



HAL
open science

La conception sonore des espaces habités : une démarche exploratoire avant expérimentation

Olivier Balaÿ, Jean-Pierre Odion, Bruno De Lescure, Dominique Noël, Cécile Regnault

► To cite this version:

Olivier Balaÿ, Jean-Pierre Odion, Bruno De Lescure, Dominique Noël, Cécile Regnault. La conception sonore des espaces habités : une démarche exploratoire avant expérimentation. [Rapport de recherche] 27, CRESSON. 1994, 2 vol. (48, 114p.). hal-01373797

HAL Id: hal-01373797

<https://hal.science/hal-01373797>

Submitted on 18 Sep 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CRESSON

centre de recherche sur l'espace sonore et l'environnement urbain

Olivier BALAY

avec

Jean-Pierre ODION
Bruno de LESCURE
Cécile REGNAULT
Dominique NOEL

La conception sonore des espaces habités

Une démarche exploratoire avant expérimentation

décembre 1994

recherche financée par la
sous-direction Economie et Technique de la Construction (M.E.L.T.E.)

LA CONCEPTION SONORE DES ESPACES HABITES

UNE DEMARCHE EXPLORATOIRE AVANT EXPERIMENTATION

TOME 1

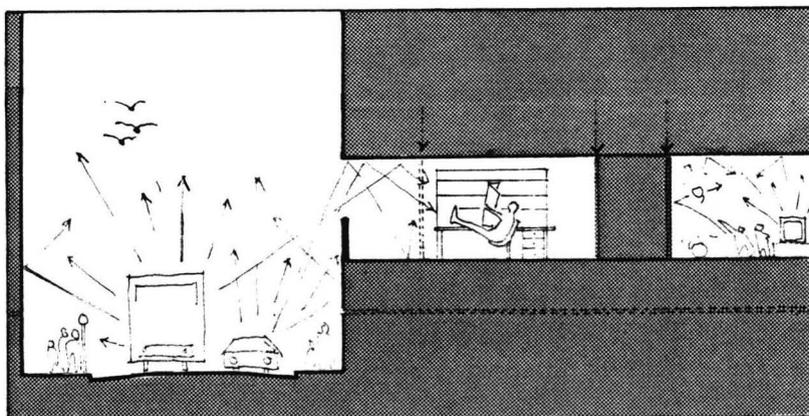
par

Olivier BALAY

avec

*Jean-Pierre ODION
Bruno De LESCURE
Cécile REGNAULT
et Dominique NOEL*

Décembre 1994



Recherche financée par la Sous-direction Economie
et Technique de la Construction (M.E.L.T.E.)
&
le Conseil Régional Rhône-Alpes
(Action d'Aide à l'Investissement 1993)

CENTRE DE RECHERCHE SUR L'ESPACE SONORE
ET L'ENVIRONNEMENT URBAIN

CNRS UNITE DE RECHERCHE ASSOCIEE 1268 - EQUIPE DE RECHERCHE ARCHITECTURALE

**LA CONCEPTION SONORE DES ESPACES HABITES :
UNE DEMARCHE EXPLORATOIRE AVANT EXPERIMENTATION**

SOMMAIRE DU TOME 1

RESUME	2
INTRODUCTION	4
CHAPITRE 1 : A LA RECONQUETE DU SONORE DANS L'ENVIRONNEMENT DU LOGEMENT	12
1.0. L'ESPACE INTERMEDIAIRE SONNE	12
1.1. LES PAVES ONT DES OREILLES...	13
1.2. ACCES A IMPEDANCE VARIABLE	16
1.3. LA COURSIVE EN SILENCE	19
1.4. "BOITES SONORES" SUR COUR	22
1.5. MODERATO HABITABLE	24
1.6. UNE PIECE SONORE URBAINE RURALISEE	26
1.7. LA TERRASSE IMPERIALE	28
CHAPITRE 2 : VERS UNE MODULATION DE L'ECOUTE DANS LE LOGEMENT	30
2.0. LA MODULATION SONORE COMME EXERCICE DE COMPOSITION SPATIALE	30
2.1. ISOLEMENT ACOUSTIQUE FACULTATIF ENTRE LES DIFFERENTES PIECES DE L'HABITAT	32
2.2. CONCEPTION SPATIALE ET TEMPORALITES SONORES SYNCHRONES	41
2.3. CONFORTEMENT SONORE DE L'HABITABILITE DU LOGEMENT : L'ESPACE DE RESERVE	44
CONCLUSION	46
BIBLIOGRAPHIE	

Illustrations de Bruno de Lescure

RESUME

Même s'il se place dans une perspective de conception, ce travail n'est pas un travail de concepteur. Nous décrivons et tentons de valoriser des espaces et des expériences sonores potentielles dans l'habitat urbain d'aujourd'hui, dans la croyance que la ville peut être le terrain d'un sort sonore meilleur alors que, paradoxalement, elle semble si repoussante par son bruit.

Cette prospective part de documents graphiques - plans, photos ou projets de réalisations. Partant de ce support, on tente de décrire des scénarios d'usage. Des indications acoustiques jalonnent cette description. Au final, chaque étude de cas donne au concepteur le moyen d'évaluer le dispositif sonore décrit, tant au niveau de sa faisabilité acoustique que de ses potentialités d'usage.

