24 Cette passerelle en bois située dans un environnement urbain présente un matériau de construction inattendu. L'expérience auditive est façonnée par les côtés de la passerelle dont la hauteur ne dépasse pas la poitrine. Les piétons qui traversent la passerelle ont l'impression d'entendre le son du bois parmi le bruit de la ville. Si les arrêtes de la passerelle étaient ouvertes de chaque côté, ce type d'effet ne serait pas possible.



EXEMPLE 25 L'agitation sonore du vent dans les drapeaux du pont développe un subtil contrepoint par rapport au bruit de la rue principale. Les éléments d'aménagement textiles et flexibles accompagnent les personnes engagées dans une configuration spatiale dure et oppressante.



EXEMPLE 26 La conception accueillante du sol pour les piétons, l'élimination des barrières et la traversée en diagonale, permettent une circulation fluide sur ce carrefour. En comparaison de l'ancien carrefour – où les flux de piétons étaient agités et plutôt chaotiques - le nouveau carrefour est perçu comme plus calme et agréable.

12^{ÈME} PRINCIPE

Aménager les espaces entre les habitations existantes

Pour des raisons d'économie d'énergie, de maîtrise du climat, d'aménagement du territoire, les concepteurs des espaces libres et les architectes doivent intervenir dans les espaces résidentiels existants. L'enjeu est d'améliorer les propriétés acoustiques en travaillant également sur les éléments d'aménagement des espaces libres. Pour la qualité acoustique, les matériaux de construction sont particulièrement importants de même que la configuration des façades et des sols.

L'agencement irrégulier de bâtiments de petites tailles et la compacité urbaine sont typiques des vieilles-villes.



Cette morphologie particulière confère des propriétés acoustiques variées. La ramification des voies, les places tortueuses et les formes urbaines hétéroclites sont en effet propices à des effets de résonance et de réflexion. Les matériaux variés des revêtements de sols et des façades augmentent en outre cette diversité. Une vieille ville réunit donc généralement les conditions adéquates pour une qualité acoustique. **EXEMPLE 27**

De nos jours, les bâtiments de grande taille sont privilégiés. De plus, dans les centres-ville, les monolithes architecturaux sont ordonnés de façon symétrique entre des axes de circulation dont les conditions acoustiques sont perçues négativement. Le son massif des camions et du tramway se répercute sur les bâtiments de telle manière que nous percevons un bruit diffus et un bourdonnement incommode. Les surfaces lisses des façades et des revêtements de sols forment une caisse de résonance. Elles sont directement responsables de la mauvaise qualité acoustique.



architecturaux sont ordonnés de façon symétrique entre des axes de circulation dont les conditions acoustiques sont perçues négativement. Le son massif des camions et du tramway se répercute sur les bâtiments de telle manière que nous percevons un bruit diffus et un bourdonnement incommode. Les surfaces lisses des façades et des revêtements de sols forment une caisse de résonance. Elles sont directement responsables de la mauvaise qualité acoustique.

De nos jours, les bâtiments de grande taille sont privilégiés. De plus, dans les centres-ville, les monolithes architecturaux sont ordonnés de façon symétrique entre des axes de circulation dont les conditions acoustiques sont perçues négativement. Le son massif des camions et du tramway se répercute sur les bâtiments de telle manière que nous percevons un bruit diffus et un bourdonnement incommode. Les surfaces lisses des façades et des revêtements de sols forment une caisse de résonance. Elles sont directement responsables de la mauvaise qualité acoustique.

Dans les zones périphériques, les bâtiments sont moins accolés les uns aux autres que dans le centre. Ce type



de tissu bâti lâche est aussi plus restreint que dans le centre. La synergie acoustique positive liée aux petites surfaces des espaces libres ne suffit cependant pas à protéger l'ensemble

d'une grande rue bruyante.

Pour influencer favorablement les conditions acoustiques dans une zone résidentielle, des possibilités architecturales et des possibilités d'aménagement des espaces libres existent. Les propositions permettant de créer des effets synergiques sur la biodiversité, le microclimat et l'environnement social dans les espaces libres des espaces résidentiels, sont:

- La création d'espaces verts et d'espaces de rencontre au bord de l'eau ainsi que des espaces de loisirs; **EXEMPLE 28**
- Rendre les berges accessibles et les concevoir comme des prolongements d'espaces de vie;
- Ralentir la circulation avec des aires de jeux, des jardins et des mesures techniques de transports ou en les imposant dans les cours des espaces résidentiels.

Par rapport à l'agencement des bâtiments, on peut surtout

- reconstituer finement les revêtements de façade à l'aide des volets de fenêtres, des pare-soleil, des balcons et des matériaux de façades pour produire un effet de diffusion varié; **EXEMPLE 29**
- améliorer la qualité acoustique le long d'une rue bruyante en intervenant sur les faces inférieures des balcons, les auvents, de façon à réduire les réflexions acoustiques.



EXEMPLE 27 De par l'articulation de types de construction hétéroclites et denses, les vieilles-villes présentent des propriétés acoustiques avantageuses. Elles peuvent être mises à profit dans le développement de la qualité acoustique des nouveaux espaces résidentiels.



EXEMPLE 28 Cet espace vert semi-public dans la cour d'un vieil espace résidentiel rénové ouvre sur des places assises, des aires de jeux, des espaces de loisirs. Les jardins entretenus des habitants suivent les contours d'un chemin incurvé. Cet aménagement des espaces libres et l'offre vivante de possibilités d'usages du temps libre sont bien acceptées par la population.

Réfléchir à la qualité acoustique dans les nouveaux espaces résidentiels

Dans les nouveaux espaces résidentiels, les architectes et les concepteurs des espaces libres sont mis au défi de veiller, dès les prémices du projet, à ce que les espaces publics soient connectés acoustiquement. L'enjeu est de développer une haute qualité de présence sonore y compris dans un environnement acoustiquement monotone.

Les espaces libres des espaces résidentiels peuvent être protégés du bruit par des grands bâtiments comme des entrepôts ou des immeubles de bureau. La propagation du bruit dans les zones résidentielles au maillage lâche peut être réduite à travers la fermeture de l'espace vide entre les bâtiments individuels. Ce type de mesure n'est pas facile à généraliser car chaque endroit à une configuration spécifique. La qualité acoustique dans une zone de lotissements est surtout bonne si

- les bâtiments sont disposés de telle manière que leurs façades enserrent les espaces libres;
- la structure et les matériaux du terrain favorisent la qualité acoustique, cf. **PRINCIPE 3**;
- les ressources sonores des sols naturels, de la végétation et de l'eau sont exploitées, cf.

PRINCIPE 9

Dans les zones résidentielles offrant une grande qualité d'écoute, il faut veiller à

- ne pas aménager de places de parking ou de livraison ni de voies d'accès à des parkings;
- ne pas installer de systèmes de ventilation, de climatiseurs ou de pompes à chaleur;
- faire l'entretien en essayant de générer le moins de bruit possible avec les machines;
- se concerter sur l'utilisation des installations existantes.

Sur les rues bruyantes, les angles perpendiculaires des bâtiments créent des coupures sonores et rendent brutalement perceptibles des événements sonores. Avec les nouveaux bâtiments, il est possible d'éviter ces inconvénients en ramenant les angles des bâtiments vers l'arrière ou en les arrondissant. Les nouveaux bâtiments peuvent aussi être disposés selon des alignements non parallèles et légèrement coupés de la rue. Ainsi, les inconvénients acoustiques des rues encaissées n'apparaissent pas, cf. **PRINCIPE 8**.

Le toit d'un bâtiment est aussi considéré comme un acteur acoustique qui, en interaction avec les façades, influence positivement les propriétés acoustiques des espaces publics, cf. **EXEMPLE 30**. Les possibilités d'aménagement pour les toits des nouveaux bâtiments impliquent

- d'avoir de grandes surfaces de toits (exemple: centres commerciaux ou entrepôts) sur lesquelles sont plantés de l'herbe et des buissons aux feuillages variés;
- le profil en hauteur et la forme du toit des longs bâtiments ne doivent pas être plats et horizontaux mais asymétriques.

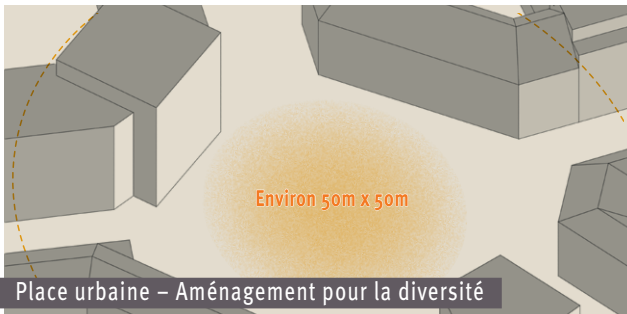
Un aménagement de ce type améliore la qualité acoustique à proximité directe du toit et influence aussi la propagation sonore à grande échelle par-dessus les toits. Ainsi, il faut laisser se développer des espaces résidentiels dont l'aménagement des toitures favorise la qualité de séjour dans les cours intérieures en éloignant les bruits de la rue.



EXEMPLE 29 Les modules en bois font varier les propriétés acoustiques dans chacune des parties de la façade. Les pare-soleil et les balcons différencient en outre les propriétés acoustiques. Disposés ensemble, les murs produisent une diversité sonore, débordant l'espace proche. Ce qui n'est pas le cas des façades rectilignes traditionnelles.

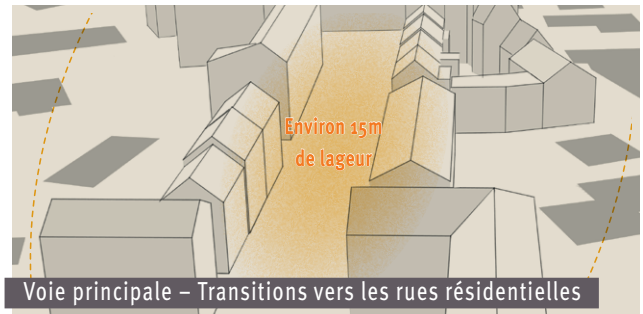
EXEMPLE 30 L'étagement du toit de ce bâtiment fait varier les qualités acoustiques en diminuant la hauteur des façades en verre contiguës. Les visiteurs qui s'engagent sur le toit passent d'un environnement très réfléchissant à un environnement ouvert sur le plan acoustique. La transition vers un point de panorama sonore est fluide et clairement perceptible.





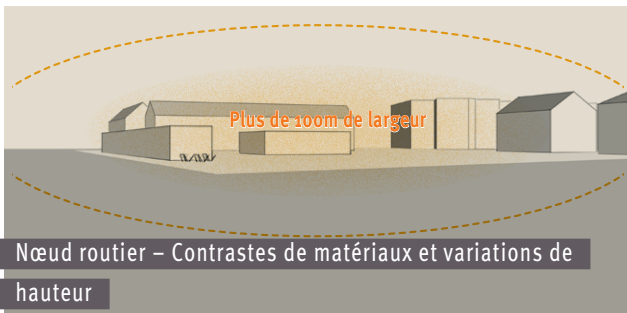
Place urbaine – Aménagement pour la diversité

Pour l'aménagement sonore, des interventions sont proposées au niveau des sols urbains (**PRINCIPE 1 + 2**) et par de grands objets (**PRINCIPE 5**). L'aménagement des espaces libres (**PRINCIPE 9**), la réalisation des façades (**PRINCIPE 8**) et l'agencement des pistes cyclables et piétonnes (**PRINCIPE 11**) offrent encore des possibilités d'aménagement.



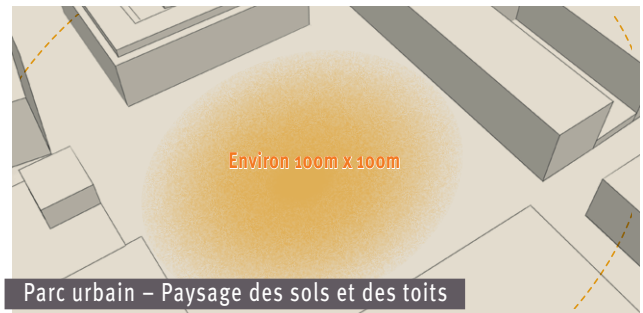
Voie principale – Transitions vers les rues résidentielles

Les interventions sur les sols urbains (**PRINCIPE 1 + 2**) et sur les façades (**PRINCIPE 6 + 7**) sont déterminantes pour l'aménagement sonore. Les mesures prises pour les bâtiments existants (**PRINCIPE 12**) et en relation avec les chemins piétons et cyclables (**PRINCIPE 11**) complètent ces exemples d'utilisation.



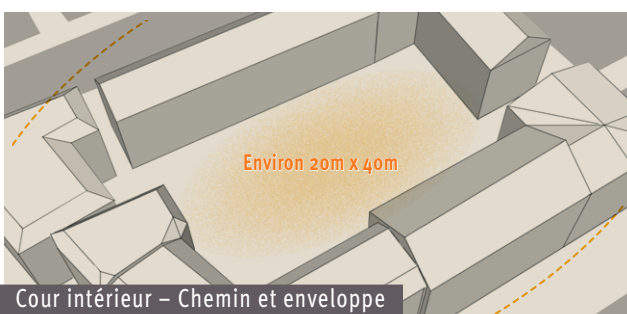
Nœud routier – Contrastes de matériaux et variations de hauteur

Le traitement des sols urbains (**PRINCIPE 1 + 2**) entre en interaction avec les objets dans les espaces urbains (**PRINCIPE 4 + 5**) et améliore la qualité acoustique de la zone de séjour. Cela est mis en œuvre à l'aide d'un aménagement de l'espace libre en interconnexion avec les espaces urbains voisins (**PRINZIP 9 + 11**).



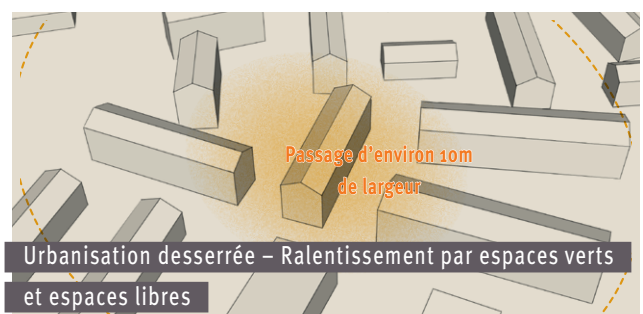
Parc urbain – Paysage des sols et des toits

Par ces exemples d'application, les actions sur les sols urbains (**PRINCIPE 3**) entrent en interaction avec les façades (**PRINCIPE 8**). Ils forment la base de l'aménagement des espaces libres (**PRINCIPE 9**) et de l'agencement des chemins piétons et cyclistes (**PRINCIPE 11**).



Cour intérieur – Chemin et enveloppe

Les interventions sur les sols urbains (**PRINCIPE 1 + 2 + 3**) et sur les façades (**PRINCIPE 6 + 7 + 8**) garantissent un lieu de refuge. La création et l'aménagement du chemin piéton (**PRINCIPE 11**) produit une relation avec l'environnement.

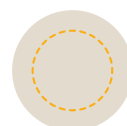


Urbanisation desserrée – Ralentissement par espaces verts et espaces libres

L'intérieur de cet espace résidentiel est revalorisé acoustiquement par des interventions sur les sols (**PRINCIPE 1+2+3**) et sur les façades (**PRINCIPE 6+7+8**). Les actions sur les bordures d'habitation (**PRINCIPE 12+13**) et sur les chemins piétons (**PRINZIP 11**) ménagent une transition sonore jusqu'à la rue.



Perception des relations acoustiques locales à des petites ou moyennes dimensions: Un aménagement est possible à l'intérieur du champ d'action



Perception des relations acoustiques à grande échelle ou à des échelles supérieures: Un aménagement est possible en dehors du champ d'action

Exemples d'application

La détermination des principes d'aménagement d'un espace urbain découle du jugement porté sur la situation sonore de l'endroit. Ainsi, le contexte, l'architecture existante des villes et les conditions acoustiques sont prises en compte. Les exemples d'application montrent, sur la base de propositions d'espaces urbains et résidentiels exemplaires, comment un aménagement sonore se développe et comment celui-ci permet de dialoguer avec les différents acteurs urbains. Les réflexions proposées dans ce guide de travail examinent plus en détail les problématiques acoustiques et explicitent où se situe la valeur ajoutée d'un aménagement. Ils démontrent qu'il existe des modèles pour améliorer la qualité acoustique de l'espace public.



Place urbaine – Aménagement pour la diversité

Une place urbaine en forme d'arène offre un espace attractif pour des besoins variés. Les différentes branches du carrefour sont bordées par les angles inclinés des immeubles. Il en résulte un agrandissement de l'espace public source de qualité acoustique. Ce type de place est couramment utilisé pour les arrêts des transports publics.

Situation initiale La place examinée se prête à une utilisation commerciale des rez-de-chaussée (ex: implantation de restaurants et de magasins). C'est pourquoi, les zones de séjour et les chemins piétonniers jouent un rôle important dans l'aménagement de la place. Dans un premier temps, la place ne se distingue pas d'un carrefour ordinaire. L'agitation et le mouvement de la circulation domine. L'endroit ne s'apparente pas à un lieu de séjour ou un point de rencontre. L'aménagement de la place doit avoir pour objectif de faire un espace public à la croisée des rues dont les propriétés acoustiques offrent une grande qualité d'écoute pour les visiteurs.

Les zones de séjour Les zones de séjour sont aménagées à l'angle des immeubles sous la forme de petits parcs. Les revêtements de sol sont conçus avec des graviers bruts. Dans chacun des parcs, on trouve systématiquement plusieurs arbres. A côté de ces groupes d'arbres, les fontaines et les jeux d'eau créent une offre sonore qui se différencie de l'environnement audible. Les bancs ne sont pas complètement vissés au sol de manière à ce que les visiteurs puissent configurer eux-mêmes leur position d'écoute. **FIGURE 31**

Des kiosques cylindriques et des supports pour plantes grimpantes (à hauteur de la tête) sont placés à côté des groupes d'arbres. Les objets d'au moins 3 mètres de diamètre interrompent le niveau de réflexion et le bruit

du trafic. Leurs surfaces dispersent le son et présentent des conditions optimales pour que les discussions et les bruits soient clairement audibles et différenciés.

FIGURE 32

Une partie de la place est ombragée grâce aux pare-soleils. Les pare-soleils et les groupes d'arbres sont une source de rafraîchissement en été. Sous les pare-soleils, la perception de l'espace sonore est nuancée. Il y a plus d'espace pour les voix humaines. Cette partie se différencie acoustiquement de la partie de la place non ombragée. Pour les habitants du premier étage, les pare-soleil et les arbres produisent un effet subtil de coupure sonore.

Les rues Les surfaces au sol pour les tramways et les automobiles sont réalisées à partir d'un revêtement coloré et à faible émission de bruit pour établir une différence audible et visible avec les autres voies. Ce contraste dans la perception de la place prouve que cet espace routier n'est pas ordinaire. Les automobilistes comprennent rapidement que les piétons et cyclistes ont la priorité. Ainsi, les propriétés acoustiques de la place qui peuvent être perçues comme de la qualité acoustique sont encadrées par un certain nombre d'actions comme la régulation des places de parking, de la livraison et de l'entretien. Le trafic s'opère lentement sur la place au profit des circulations douces.