Pour plus de commodités et permettre de croiser facilement les informations à la lecture, ce travail est présenté en deux Tomes. Le **Tome 1** constitue l'ouvrage de synthèse de la recherche. Le premier chapitre fait état de la qualité sonore qu'on peut attribuer aux espaces qui environnent le logement du fait de l'organisation des masses, de l'orientation des pièces et de l'usage qu'on peut faire des terrasses. Il décrit des principes capables d'assurer, par exemple, l'écoute de plans sonores différenciés depuis le logement ou l'existence de réserves de calme dans la ville.

Un second chapitre décrit des dispositifs qui permettent à l'habitant de régler et de maîtriser, à sa guise, le niveau d'écoute dans son logement, en fonction du gain en isolement acoustique potentiel, de la simultanéité de plusieurs activités sonores domestiques ou du besoin de repli sur soi.

Dans le **Tome 2**, on trouve les scénarios sonores envisagés pour chacun des dispositifs retenus et l'étude de faisabilité acoustique qui l'accompagne. Sur la présentation de l'ensemble de cette recherche, il faut être très clair : on n'a pas cherché à dresser pour chaque cas étudié une liste exhaustive des usages possibles. Ceux-ci sont forcément multiples. Pour nous, chaque projet, chaque dessin est l'occasion de suggérer des comportements sonores ou des modalités de vie qui offrent une représentation possible de l'univers sonore du logement. Partant des plans d'architectes, en en modifiant même les agencements pour la clarté de l'exposé, on imagine à la fois des usages et un contexte acoustique qui leur est favorable. Ceci aboutit à la réalisation d'une succession de "tableaux". Chacun d'eux fait état de conduites ou d'opinions qui sont des thèmes de développement possibles pour l'aménagement sonore.

On ne cherche donc pas à décrire la réalité en tant que telle, même si l'analyse n'est jamais totalement déconnectée du réel. On vise plutôt à décrire des tendances, des thèmes pour l'aménagement sonore de l'habitat et de ses abords, tendances qui pourront parfois sembler "minuscules" mais qui ouvrent vers de nouvelles conceptions possibles. A terme, cette démarche devrait être capable de modifier ou d'infléchir les catégories actuelles de la conception du logement.

LA CONCEPTION SONORE DES ESPACES HABITES : UNE DEMARCHE EXPLORATOIRE AVANT EXPERIMENTATION

INTRODUCTION

Aujourd'hui, on dit que la ville est bruyante et que l'aménageur ne sait pas organiser l'espace pour apporter un sentiment de confort sonore aux citoyens.

Face aux bruits urbains, deux attitudes pour le projet d'habitat sont possibles. La première, qui est la plus répandue, consiste à isoler le logement et les pièces du logement entre elles afin de ramener l'impact du bruit à un niveau que la normalisation ou le label "confort acoustique" jugent acceptables. La seconde, qui est celle que nous retenons dans cette recherche, s'interroge sur les usages sonores des habitants pour promouvoir des dispositifs spatiaux adaptés aux modes de vie, aux contextes sonores locaux et aux projets urbains.

1/ De quelle conception sonore parle-t-on ?

Nos précédentes recherches sur le logement (1) ont montré que l'aménagement de l'écoute dans le passé passe par des dispositifs qui sont loin de se réduire à l'imposition du silence et à l'isolation.

Ce constat contribue à remettre en cause le modèle d'explication et d'analyse que l'on présente couramment dès que l'on parle du comportement humain devant les sons, modèle d'explication qui conforte l'idée que le son est essentiellement quelque chose de subi, alors qu'il s'inscrit aussi dans des "systèmes d'utilité" (2) et de confort (3) pour l'individu, y compris le temps libre et a priori inactif, où les flux sonores divers - de vie, d'énergie et d'éléments - sont réglés pour le plus grand bien de tous.

Ne nous laissons donc pas aveugler par les schémas mentaux de notre époque. Tous les bruits ne sont pas nuisants, tous les bruits ne sont pas condamnables. Se défendre du bruit, refuser de l'entendre, le censurer systématiquement, dénier toute émotion sonore émanant de la ville et de l'espace domestique, ne sont que des habitudes circonstancielles momentanées.

Derrière l'individu qui revendique son droit au calme, il y a en effet l'homme de l'expérience sonore ordinaire. Comme le définit Jean-François Augoyard (1978), celui-ci n'est l'objet ni d'un discours sur la matière musicale ni d'un propos sur les effets nocifs du bruit. Cet homme là reste frappé par les sonorités qui le bousculent dans la rue, par les bruits de ses semblables qui "marquent fortement" son habitation. Il est sensible aux "petits bruits qui accompagnent et parfois embrayent ses communications verbales". Pour lui, "un nombre important de conduites sonores individuelles ou collectives produisent du sens et du symbole". Enfin, il se sent traversé parfois par "l'envie de faire du bruit". Il trouve dans certains endroits des signes sonores qui le stimulent, des sons qui le charment.