La vue Pour des raisons acoustiques, les façades doivent, si possible, donner à voir une diversité de matériaux et de structures. Dans le cadre d'un aménagement urbain durable, les façades sont ajustées de telle manière à ce que les propriétés acoustiques et climatiques de la place soient améliorées.

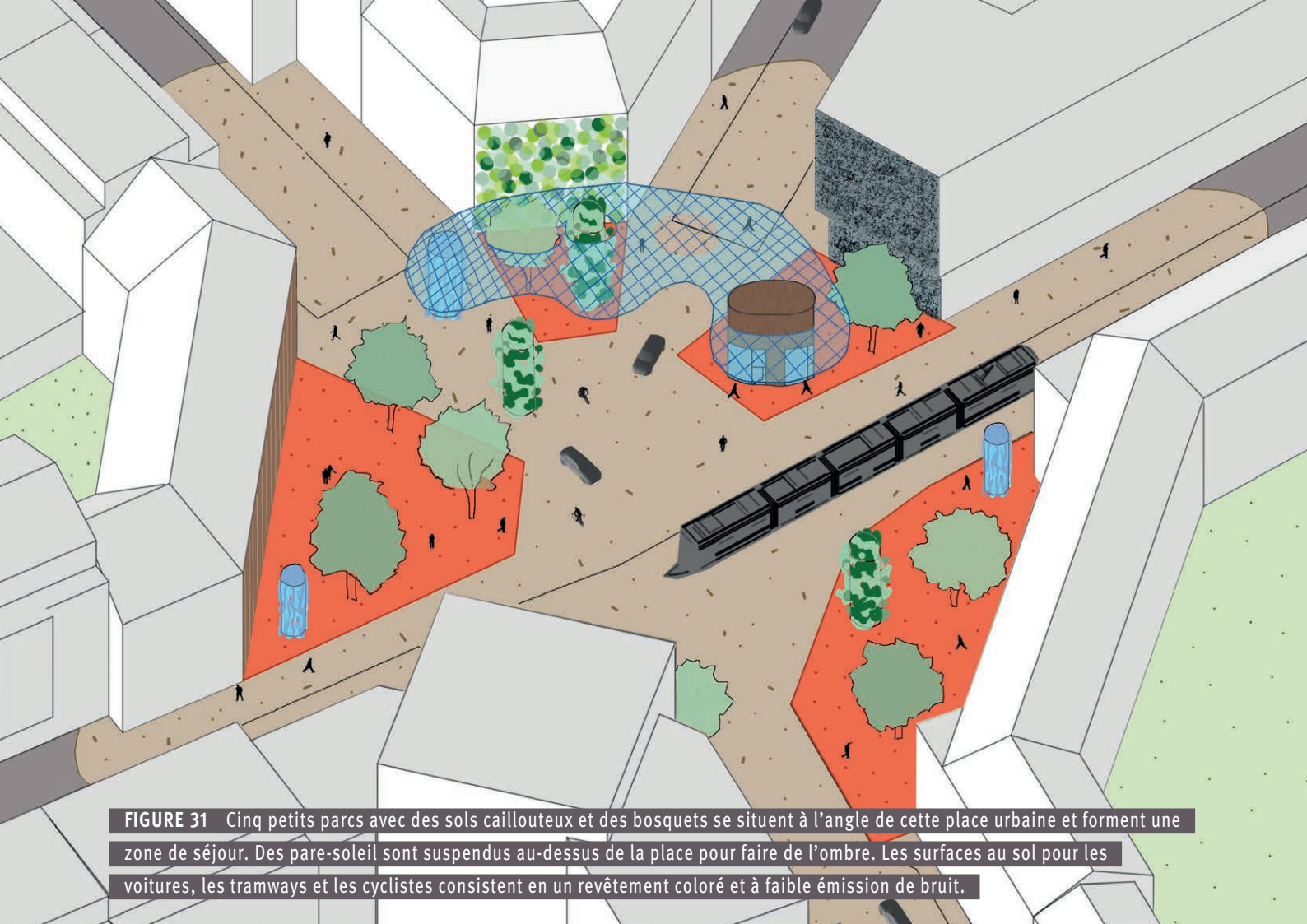


FIGURE 31 Cinq petits parcs avec des sols caillouteux et des bosquets se situent à l'angle de cette place urbaine et forment une zone de séjour. Des pare-soleil sont suspendus au-dessus de la place pour faire de l'ombre. Les surfaces au sol pour les voitures, les tramways et les cyclistes consistent en un revêtement coloré et à faible émission de bruit.

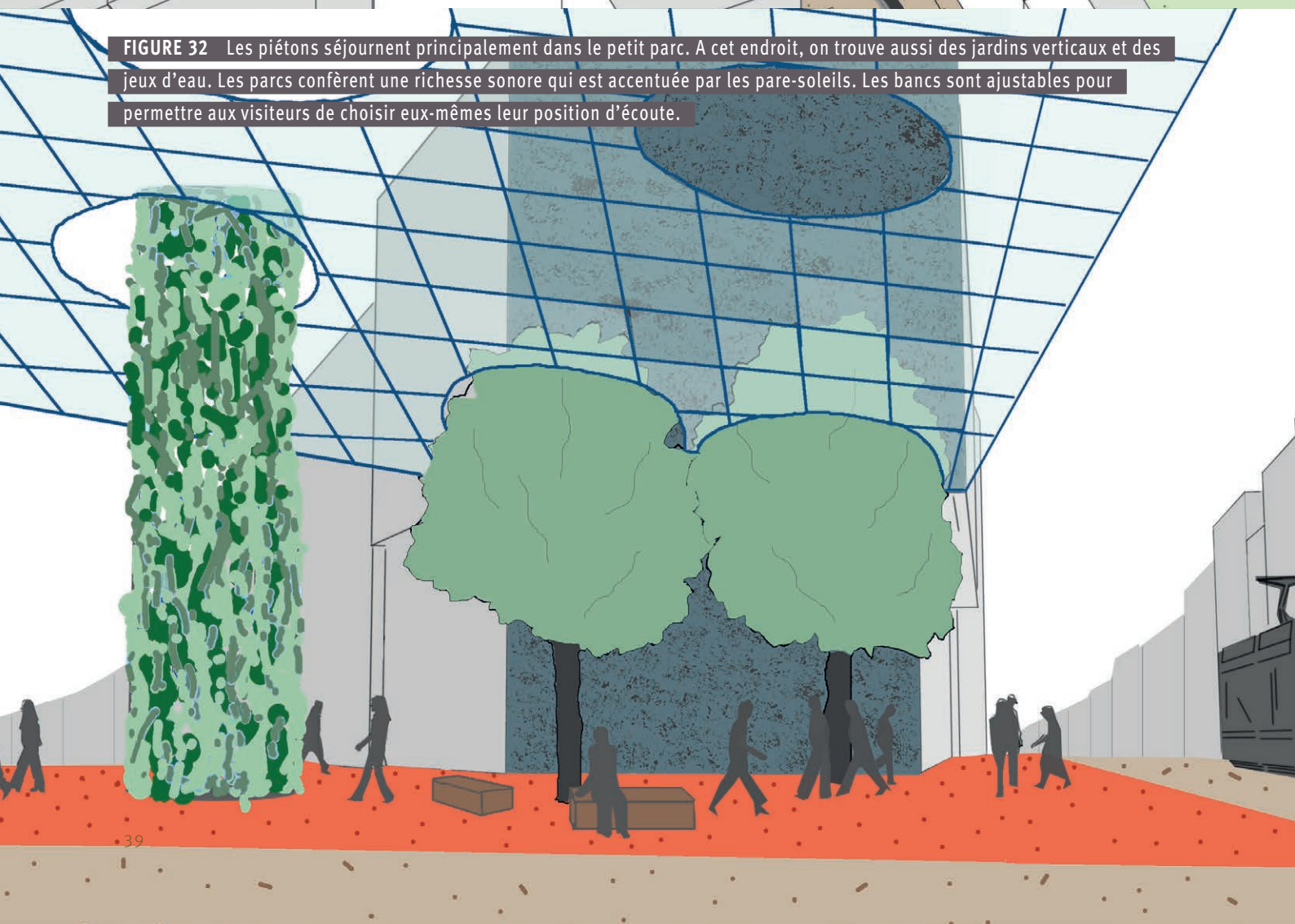


FIGURE 32 Les piétons séjournent principalement dans le petit parc. A cet endroit, on trouve aussi des jardins verticaux et des jeux d'eau. Les parcs confèrent une richesse sonore qui est accentuée par les pare-soleils. Les bancs sont ajustables pour permettre aux visiteurs de choisir eux-mêmes leur position d'écoute.



Rue principale – Transitions vers les rues résidentielles

L'acoustique est difficile à maîtriser dans les rues du centre-ville. L'alignement parallèle de bâtiments verticaux le long d'une rue forme un canal qui renforce fortement le bruit du trafic. A l'instar des façades, le sol est également dur. Le bruit est dirigé de manière longitudinale jusqu'au croisement suivant. De là, le long du tronçon suivant et à l'arrière du bâti.

Situation initiale La rue examinée se distingue par un aménagement latéral, qui est percé perpendiculairement à différents endroits. L'utilisation commerciale du rez-de-chaussée est stimulée par la centralité du lieu et les places de parking. La rue semble acoustiquement et visuellement interchangeable. Elle est grise et atone. Les propositions d'aménagement de la rue prévoient de changer la forme audible et visible de la rue. Les automobilistes doivent savoir qu'ils se trouvent dans un espace résidentiel, un espace de travail, un espace culturel et non sur un tronçon autoroutier. Du point de vue de l'habitant, la rue, à l'avenir, ne doit plus sonner comme une route prioritaire.

La rue principale Les automobiles progressent lentement sur un asphalte à faible émission de bruit. L'asphalte qui s'étend au milieu des voies de tramway est végétalisé. Les arrêts de transports publics et les trottoirs sont conçus sur des surfaces pavées. Cet équilibre dans la diversité des matériaux utilisés pour les voies urbaines fait obstacle à la monotonie du bruit.

FIGURE 33

Le long des façades sur rue, des supports pour plantes grimpantes sont dressés en saillie. Ils sont espacés les uns des autres par des intervalles irréguliers et s'élèvent à des hauteurs différentes au-dessus du rez-de-chaussée. Les passages de traverse sont signalés par des

supports pour plantes de la hauteur des bâtiments. Ces jardins verticaux améliorent les propriétés acoustiques dans chaque section concernée. Ils complètent les éléments d'eau et offrent un point d'orientation.

Les voies résidentielles perpendiculaires Le passage situé perpendiculairement à la rue confère une valeur sonore à l'intérieur des espaces résidentiels, en libre d'accès pour les piétons, en s'imbriquant avec la circulation réduite du quartier résidentiel. L'espace situé le long des rues draine aussi le bruit à l'arrière des constructions. Le bruit est réduit car le chemin de réflexion de l'onde acoustique se brise sur les façades frontales où sont disposés les supports pour plantes grimpantes, de la hauteur des bâtiments. Un revêtement poreux en gravier fait varier le chemin de réflexion de l'onde acoustique par les sols. Un revêtement approprié est important pour faire passer l'onde acoustique au-dessus de la rue principale. Ainsi, les sols peuvent interagir avec les jardins verticaux pour réduire la transmission longitudinale du bruit.

Les passages perpendiculaires présentent les qualités requises pour susciter une impression d'agrément acoustique dans les rues résidentielles. En plus, ils induisent un aménagement sonore varié des zones du rez-de-chaussée. Dans les rues résidentielles, les zones de séjour offrent des sols naturels et caillouteux. Pour les piétons et les cyclistes, cela crée un lien étroit entre l'acoustique et le visuel ainsi qu'un espace urbain facilement lisible. **FIGURE 34**

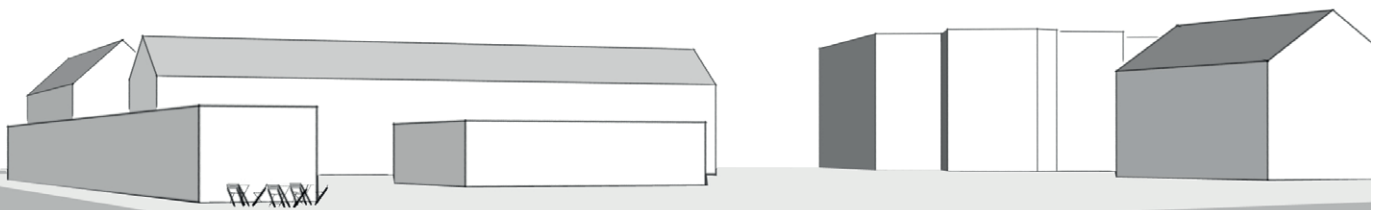
Autres actions Utiliser un matériau absorbant acoustique pour les faces inférieures des bacons, les chéneaux sur les façades des immeubles et les façades des passages.



FIGURE 33 Les voitures circulent sur l'asphalte, le tramway sur une voie centrale végétalisée. Les trottoirs et les arrêts de transports publics sont aménagés sur des surfaces dallées. Le long des façades, les supports pour les plantes grimpantes sont fixés à une hauteur d'un étage, au minimum. Au niveau des passages perpendiculaires, les supports pour plantes grimpantes sont de la hauteur d'un bâtiment. Le sol est ici composé d'un revêtement rigide en graviers.



FIGURE 34 Les passages perpendiculaires par rapport à la rue principale peuvent se prolonger jusque dans les rues résidentielles. Les supports pour plantes grimpantes sont ici de la hauteur d'une maison et s'élèvent au-dessus des bordures du trottoir. Le revêtement est réalisé de manière à créer, pour le piéton et le cycliste, un lien étroit entre la dimension acoustique et visuelle du lieu.



Nœud de circulation – Contraste de matériaux et variations de hauteurs

Sur les grands carrefours, générant un trafic conséquent, le bruit nous envahit de toutes parts. En général, le bruit reste attaché à l'endroit, car les sols durs, les façades, les murs de même que les faces inférieures des ponts, les transports, les auvents, provoquent un véritable ouragan sonore. Les piétons et les cyclistes sont constamment entourés de véhicules et sont donc exposés à un espace urbain particulièrement inhospitalier.

Situation initiale Sur les grands carrefours que nous avons examinés, le sentiment d'invasion sonore provient des poids lourds, des grands objets et des petits bâtiments. Les arbres, les plantations et les bâtiments, ne peuvent pas, à eux seuls, prévenir la propagation du bruit de par le volume du trafic. En dépit du nombre de passants, personne ne fait le choix délibéré de s'arrêter ici. Lire le journal ou se rencontrer autour d'un café se fait plutôt ailleurs. Les propositions d'aménagement ont pour objectif d'offrir des endroits acoustiquement et visuellement distincts, de telle manière que l'attente d'un bus soit supportable et que les personnes puissent facilement se distraire. De plus, nous devons encore relier les zones d'écoute entre elles et raccorder les espaces urbains environnants.

Zones d'écoute La zone d'attente des arrêts de bus et de tramways et les zones de séjour des kiosques et des buvettes repose sur un aménagement des sols en pierre et en bois. Les surfaces sont situées à un niveau plus profond que les trottoirs. Elles sont bordées par des bancs en bois à hauteur des genoux, des hanches et présentent des sols incurvés. Des petits bâtiments avec des faces incurvées sont situés au bord des zones de séjour. **FIGURE 35**

Les zones d'écoute avec un bruit de proximité distinguable sont ainsi possibles. De plus, les arbres et les pare-soleils soutiennent cette qualité. De simples fontaines aident à ancrer des zones d'écoute individuelles à l'intérieur du mouvement permanent caractérisant les espaces urbains.

Les chemins piétons En quittant ces zones d'écoute, le réseau des chemins piétons et cyclistes se développe avec des éléments architecturaux reconnaissables. Pour les chemins, le matériau utilisé est le même que celui des zones d'écoute. L'aménagement cohérent des groupes d'arbres et des jeux d'eau évacue le bruit anonyme au profit des sons variés du vent et de l'eau. Ces ressources acoustiques contrastent avec les matériaux durs des espaces routiers. **FIGURE 36**

Les passages piétons souterrains en bois et en verre, de différentes hauteurs et fermés sur les côtés, conduisent aux rues. Ils créent un contraste visuel avec la rue en asphalte et produisent une expérience auditive différenciée. Dans les passages piétons souterrains, le contraste avec les surfaces lisses en bois et les éléments d'aménagement de l'espace en textile est prolongé.

La vue Les nouvelles zones d'écoute aménagées et les chemins piétons permettent de transformer un non-lieu désert en un espace public. On peut par exemple proposer des interventions de design urbain sur les buvettes et les espaces d'attente. On peut redonner de la vie aux carrefours ennuyeux et mornes acoustiquement pour réussir à transformer l'identité de l'espace urbain sur le long terme.