-
- 1) BALAÏ (Olivier) *Discours sur l'aménagement de l'environnement sonore urbain au XIXème siècle*, Thèse de doctorat "Nouveau Régime", Institut d'Urbanisme de Grenoble, Grenoble, 1992, tomes 1, 2 et 3.
 - 2) FOUCAULT (Michel) *La volonté de savoir (l'hypothèse répressive)*, Gallimard, Paris, 1967.
 - 3) Selon la définition du confort que donne Michel MARIE dans : GOUBERT (Jean-Pierre et alii) *Du luxe au confort*, Belin, Paris, 1988, p. 11.

L'idée d'une conception sonore de l'habitat dans la cité, nous l'avons pour notre part creusée depuis 1979, dans la conviction que le recours justifié aux connaissances acoustiques et au domaine des sciences humaines pour construire ou réhabiliter la ville devait un jour aborder la question de l'aménagement sonore ordinaire. Nos travaux sur "La dimension sonore des quartiers" (1985) et sur "Les moyens de la technique et de la représentation sonore pour aider à la conception de l'habitat collectif" (4) (1986, 1987) voulaient contribuer à nuancer cette fausse évidence que l'on retrouve dans le discours acoustique actuel, à savoir que l'ouïe ne peut être à l'aise que dans un milieu isolé du bruit social et culturel. Une démarche globale de qualité acoustique doit permettre à la fois l'appropriation sonore des espaces généralement utilisés par l'habitant quand il est chez lui et la possibilité d'équilibrer ou de choisir son écoute en fonction des différentes sources de bruit extérieures et intérieures (5). Comment peut-on réorienter l'activité du projet architectural et du projet d'urbanisme à partir de cette conceptualisation renouvelée de l'interaction entre l'homme et son environnement sonore ?

2/ Hypothèses.

Pour nous, intégrer la dimension sonore dans le projet d'habitat peut être considéré comme la résultante des intentions sonores de l'architecte et des pratiques sonores de l'usager.

Première hypothèse : l'espace architecturé contraint l'habitant, lui impose des modèles et des normes, mais la distribution et la partition spatiale lui permettent de disposer d'un potentiel de gestion et de mise en circulation des flux sonores dans le logement. Peut-on faire état de quelques principes d'aménagement qui confortent les pratiques de la modulation sonore ?

L'usage de la modulation sonore semble traverser toute l'histoire de notre société occidentale. Prenons l'exemple de la demeure bourgeoise au XIX^{ème} siècle (6) pour éclaircir notre propos. Le bourgeois à table ne veut pas être dérangé par les bruits de la cuisine. Aussi, entre cette dernière et la salle à manger, il aménage un espace de "résistance phonique" : l'office. Celui-ci évite le contact sonore immédiat entre les domestiques et la famille attablée.

Pour rendre moins bruyant le service à table, il utilise plutôt des boiseries, des cuirs, des étoffes aux murs, et pose sur le sol un tapis épais amortissant le pas des domestiques.

Entre la chambre et les autres pièces de son habitat, il aménage un espace "tampon", c'est à dire un espace à double porte qu'on traverse en se rendant dans la chambre. Il peut laisser fermées les portes, et alors l'intimité vis-à-vis de la maison est préservée.

-
- 4) BALAY (O.) *Les formes sonores dans l'habitat : réalités, mémoire, évocation*. DEA Urbanisme, CRESSON IUG, Grenoble 1985. *La proxémie acoustique dans l'habitat*, CRESSON Plan Construction, Grenoble 1986. *La dimension sonore d'un quartier*, CRESSON Plan Construction, Grenoble 1985. Avec la collaboration de Grégoire CHELKOFF *Proxémies sonores comparées* CRESSON Plan Construction, Grenoble, 1987.
 - 5) BALAY (O.) *Pour un équilibre des échanges sonores*, Revue Urbanisme n° 206, mars 1985, p. 76-77.
 - 6) BALAY (O.) *Discours et savoir-faire sur l'aménagement de l'environnement sonore urbain au XIX^{ème} siècle*. Thèse de Doctorat "Nouveau Régime", Institut d'Urbanisme de Grenoble, Grenoble, 1992, tomes 1, 2 et 3, 329 p.

Il peut les laisser ouvertes ou entrouvertes, et alors :

- il peut écouter sans être vu (c'est une forme de relation perceptive aux bruits de la maison très prisée au XIX^{ème} siècle) ;
- il peut donner à entendre les conversations, le jeu musical ou toute autre activité qui se passe dans la chambre, à l'étranger situé dans la couloir. Il marque là le territoire domestique au-delà de la limite de la chambre pour donner à l'étranger la possibilité soit de s'échapper, soit de se signaler avant d'accéder directement à la chambre.

Ce sont là, parmi d'autres, des exemples qui montrent comment, au XIX^{ème} siècle, du point de vue de l'espace et du temps domestique, on règle les flux sonores pour le bien-être et le confort de la société de l'époque.