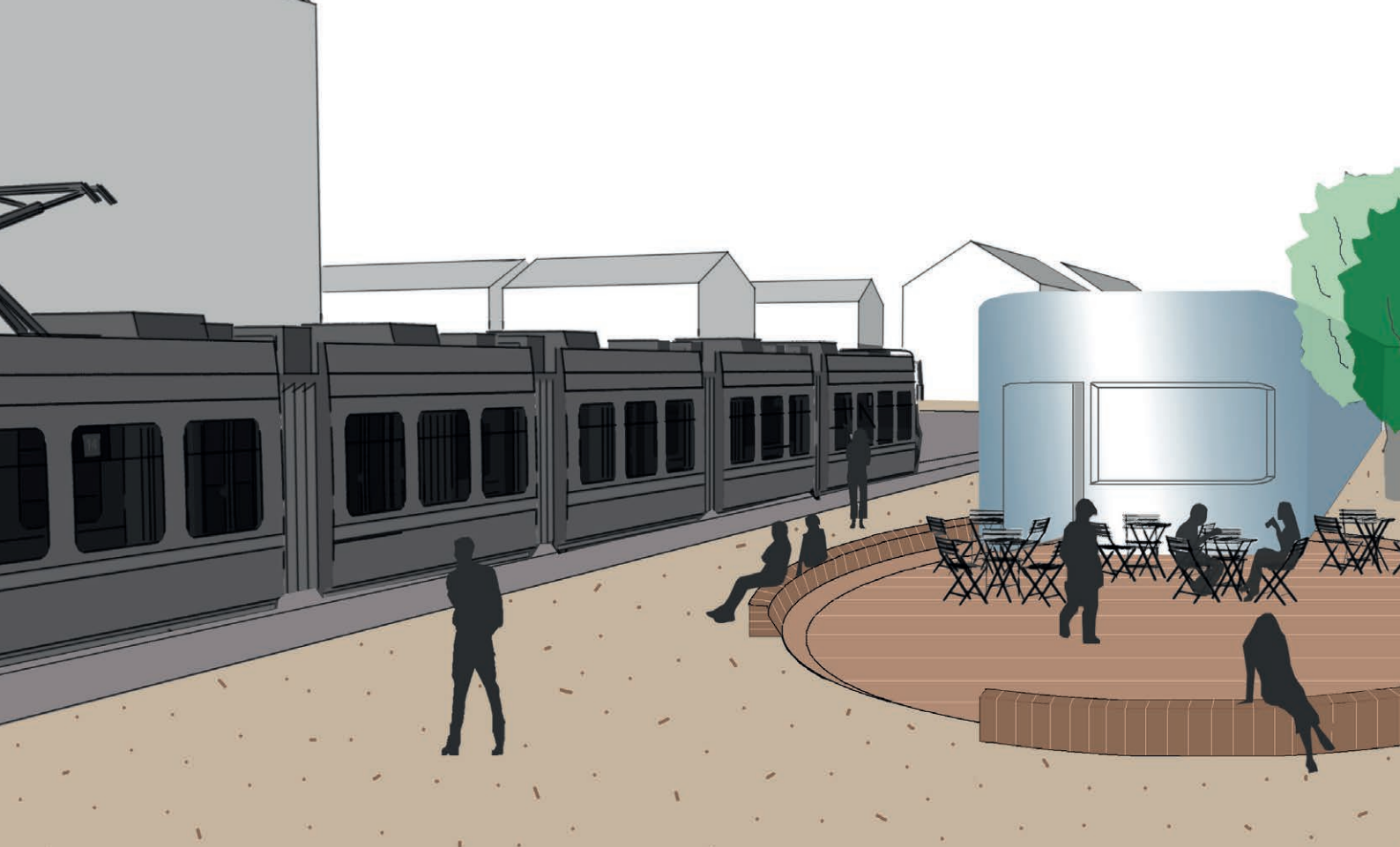


FIGURE 35 Les arrêts de transports en commun et les kiosques sont situés au niveau d'espaces d'attente en bois sous le niveau des rues. Ils sont entourés de bancs en bois enfoncés dans le sol. Les extrémités bombées des murs des buvettes et des arbres accompagnent la qualité acoustique et assurent une qualité de séjour.



FIGURE 36 Les bosquets et les jeux d'eau conduisent les piétons au travers des nœuds de circulation. Ils apportent un contraste acoustique et visuel dans des espaces urbains réputés gris et mornes. Avec ces éléments d'aménagement, les espaces urbains alentours sont également reliés au carrefour.



Parc urbain – Paysage des sols et des toits

Les places lisses, de forme quadrangulaire, génèrent une forte réverbération, qui plus est quand elles sont enserrées par des bâtiments de grande hauteur. Même si la circulation est faible, les véhicules pénètrent l'acoustique de l'espace urbain et accaparent tout l'espace. Certes, la végétation et les matériaux de bâtiments influent sur les réflexions d'une surface dans l'espace proche mais ils ne peuvent pas faire obstacle au bruit des véhicules à de grandes distances.

Situation initiale La place en question est enserrée par des rangées de bâtiments hauts. Elle ne présente aucune attractivité pour des séjours prolongés. Il manque des voix ou des sons pouvant donner une identité à la place. Elle pourrait être utilisée comme une zone de jeux ou de loisirs par les enfants, les jeunes ou par les commerçants du coin, pendant leurs périodes de pause. La dimension et l'emplacement de la place peut aussi accueillir un marché ou d'autres usages du public. L'aménagement de la place a pour objectif d'articuler des petites zones d'écoute distinctes à l'intérieur d'un grand espace sonore. Ces zones individuelles doivent être attrayantes de manière à ce que les personnes séjournent plus longtemps. De plus, on ne doit pas perdre le caractère spécifique de la place.

Les sols urbains Le terrain plat de la place sera modulé dans sa hauteur de manière à faire apparaître des grandes surfaces de différents niveaux. Les surfaces, partiellement circonscrites, sont enfoncées jusqu'à 2 mètres de profondeur. Elles font offices de jardins et des terrains de jeux pour le Volley-ball, le Basket-Ball, etc. et sont accessibles par des escaliers et des rampes. La cavité, associée aux jeux d'eau, donne lieu à une plus haute présence sonore. Les espaces de loisirs sont situés jusqu'à 3 mètres au-dessus du niveau de la

rue. Ils sont aménagés sur un sol naturel partiellement recouvert de plantes. De cet endroit, la place entière peut être entendue. Les surfaces de la place situées au niveau la rue sont réalisées avec du gravier. La modulation du terrain crée les conditions acoustiques pour la perception de l'interconnexion des espaces sonores sur la place. **FIGURE 37**

Les façades L'aménagement sonore du terrain modelé est combiné aux interventions sur les façades. Pour la place examinée, les propriétés acoustiques de deux des quatre façades lisses environnantes sont changées. Sur ses pourtours, un support pour plantes grimpantes, débordant sur la place, est placé à hauteur de bâtiment. Ce jardin vertical améliore les propriétés de diffusion de la façade et produit une coupure sonore et visuelle par rapport à la rue. Une deuxième façade sera ultérieurement verdie à hauteur du bâtiment. La différenciation des propriétés acoustiques des façades en opposition fait que le son est réfléchi de manière asymétrique et engendre moins de réflexions multiples. **FIGURE 38**

La vue Le modelage du terrain et les jardins verticaux en façade font de la monotonie de la place un espace perceptible dans toute sa hauteur. De plus, cette expérience auditive est prolongée par l'aménagement des toits des bâtiments voisins. Ainsi, nous pouvons faire des toits végétalisés et accessibles, qui complètent les zones d'écoute publiques et élargissent le caractère de la place.

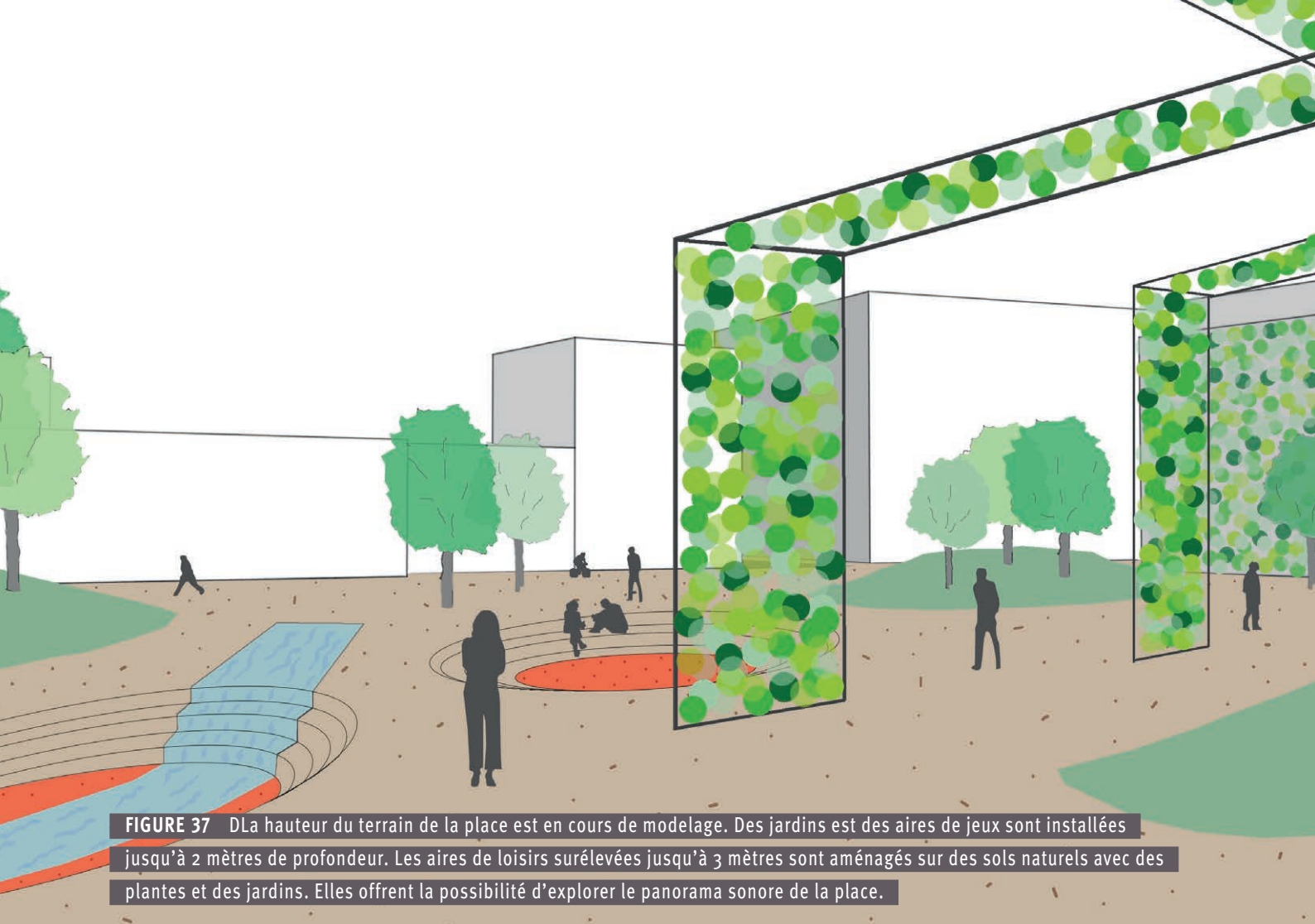


FIGURE 37 DLa hauteur du terrain de la place est en cours de modelage. Des jardins est des aires de jeux sont installées jusqu'à 2 mètres de profondeur. Les aires de loisirs surélevées jusqu'à 3 mètres sont aménagés sur des sols naturels avec des plantes et des jardins. Elles offrent la possibilité d'explorer le panorama sonore de la place.