Or, c'est précisément vers l'usage qu'on peut faire aujourd'hui de ce genre de dispositifs spatiaux que notre investigation doit se tourner. L'usage synchrone d'un même logement - situation qui se banalise à mesure que le temps libre se développe - pose la question de l'appropriation d'un même espace par plusieurs personnes simultanément. Les conflits latents peuvent nous faire évoluer soit vers une demande de logements plus grands, soit vers un cloisonnement plus dense et plus savant des espaces internes. Il faut imaginer que ce cloisonnement peut être lourd ou léger ; ainsi, par exemple, un vitrage lourd peut être sourd mais transparent, un paravent peut être opaque mais sonore. Une petite pièce de jeu pour enfants attenante à la cuisine peut permettre une surveillance sonore indirecte au moment de la préparation du repas quand les enfants sont en bas âge. De même, un couloir d'appartement peut devenir un convertisseur sonore, une antichambre qui est le lieu où se marquent des formes d'appropriation sonore diverses et réversibles.

En nous appuyant sur une recherche récemment terminée (7) qui a étudié les performances de différents types de logement et les pratiques et représentations du confort sonore de ses habitants à partir d'une enquête sociologique, on sait que les logements en duplex, généralement appréciés de nos jours, ont un comportement acoustique plutôt diffusant. A l'opposé, les appartements profonds, parce qu'ils sont disposés sur un seul niveau, permettent de créer des marges et de gagner de l'isolation entre les pièces.

Deuxième hypothèse : l'usager se réapproprie les sons du milieu qui l'entoure, non pas seulement - comme on peut dire dans une perspective passive - pour s'abriter ou se protéger des agressions extérieures de l'environnement, mais aussi, d'une manière active, pour s'inventer un confort, une intimité, une culture domestique. Peut-on réexploiter une partie du répertoire architectural contemporain pour y repérer des signes, des conduites d'aménagements qui proposent des modes d'ajustement du projet aux données sonores locales ?

Cette perspective, à nos yeux, permet de répondre à une crainte qu'on a déjà évoquée : celle de voir les pratiques d'aménagement sonore se limiter à des attitudes défensives ou paysagères.

N'a-t-on pas tendance de nos jours à propager une idéologie du silence alors que cette valeur conférée aux espaces calme relève moins du bien être que d'un besoin de se ressourcer ? N'a-t-on pas tendance aussi à promouvoir un design sonore de l'environnement dont les qualités échappent aux oreilles de l'habitant ordinaire et ne restent accessibles qu'aux plus "informés" (avec tous les effets secondaires d'une attitude qui ne se justifie que parce qu'elle est à la mode du jour) ?

7) CHELKOFF et alii *Bien-être sonore à domicile - Architectures du logement et potentiel de confort sonore*, CRESSON Plan Construction, 1992.

Par rapport à ces prédispositions, il faut donc proposer d'autres pistes prospectives, notamment celles d'aménagement capables de renouveler les interactions possibles entre l'homme et son environnement sonore.

L'appropriation sonore d'un lieu ne va pas sans l'exercice de l'ouïe, c'est à dire sans une écoute flottante, ordinaire, dépourvue d'intentionnalité particulière mais à laquelle personne ne peut échapper. L'objet de cette ouïe, comme l'écrit Pascal Amphoux (8), c'est le "confort sonore de l'usager". Ce dernier ne parlera pas d'un environnement sonore de qualité, mais il dira qu'il est confortable ou non, "ce qui signifie que l'on s'y trouve bien ou mal, qu'il paraît naturel ou incongru". D'après les hypothèses et les travaux du CRESSON, on sait qu'il existe une étroite interaction entre l'audition et l'activité sonore, entre le climat ambiant et la production de sons. On pourrait donc parler du potentiel de certains logements construits à être en corrélation avec les conditions sonores locales, d'une part et, d'autre part, le confort sonore qu'on y cherche.

Si l'on est d'accord avec ce qui précède, si l'impression de "confort sonore" peut se définir comme le sentiment qu'il existe une résonance entre l'image qu'on se fait de son lieu d'habitation et celle de la ville - du quartier - qui l'entoure, on comprendra alors pourquoi la conception sonore du logement doit être liée aux conditions sonores locales. Parfois, le sentiment de confort dépend des allers-retours entre dedans et dehors. Pour certains, voisiner, communiquer, c'est se sentir chez soi en ville. D'un autre côté, bénéficiant de relations directes avec des espaces de grande qualité dans la ville, sans être obligé de "voisiner", est aussi une attitude de vie possible (9). Un espace intermédiaire situé entre le dehors et le dedans (balcon, terrasse, loggia) d'une part, et d'autre part des espaces intercalaires (sas, dressing, salle de jeux pour enfant) disposés entre deux pièces d'un même logement correspondent à un répertoire que l'architecture devrait réexploiter en fonction du climat sonore environnant, pour donner à l'habitant les moyens de s'adapter aux bruits de sa ville et de son domicile.

3/ Méthodes.

Pour répondre à nos questions et repérer quelques règles efficaces pour la conception sonore du logement, notre travail a été guidé par les hypothèses méthodologiques suivantes :

La première a fait orienter le travail vers une analyse intuitive du potentiel de qualité sonore présent de manière non consciente et non verbalisée dans un corpus de projets de logements collectifs récents.

Ces sources font état de plans et, moins souvent, de coupes sur les logements. Comme ces plans et ces coupes sont généralement illustrés par un texte de présentation qui ne dit rien sur la dimension sonore, il a fallu décrire d'une manière intuitive, et en faisant abstraction du contexte où ils ont été élaborés, l'intelligence sonore qui se dégage des plans masse et des plans d'habitation, et analyser ensuite les conditions de la propagation sonore dans ces espaces en ayant parfois recours à des données sonores spéculatives pour mieux démontrer l'intérêt du dispositif spatial.

8) AMPHOUX (P.), *L'identité sonore des villes européennes*, Guide méthodologique, tome 1, CRESSON, IREC, Grenoble, Lausanne, novembre 1993, p. 37.

9) ASCHER (F.) *Ville de tous les échanges, ville de tous les sens*, in : EUROPAN 3, *Chez soi en ville, Urbaniser les quartiers d'habitat, Concours européens pour les architectures nouvelles, Point de vue sur le thème*, tome "Règlement", Plan Construction, Paris, 1992, p. 31, 33.

Autrement dit, on ne s'intéressera ni aux personnes qui ont conçu ces plans, ni aux édifices concrets qui ont pu être réalisés, cette dernière approche ayant déjà été l'objet d'une recherche au CRESSON (10).

Nous nous cantonnons dans la traduction graphique des plans de logements pour - et ce sera notre deuxième hypothèse méthodologique - faire état de scénarios d'usage sonore et mettre en évidence un certain nombre de dispositifs grâce auxquels les individus et les groupes sociaux peuvent s'ajuster à l'environnement sonore extérieur et aux bruits de la sphère domestique.

Cette approche créative repose sur la distinction mise au point au CRESSON (Pascal Amphoux) entre les notions d'"environnement", de "milieu" et de "paysage" sonores (11). Rapportée au domaine de l'habitat, cette distinction permet d'esquisser trois groupes d'hypothèses d'usage capables de constituer trois lignes directrices pour l'aménagement du logement et de ses abords.

a) *Maîtriser les flux sonores dans l'habitat.*

La demande acoustique la plus habituelle chez l'habitant consiste souvent à protéger l'habitat contre les bruits extérieurs, à épaissir les cloisons intérieures et à doubler les portes, pour mieux se défendre des bruits. Nous y ajoutons volontiers d'autres aspirations, peut-être moins fréquemment citées, mais tellement porteuses de confort pour peu qu'on y porte attention : le contrôle des émissions de bruits provenant d'une pièce ou du dehors ; la surveillance sonore indirecte d'un enfant en pleine activité dans une chambre depuis la cuisine par exemple ; la juste écoute des bruits extérieurs pour que les bruits de voisinage provenant du mur de séparation ou de la cloison mitoyenne ne soient pas audibles ; l'écoute de plans sonores différents (du proche au lointain) ; l'existence de lieux d'échappement par rapport aux bruits qui peuvent être vécus temporairement comme des intrusions sonores dans le logement.

Du point de vue architectural, cette attitude vise à proposer des espaces réversibles comme les sas acoustiques (un sas acoustique entre une chambre et une pièce de séjour peut permettre d'isoler comme de filtrer les sons quand un enfant en bas âge pleure et qu'il faut le surveiller) ou les espaces tampons entre l'intérieur et l'extérieur (véranda, ...). Dans l'agencement de l'habitat, cela renvoie à prendre en compte les logiques de surveillance sonore indirecte, celles d'échappement pour satisfaire aux besoins d'un ressourcement.

10) CHELKOFF (G.), BALAY (O.), BARDYN (J-L.), ODION (J-P.), LEROUX (M.), AUGOYARD (J-F.), *Bien-être sonore à domicile*, Plan Construction, CRESSON, Grenoble, 1991, 213 p.

11) AMPHOUX (P.), *Aux écoutes de la ville, la qualité sonore des espaces publics européens*, chapitre 6, CRESSON, IREC, Grenoble, Lausanne, 1991, p. 165 et suivantes. Pour les notions de confort de commodité, de maîtrise et de réserve, AMPHOUX (P.) et alii, *Domus 2005, Exploration prospective de l'habiter*, IREC, Lausanne, 1988.

b) *S'ajuster aux données sonores du milieu local.*

Mais, pour être bien chez soi, il faut être "chez soi en ville" pouvait-on entendre récemment à Prague, au lancement du Concours EUROPAN 3 (12). L'architecte bâtit toujours dans un milieu construit et habité. Un individu ne peut vivre hors de son milieu et réciproquement, le milieu ne peut vivre sans l'activité incessante de sa population.

Par essence, un milieu est vivant - ce qui soutend qu'il a une histoire, qu'il évolue et qu'il peut mourir. Encore cette vie propre au milieu est-elle fondamentalement sociale. Le milieu sonore, c'est alors l'ensemble des conditions sonores dans la vie de l'individu et de la société, c'est l'ensemble des sons avec lesquels il vit et sans lesquels il ne saurait vivre.