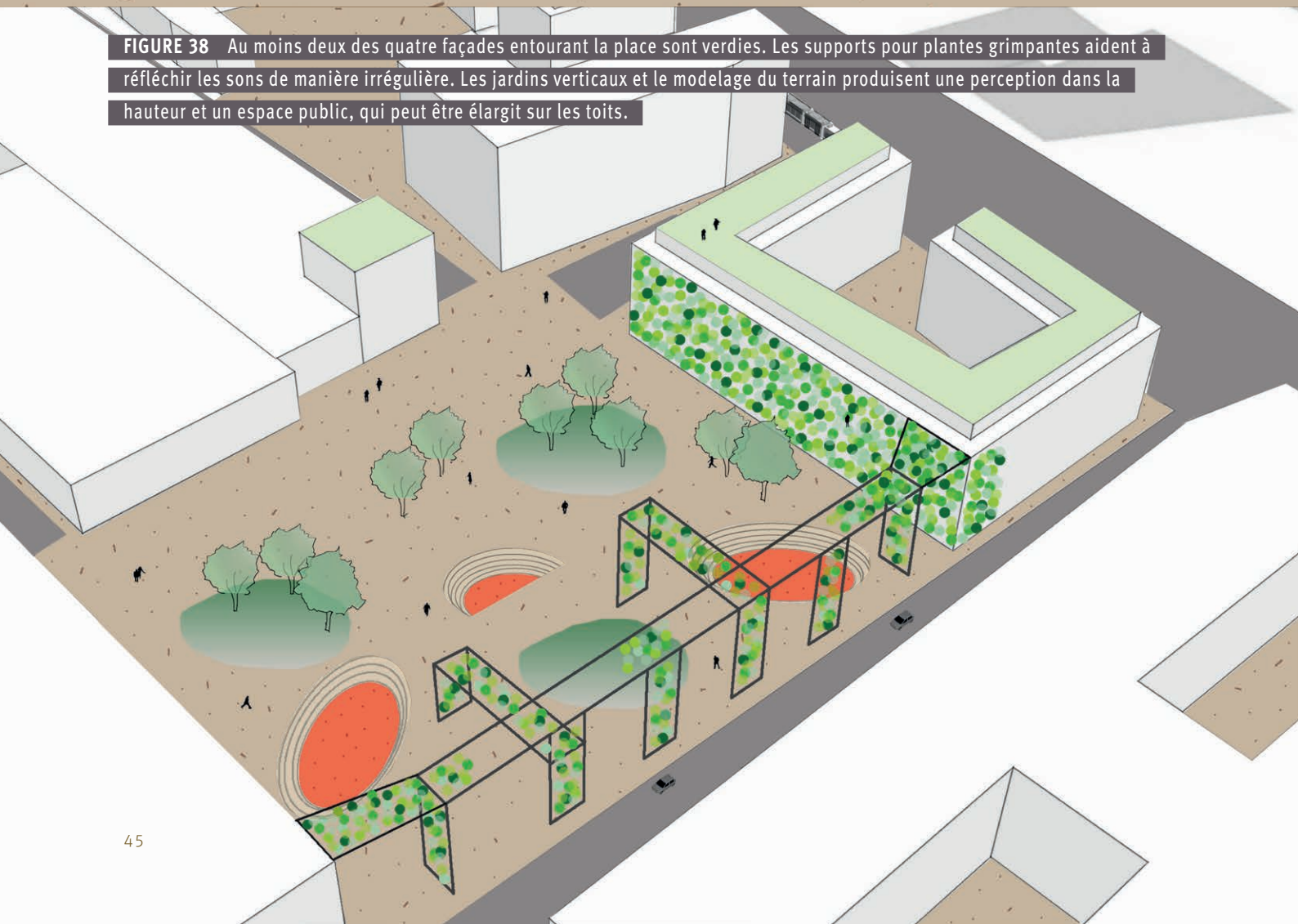


FIGURE 38 Au moins deux des quatre façades entourant la place sont verdies. Les supports pour plantes grimpantes aident à réfléchir les sons de manière irrégulière. Les jardins verticaux et le modelage du terrain produisent une perception dans la hauteur et un espace public, qui peut être élargit sur les toits.



Cour intérieure – Chemin et enveloppe

Les cours intérieures des espaces résidentiels sont plus silencieuses que l'environnement extérieur. L'intrusion de sons du dehors est ressentie comme une gêne. Les façades enveloppant une cour réalisent un espace sonore, amplifiant chaque son produit dans la cour. Une cour intérieure n'est ni un endroit approprié pour échanger des secrets ni un endroit opportun pour aménager des places de parking.

Situation initiale La cour intérieure examinée n'est pas complètement enserrée par des bâtiments. Les sons du dehors se reflètent à l'intérieur de la cour. Les sons provenant de la cour et des balcons vont stimuler mutuellement les façades proches. Les faces inférieures des balcons et des sols produisent un chemin de réflexion des ondes acoustiques et propulsent le bruit par-dessus les façades dans un va-et-vient. L'objectif de l'aménagement sonore est de créer un point de rencontre pour les habitants, de faire en sorte qu'ils puissent par exemple lire un livre ou que les enfants puissent jouer sans surveillance. Ce lieu de refuge ne doit pas pour autant être complètement isolé de la ville.

Les sols et les chemins piétons La surface de la cour intérieure est aménagée sur un sol naturel. Elle présente un terrain légèrement dénivelé dont la hauteur ne dépasse pas les hanches. Les surfaces sont divisées entre les aires de jeux et les espaces verts. Le sol naturel est utilisé quasiment partout jusqu'aux façades.

Les chemins piétons et les zones de séjour sont réalisés à partir de revêtements de graviers, rigides ou non. Les bâtiments disposés le long des passages menant à la cour sont légèrement désaxés par rapport à ces derniers. Les chemins courbés menant à la cour se rejoignent en son milieu. Une zone de séjour est créée à cet end-

roit, qui avec des bancs, des tables, un barbecue partagé et des petites fontaines, présente un caractère public. Les habitants participent volontiers à l'aménagement des cours intérieures. Des terrasses et des balcons à usage privatif sont situés le long des façades. Le restaurant situé au rez-de-chaussée propose un café en terrasse aux visiteurs. **FIGURE 39**

Les façades Les façades frontales des passages sont végétalisées à hauteur des bâtiments. Dans un environnement bruyant, le niveau sonore n'est pas suffisamment réduit. C'est pourquoi des éléments d'aménagement sont placés dans le passage. Cela interrompt les ondes de réflexion et diffuse le son.

Les façades de la cour intérieure du rez-de-chaussée, sont, si possible, composées de multiples matériaux et segmentées. Les constructions en acier et en bois rendent possible une multitude d'aménagements. Des éléments de design végétalisés verticaux sont utilisés pour structurer en hauteur les façades constituées de matériaux durs. Ils sont étirés le long des balcons de manière à créer un espace sonore de proximité pour les personnes assises sur le balcon. De plus, les éléments à hauteur des bâtiments font varier les propriétés de diffusion de l'ensemble de la façade. Les variations dépendent aussi de la profondeur des balcons, de la forme trapézoïdale des surfaces au sol et de la présence ou non de pare-soleil. **FIGURE 40**

Autres actions Les systèmes de ventilation et les places de parking sont déplacés. Les usages bruyants et mécaniques sont régulés dans le temps et évités dans la mesure du possible.



FIGURE 39 Ce terrain situé à l'intérieur de la cour est aménagé avec un sol naturel et légèrement dénivélé. Les chemins sinueux, et à l'écart des bâtiments, sont conçues à partir de graviers et se rejoignent au centre de la cour. Cet endroit sert de zone commune de séjour. Un restaurant propose une petite terrasse aux visiteurs du rez-de-chaussée.

FIGURE 40 La cour intérieure comporte trois voies accès qui maintiennent le contact avec la ville. Les façades sont végétalisées au niveau des voies d'accès sur tout un pan de mur. Les façades de la cour sont structurées avec des éléments de design verticaux végétalisés placés le long des balcons. Ceux-ci modifient les propriétés acoustiques du mur et font varier la réflexion des ondes sonores entre les bâtiments.





Aménagement des espaces libres et des espaces verts – Eloge de la lenteur

Au bord des routes très fréquentées, traversant des zones bâties, le bruit pénètre à l'intérieur des espaces résidentiels. Longeant les sols et les façades, il se propage au moins jusqu'à la troisième parcelle de bâtiments. Les personnes situées dans des zones d'habitation où il y a peu de voix humaines ou de sons définissant un premier plan acoustique sont désavantagées. Elles sont exposées à la monotonie du bruit de la rue.

Situation initiale L'espace résidentiel étudié se situe dans une rue massivement fréquentée. Les ensembles de logement, témoignant de différentes phases de construction, sont isolés des vieilles fermes et des bâtiments historiques existants. Il n'est pas souhaitable de faire des grosses interventions sur les sites construits. Le réaménagement sonore a pour enjeu d'améliorer la qualité de vie résidentielle. Par rapport à l'espace routier, l'espace résidentiel doit rester ouvert et perméable pour que les piétons et les cyclistes puissent rejoindre le domaine public.

A l'intérieur des espaces résidentiels Des points de rencontre sont aménagés à des endroits choisis. Ce sont des bâtiments publics, des parkings et des bâtiments importants qui présentent un caractère public. Les surfaces autorisent une liberté de circulation et une partie de l'espace public est consacrée au réseau fluvial et aux pistes cyclables. Elles offrent des possibilités d'assise pour des courtes ou des longues haltes. Les sols ne sont pas recouverts d'asphalte et se distinguent du terrain environnant. Ces zones de séjour forment des points d'orientation sonore à l'intérieur des espaces résidentiels. Elles accompagnent l'acoustique par le biais des courants d'eau et du bruit du vent dans les grands arbres. **FIGURE 41**

Le terrain, dont la hauteur est en cours de modelage, présente des différences de niveau d'au moins 2 mètres. Aménagé à partir de matériaux mous et d'un sol naturel, il est utilisé par les habitants comme des espaces de loisirs ou de jardinage. Les espaces libres sont connectés à des réseaux fluviaux ou cyclables car les utilisateurs des espaces résidentiels créent de l'animation et ne causent presque pas de bruit.

A l'intérieur des espaces résidentiels, les façades des bâtiments sont diversement aménagées. Les façades et le terrain font varier de différentes façons la réflexion des ondes acoustiques et empêchent, se faisant, la reproduction d'un modèle acoustique homogène.

Au bord des espaces résidentiels Les bordures des espaces résidentiels sont aménagées de manière transparente. Les ouvertures qui amènent les piétons et les cyclistes à l'intérieur des espaces résidentiels sont végétalisés et aménagés avec des supports pour plantes grimpantes de différentes tailles, en bois et en acier. Les riverains ne sont pas astreints à l'entretien de ces jardins verticaux. L'aménagement produit une légère coupure sonore et maintient cependant l'enveloppe visuelle à l'intérieur de l'espace résidentiel. Il établit une transition fluide entre la rue et l'intérieur de l'espace résidentiel. A proximité de la rue, les supports pour plantes grimpantes sont plus étanches et plus hauts et leur nombre plus important. Dans les rues bruyantes, les vitres sont décalées les unes par rapports aux autres. Ce décalage axial combiné avec les jardins crée une séparation acoustique nécessaire. **FIGURE 42**

Autres actions L'entretien avec des machines et les usages bruyants sont diminués et si possible à proscrire.



FIGURE 41 À l'intérieur des espaces résidentiels, et à proximité des logements, on trouve des points de rencontre relevant du domaine public. Ils sont soustraits à la circulation automobile et reliés à des réseaux fluviaux et cyclistes publics. Les sols des zones de séjour se distinguent des sols des espaces libres alentours, qui sont en cours de modelage.

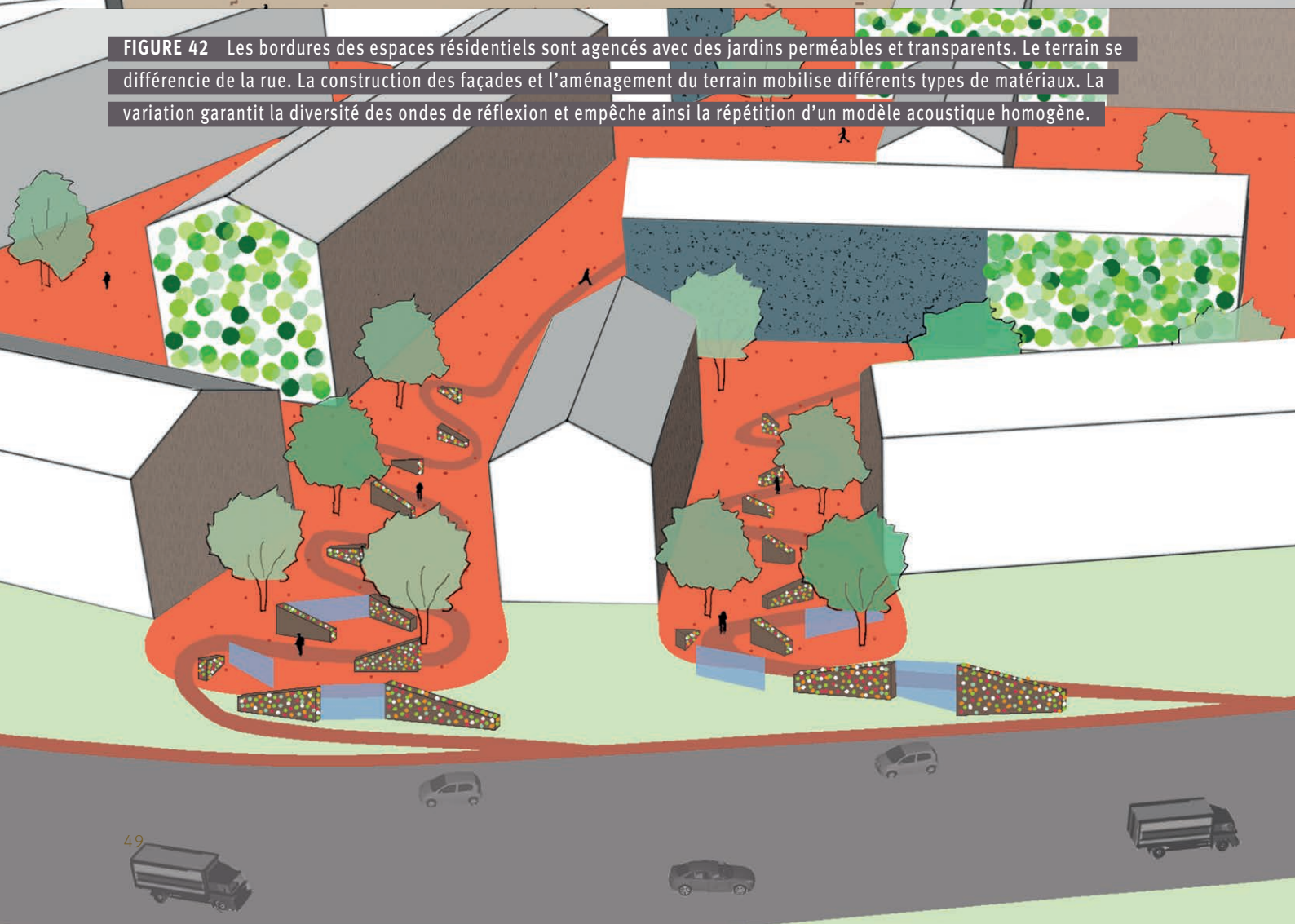


FIGURE 42 Les bordures des espaces résidentiels sont agencés avec des jardins perméables et transparents. Le terrain se différencie de la rue. La construction des façades et l'aménagement du terrain mobilise différents types de matériaux. La variation garantit la diversité des ondes de réflexion et empêche ainsi la répétition d'un modèle acoustique homogène.

Remarques sur les notions utilisées

Les matériaux de bâtiment ne sont jamais neutres acoustiquement. Leurs **propriétés acoustiques** sont basées sur la composition de leur structure comme la densité, la taille, l'agencement dans l'espace et la texture. Avec l'aide de **l'acoustique**, les **effets sonores** comme la réflexion, l'absorption, et la diffusion forment un champ interdisciplinaire constitué de la physique, de la science des matériaux et d'autres disciplines. La perception sonore au même titre que la signification de la santé ou du bien-être sont des thèmes relevant de **la psycho-acoustique** ou de **la recherche sur les effets du bruit**.

Depuis le XIXe siècle, des musiciens, des artistes et des chercheurs ont, en parallèle, commencé à explorer **l'environnement sonore**. Il s'est agi surtout de constituer tout un éventail d'approches pour mieux cerner les notions de **paysage sonore**, **d'écologie sonore** et de **milieu sonore**, de découvrir la signification des sons et décrire leurs relations sociales.

A partir des considérations acoustiques sur les effets sonores des espaces résidentiels urbains, nous pouvons établir deux principes: Premièrement, **la réflexion**, soit la répercussion du son contre les surfaces et sa diffusion dans les espaces environnants; et deuxièmement **la résonance**, soit l'excitation et le renforcement du son dans tous les matériaux impliqués et dans l'ensemble du volume d'air des espaces environnants. Les chemins de réflexion des ondes acoustiques sont décrits avec **une approche géométrique**. La résonance avec des **modèles énergétiques**. Ces deux modèles d'explication ne se chevauchent pas facilement et mènent à des solutions différentes.

Les matériaux de construction participent activement à l'environnement sonore. Même s'ils ne sonnent pas du tout en soi, ils se comportent comme des **acteurs acous-**

tiques, qui **articulent** le son en fonction de la propriété des matériaux. Pour atteindre notre objectif, nous pouvons inclure ce rôle actif du matériau dans **la conception et l'aménagement sonore** des espaces urbains et résidentiels. Lorsque nous utilisons les matériaux de construction, que nous les modifions ou que nous les éloignons, il importe d'explorer les opportunités acoustiques que cela implique.

L'écoute répétée est la méthode de premier choix quand il s'agit d'une **situation sonore**. Elle sous-entend l'écoute d'un espace à partir d'une position donnée pour l'appréhender et l'évaluer. L'évaluation de la **qualité acoustique** d'un espace urbain et la description des **critères de jugement** ne repose évidemment pas sur le point de vue d'une seule personne. Elle s'effectue dans le cadre **d'une promenade** en commun dans un groupe pluridisciplinaire.

Avec un peu d'effort, le **résultat du savoir-faire** présenté dans ce guide de travail peut s'appliquer à chaque environnement. A partir de cette approche globale, nous pouvons parvenir à des changements perceptibles des espaces urbains et résidentiels et créer les conditions nécessaires pour un **espace sonore** cohérent et différencié. Cette approche de la conception et de l'aménagement de la **ville sonore** est nommée **«aménagement de l'espace sonore»** par les auteurs. Cette écoute humaine se prête parfaitement à des disciplines comme l'architecture, l'urbanisme, l'architecture du paysage, la gestion du trafic pour enrichir **l'expérience sonore** et pour développer en amont une **culture sonore du bâtiment**, sur le long terme.