Construire des logements permettra de conforter ou reconverter la dimension sonore du milieu local. Cet apport n'est pas un apport ex-nihilo et il ne doit pas être fait n'importe comment. On doit modifier le milieu sonore sinon il meurt. Cette modification doit être le fruit du déploiement d'un sens qui est enraciné localement et circonstanciellement. Être bien chez soi, ce sera sentir que la rue, le quartier, l'espace proche du logement sont "habitables" (au sens appropriables, traversables, ...).

Du point de vue architectural, cette attitude renvoie à proposer des modes d'ordonnancement des bâtiments et des espaces intermédiaires à construire, en fonction des données sonores locales existantes ou prévisibles. Il s'agit donc de l'aménagement des traversées, des parcours que l'habitant emprunte dans et en dehors du logement, en restant en contact ou en trouvant un point d'équilibre avec les composantes du milieu sonore existant.

Du point de vue de l'usage, il faut veiller à ce que l'habitant ait toujours le sentiment qu'il peut franchir, transgresser les limites construites (par exemple : on peut signaler sa présence aux voisins de palier tout en respectant l'intimité de son logement en parlant un peu fort dans l'espace d'accès sur le balcon ; on peut facilement signaler sa présence, à d'autres qui sont en train de discuter dans la rue, depuis la fenêtre ou le palier en intervenant d'une manière audible, directement ou indirectement...).

Cela renvoie donc concrètement aux possibilités de franchissement par les sons des limites habituelles du logement ou du construit. Se sentir chez soi en ville dépend de la porosité sonore des volumes et des cloisons construites, c'est-à-dire de la capacité d'un aménagement à paraître, selon les données sonores locales, à la fois ouvert et fermé aux bruits, isolant et perméable, séparateur et communicant (13).

12) DEHAN (P.), *Intimité/urbanité, de nouvelles relations habitat/quartier*, in : EUROPAN 3, *Chez soi en ville, Urbaniser les quartiers d'habitat, Concours européens pour les architectures nouvelles*, Point de vue sur le thème, tome "Règlement", Plan Construction, Paris, 1992, p. 24 à 30.

13) Sur le principe de l'Interface, lire l'article de AMPHOUX (P.). *L'échelle vive ou la grandeur du minuscule* (à partir de l'unité d'habitation de Flammah 3 réalisée par l'Atelier 5, architectes), *Revue FACES journal d'architecture* n° 17, automne 1990, p. 28-33.

c) *Composer le paysage sonore du "chez soi".*

Cette troisième attitude, encore plus créative, consiste à concevoir des dispositifs spatiaux offrant des potentialités de transformation du rapport au son dans l'espace habitable. Par exemple :

- régler la qualité sonore d'une pièce pour l'écoute de la musique.
- faire qu'on entende un espace comme s'il était grand alors qu'il est petit.
- rendre audibles les signatures sonores d'un centre ville dans une zone d'habitat coupée de ce centre urbain par une route ou un fleuve.
- faire qu'on entende la ville alors qu'on ne la voit pas.
- se doter de possibilités de pauses, d'intervalles dans le continuum sonore urbain.

Cette troisième attitude suit l'évolution des modes de vie, évolution qui tend à inverser les traditionnelles séparations jour par nuit et à introduire de nouvelles dispositions pour les salles de bains et les cuisines, pour ne citer que ces deux exemples (ouverture de ces deux espaces aux bruits extérieurs). Parfois, la tendance est de réactiver des sons d'autrefois (bruit de circulation de l'eau chaude dans les canalisations et les radiateurs pour remplacer les "clan-clan" du convecteur électrique qui se met en route). D'une façon générale, l'objet de cette écoute paysagère, c'est d'aménager un univers sonore domestique qui "parle", c'est de laisser transparaître une ambiance sonore représentative ou expressive.

Selon la troisième hypothèse méthodologique, l'attitude prospective, qui consiste à envisager des scénarios d'usages sonores potentiels, peut être accompagnée de valeurs acoustiques, d'abord globales, ensuite plus fines, et donc devenir très concrètement un sujet d'expérimentation.

Les ouvrages relatifs à l'acoustique, rédigés le plus souvent sous la forme de guides, de manuels pratiques ou de fiches de références pour les normes de conception, permettent de rassembler un ensemble d'informations qui traite non seulement de la conception acoustique des espaces, mais aussi des conditions de propagation de la voix humaine, des distances d'intelligibilité dans le bruit ambiant, des niveaux sonores "sources" des radios et des postes de télévision dans les appartements (14) de l'évolution en niveau sonore des sons de référence en fonction de l'ouverture des portes et fenêtres, de l'isolement des parois entre pièces et entre appartements, etc...

La synthèse de ces données, liée au savoir-faire de l'équipe du CRESSON - une étroite collaboration entre des chercheurs qui appartiennent à des champs de formation différents (architectes, urbanistes, acousticiens, anthropologues, sociologues, musiciens) - a permis l'analyse globale de la faisabilité acoustique des dispositifs retenus. En effet, les valeurs calculées dans cette recherche ne peuvent prétendre qu'à une réponse indicative aux questions posées dans les différents scénarios sonores. L'approche acoustique plus fine, comme celle qui tiendrait compte de la place des objets sonifères dans le domicile, et qui n'a pas été menée dans le cadre de ce travail, mériterait, à notre avis, une étude spécifique.

14) L.A.S.A., TISSEYRE et Assoc. *Recherche acoustique d'évaluation des bruits émis à l'intérieur des appartements collectifs d'habitation*, Groupe de travail Bruits résiduels, Rapport d'étude N° 150-93, Paris Toulouse 1993.

En attendant la possibilité de démontrer, dans une réalisation concrète, l'utilité d'une telle démarche, notamment dans le cadre d'une expérimentation, les considérations de méthodes qui précèdent devraient avoir suffisamment éclairé le propos de cette recherche.

Même s'il se place dans une perspective de conception, ce travail n'est pas un travail de concepteur. Nous décrivons et tentons de valoriser des espaces et des expériences sonores potentielles dans l'habitat urbain d'aujourd'hui, dans la croyance que la ville peut être le terrain d'un sort sonore meilleur alors que, paradoxalement, elle semble si repoussante par son bruit.

Cette prospective part de documents graphiques - plans, photos ou projets de réalisations. Partant de ce support, on tente de décrire des scénarios d'usage. Des indications acoustiques jalonnent cette description. Au final, chaque étude de cas donne au concepteur le moyen d'évaluer le dispositif sonore décrit, tant au niveau de sa faisabilité acoustique que de ses potentialités d'usage.

Pour plus de commodités et permettre de croiser facilement les informations à la lecture, ce travail est présenté en deux Tomes. Le **Tome 1** constitue l'ouvrage de synthèse de la recherche. Le premier chapitre fait état de la qualité sonore qu'on peut attribuer aux espaces qui environnent le logement du fait de l'organisation des masses, de l'orientation des pièces et de l'usage qu'on peut faire des terrasses. Il décrit des principes capables d'assurer, par exemple, l'écoute de plans sonores différenciés depuis le logement ou l'existence de réserves de calme dans la ville.

Un second chapitre décrit des dispositifs qui permettent à l'habitant de régler et de maîtriser, à sa guise, le niveau d'écoute dans son logement, en fonction du gain en isolement acoustique potentiel, de la simultanéité de plusieurs activités sonores domestiques ou du besoin de repli sur soi.

Dans le **Tome 2**, on trouvera les scénarios sonores envisagés pour chacun des dispositifs retenus et l'étude de faisabilité acoustique qui l'accompagne. Sur la présentation de l'ensemble de cette recherche, il faut être très clair : on n'a pas cherché à dresser pour chaque cas étudié une liste exhaustive des usages possibles. Ceux-ci sont forcément multiples. Pour nous, chaque projet, chaque dessin est l'occasion de suggérer des comportements sonores ou des modalités de vie qui offrent une représentation possible de l'univers sonore du logement. Partant des plans d'architectes, en en modifiant même les agencements pour la clarté de l'exposé, on imagine à la fois des usages et un contexte acoustique qui leur est favorable. Ceci aboutit à la réalisation d'une succession de "tableaux". Chacun d'eux fait état de conduites ou d'opinions qui sont des thèmes de développement possibles pour l'aménagement sonore.

On ne cherche donc pas à décrire la réalité en tant que telle, même si l'analyse qui suit n'est jamais totalement déconnectée du réel. On vise plutôt à décrire des tendances, des thèmes pour l'aménagement sonore de l'habitat et de ses abords, tendances qui pourront parfois sembler "minuscules" mais qui ouvrent vers de nouvelles conceptions possibles. A terme, cette démarche devrait être capable de modifier ou d'infléchir les catégories actuelles de la conception du logement.

Dans les annexes du tome 2, le lecteur trouvera un ensemble de textes relatifs à la conception acoustique du logement et à la production sonore dans les logements (voix, objets sonifères, ...). Cette compilation constitue un premier aperçu sur l'état des connaissances en la matière. Elle n'est pas exhaustive.

CHAPITRE 1

A LA RECONQUETE DU SONORE DANS L'ENVIRONNEMENT DU LOGEMENT

1.0. L'ESPACE INTERMEDIAIRE SONNE

L'espace intermédiaire, ce n'est pas seulement l'espace qui assure une fonction intermédiaire de passage ou de transition. Ce peut être un espace particulier, fédérateur de sentiments ou d'usages. C'est aussi un espace de confrontation, c'est-à-dire un espace qui touche à la limite entre le privé et le public.

Si on l'imagine accueillant une forte sociabilité de voisinage (exemple : Projet Atelier Cube), l'espace intermédiaire peut être considéré comme un prolongement des activités domestiques spécifiques comme des activités extérieures. Dans ce contexte, ses qualités sonores apparaissent déterminantes : elles dépendent des matériaux mis en oeuvre, de la disposition des accès et des terrasses privatives, des rapports entre les volumes fermés et les volumes ouverts. Elles relèvent aussi des conditions sonores locales : le milieu sonore peut être vivant, bruyant, ou tout simplement pauvre en sonorités.