Justification du choix des terrains

Les endroits qui suivent sont utilisés comme des exemples dans le guide de travail, pour illustrer les principes. Il s'agit d'espaces sonores exemplaires, qui à l'intérieur d'un contexte urbain, présentent des qualités sonores spécifiques. On ne peut pas démontrer la qualité acoustique ni l'inférer à partir d'une photo. Il est plutôt recommandé au visiteur d'aller directement à l'endroit pour ressentir la qualité acoustique.

- Schanzengraben Zürich **Exemple 1**
- Museumpark Rotterdam **Exemple 2**
- ZKM Karlsruhe **Exemple 3**
- Sjövikstorget Stockholm **Exemple 4**
- Idaplatz Zürich **Exemple 5**
- Elisabethenanlage Basel **Exemple 6**
- Benthemplein Rotterdam **Exemple 7**
- Bullingerplatz Zürich **Exemple 8**
- Oleanderplein Rotterdam **Exemple 9**
- Pfingstweidstrasse Zürich **Exemple 10**
- Limmatplatz Zürich **Exemple 11**
- Vauban Freiburg im Breisgau **Exemple 12**
- Klein Grachtje Maastricht **Exemple 13**
- Akerselva Oslo **Exemple 14**
- Sägereistrasse Opfikon **Exemple 15**
- Kirchgasse Zürich **Exemple 16**
- Sheaf Square Sheffield **Exemple 17**
- MFO-Park Zürich **Exemple 18**
- Hotel Greulich Zürich **Exemple 19**
- Dakpark Rotterdam **Exemple 20**
- Grundklang Bonn von Sam Auinger **Exemple 21**
- Wipkingerpark Zürich **Exemple 22**
- Ampèresteg Zürich **Exemple 23**
- Luchtsingel Rotterdam **Exemple 24**
- Donnerbogen mit Flüsterkuppeln, Hamburg, von Andres Bosshard **Exemple 25**
- Oxford Circus London **Exemple 26**
- Leuengasse Zürich **Exemple 27**

- Weltquartier Hamburg **Exemple 28**
- Feldstrasse Zürich **Exemple 29**
- Opernhaus Oslo **Exemple 30**

Le guide de travail est le résultat d'une coopération entre urbanistes, artistes sonores et représentants des organismes spécialisés dans la protection contre le bruit à Zürich et à Bâle. C'est la raison pour laquelle beaucoup d'exemples proviennent de ces villes. Les cas étrangers présentent, d'une façon ou d'une autre, des similitudes avec les exemples pris en Suisses. L'expérience sonore des auteurs se base sur des projets, en Suisse et à l'étranger. Ce faisant, le son d'une ville toute entière ou d'un endroit unique peut en général être décrit et jugé s'il est comparé au préalable avec d'autres espaces urbains et résidentiels. Un résultat de ce projet se manifeste dans l'observation d'une urbanité globale sur le terrain. Ce qui veut dire que la mondialisation est partout audible.

Le dénominateur commun de tous ces exemples est de découper un bout d'environnement résidentiel et de le replacer dans la ville mobile de tous les jours. Les cas étudiés se distinguent par les bruits spécifiques et les effets sonores que nous y découvrons, détachés un instant de la vie quotidienne, et par l'exceptionnelle richesse sonore que l'on peut y éprouver. Ce sont des endroits où se dégagent les caractéristiques spécifiques et les qualités de la ville, tout ce qui la rend audible. Les exemples montrent surtout comment l'espace architectural, les espaces libres et les actions d'aménagement urbain contribuent de manière déterminante à l'acoustique d'un espace public. Ils donnent des précieuses indications sur la manière dont nous pouvons nous extraire du tintamarre urbain des espaces urbains et résidentiels et produire une plus haute qualité acoustique.

Références bibliographiques

Les auteurs ci-dessous donnent un aperçu de la recherche en acoustique et de la recherche sur l'environnement sonore. La lecture de ces publications est appropriée pour réaliser d'autres études et projets concrets visant à comprendre le rapport entre le son et l'acoustique au niveau micro (celui des matériaux des surfaces), au niveau de l'espace audible humain et dans le cadre de la ville.

Augoyard, J., Torgue, H. (2005). **Sonic Experience. A Guide to Everyday Sounds.** Montreal: McGill Queen's University Press.

Blessner, B., Salter, L.R. (2007). **Spaces Speak, Are You Listening? Experiencing Aural Architecture.** Cambridge: MIT Press.

Gandy, M., Nilsen, B.J. (eds.) (2014). **The Acoustic City.** Berlin: Jovis.

Kang, J. (2007). **Urban Sound Environment.** London: Taylor & Francis.

Pierce, J.R. (1999). **Klang. Musik mit den Ohren der Physik.** Heidelberg: Spektrum.

Thompson, E. (2004). **The Soundscape of Modernity. Architectural Acoustics and the Culture of Listening in America, 1930–1933.** Cambridge: MIT Press.

Truax, B. (1999). **Handbook for Acoustic Ecology.** CD-ROM edition, originally published by the World Soundscape Project, Simon Fraser University, and ARC Publications, 1978. Cambridge Street Publishing.

Les rapports ci-dessous montrent des études de cas approfondis sur la Suisse. Ils démontrent comment sonnent différents endroits à l'intérieur et à l'extérieur de la ville, comment ils sont perçus et comment des mesures urbaines, architecturales, d'aménagement des espaces libres, peuvent aboutir à de nouvelles réalités acoustiques.

Bosshard, A. (2009). **Stadt hören. Klangspaziergänge durch Zürich.** Zürich: NZZ Libro.

Maag, T., Kocan, T., & Bosshard, A. (2015). **Vom Lärmschutz zur hörenswerten Stadt. Fallbeispiele zur Entwicklung der akustischen Raumqualitäten in der Stadt Basel.** Chancen im Lärm 4. Amt für Umwelt und Energie Kanton Basel-Stadt.

Maag, T., & Bosshard, A. (2013). **Frag die Fledermaus. Fünf Werkzeugkästen zur Klangraumgestaltung.** Chancen im Lärm 3. Im Auftrag der Fachstelle Lärmschutz Kanton Zürich.

Maag, T., & Bosshard, A. (2012). **Fünf Fallbeispiele im urbanen Raum des Kantons Zürich.** Chancen im Lärm 2. Im Auftrag der Fachstelle Lärmschutz Kanton Zürich.

Maag, T., & Bosshard, A. (2012). **Mit offenen Ohren durchs Mittelland: Fallbeispiele im Nebeneinander urbaner Stimmen.** Chancen im Lärm 1. Im Auftrag des Bundesamts für Umwelt.

Sturm, U., Bürgin, M. (Hrsg.) (2016). **Stadtklang. Wege zu einer hörenswerten Stadt. Perspektiven.** Luzern: HSLU. Kompetenzzentrum Typologie & Planung in Architektur (CCTP).

Mentions légales

Equipe éditoriale et contacts

Thomas Gastberger

Baudirektion Kanton Zürich
Tiefbauamt, Fachstelle Lärmschutz
8090 Zürich
www.laerm.zh.ch

Stefanie Rüttener-Ott

Gesundheits- und Umweltdepartement Stadt Zürich
Umwelt- und Gesundheitsschutz
Fachbereich Lärmschutz
8021 Zürich
www.stadt-zuerich.ch/laerm

Harald Hikel, Regina Bucher

Departement für Wirtschaft, Soziales und
Umwelt Kanton Basel-Stadt
Abteilung Lärmschutz
4019 Basel
www.aue.bs.ch/laerm

Cette publication est disponible auprès des éditeurs.

Basel et Zürich, Juillet 2016

Plus d'informations sur le thème:

www.paysagesonores.ch
www.bruit.ch

Pour une meilleure lisibilité, nous avons privilégié la forme masculine dans ce rapport. Bien entendu, la forme féminine n'est pas exclue. Le souhait des auteurs est que tous les lecteurs et lectrices se sentent impliqués.

Auteurs et équipe de recherche

Trond Maag se présente comme un urbaniste traitant de la question de la qualité et du développement des espaces urbains. Il a étudié les sciences de l'ingénieur à Zürich et l'aménagement urbain à Oslo. Son travail autour de la thématique de l'urbanité et de la ville sonore fut remarqué par l'agence environnementale européenne en 2013.

Tamara Kocan est une urbaniste qui se saisit de la qualité des espaces publics. Elle a réalisé une formation dans le domaine de l'urbanisme durable à Lausanne au cours duquel elle a mené un travail sur les processus participatifs d'aménagement des espaces publics. Elle milite pour une démarche participative dans la fabrication de la ville au sein du service d'urbanisme de Zürich et participe à différents projets à Londres.

Andres Bosshard fait de la scène depuis 1976 comme musicien et artiste sonore. Il a joué dans des festivals en Europe, en Amérique, au Japon, en Inde et fut le directeur artistique de la tour sonore (Klangturm) de l'expo.02 à Bienne. Il travaille avec des concepteurs d'espaces libres et des architectes et enseigne à la Haute Ecole d'art de Zürich. Pour Aarhus, la capitale européenne de la culture en 2017, il réalise l'architecture sonore «SonicArk».

Relectrice: Sabine von Fischer, Agentur für Architektur, Zürich

Traduction: Adrien Defrance

© 2016 www.urbanidentity.info

Matériaux de construction

Pour la représentation graphique des matériaux de construction et l'organisation des éléments, les couleurs suivantes sont utilisées:

	Revêtements de sols pour le séjour, la rencontre et la lenteur
	
	Revêtements de sols pour la circulation, le mouvement et la vitesse
	Façades en bois et éléments de conception en bois
	Murs en maçonnerie et éléments de conception en pierre
	Bâtiments et éléments de conception en verre et en acier
	Façades végétalisées et éléments paysagers
	Gestion des eaux en surface et plans d'eau
	Revêtements de sols épais et structurés
	Revêtements de sols ouverts / poreux et sols naturels