D'un autre côté, on peut penser que le voisinage est peut-être une notion qui jouera dans l'avenir un rôle moins important dans la vie urbaine (F. Ascher). La conception de l'espace intermédiaire devrait alors tenir compte de relations limitées avec les voisins. On peut imaginer par exemple la suppression des coursives, qui ne conviennent pas particulièrement aux sociabilités françaises (P. Dehan), et réfléchir plutôt à des dispositifs d'accès par des terrasses (exemple : projet de Francis Soler) qui favorisent les relations directement avec la ville et des lieux de sociabilité plus "anonymes" mais très spécifiques : parcs, jardins, rues commerçantes, etc...

Mettre l'espace intermédiaire au service de l'accessibilité au logement et à la ville ne doit pas se faire aux dépens des dimensions sensorielles, notamment sonores, qui vont exercer l'ouïe. D'un autre côté, l'habitant peut souhaiter "engager" la dimension sonore de la ville dans son espace privatif pour se "masquer" des bruits domestiques, mieux travailler ou se détendre, ou encore recevoir des visiteurs (exemple : projet de Yves Lion). Cette gestion directe et instantanée de l'ambiance dans laquelle il souhaite se détendre, recevoir ou travailler chez lui constitue peut-être ce qui fera demain la qualité du logement dans les villes. Plusieurs logiques de conception sonore existent. Les lignes qui suivent en présentent quelques unes.

1.1. LES PAVES ONT DES OREILLES...

*A partir d'un projet de Yves Lion, architecte, Villejuif,
ZAC des Hautes Bruyères, Allée Sonia Delaunay, 78
logements PLA / REX Plan Construction
(1986 / 1992).*

Une logique de mixage avec l'environnement sonore extérieur.

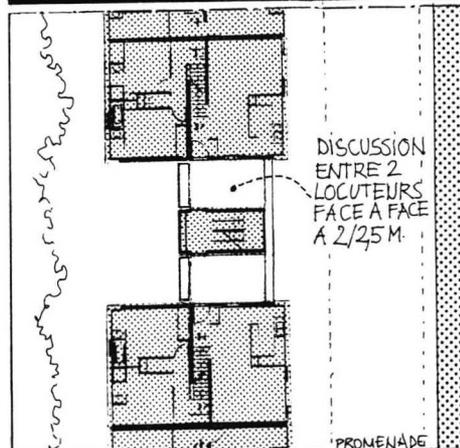
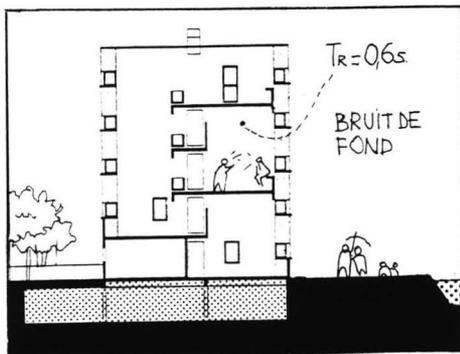
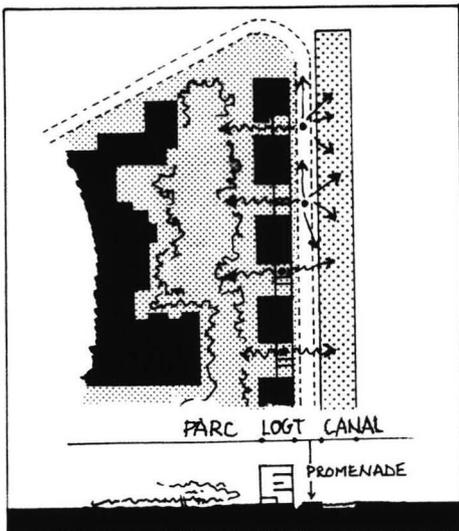
Un long bâtiment s'étire comme une bande. Il est divisé en plots alimentés deux à deux par une cage d'escalier. Chaque palier dessert deux logements conçus en duplex ou simplex. Les locataires accèdent à leur appartement par une terrasse privée haute de 5m ouvrant sur la rue et sur le parc.

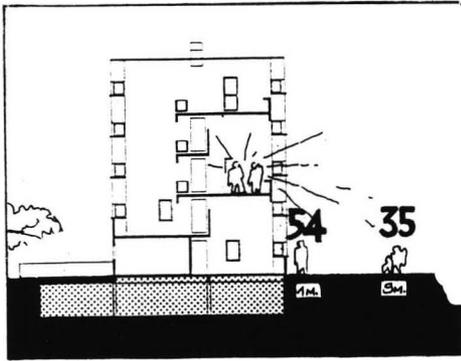
A l'échelle urbaine, les escaliers et les terrasses laissent circuler les sons provenant des espaces publics de part et d'autre des façades. D'un autre côté, l'habitant situé sur les terrasses peut bénéficier de deux orientations d'écoute.

Mais la terrasse est aussi un espace sonore actif pour l'environnement puisque les sons qui en émanent "sonorisent" en quelques sortes les espaces extérieurs. Ce principe va donc renforcer la présence sonore domestique au dehors. La distance d'audibilité (et non d'intelligibilité) - on entend sans comprendre - de ces bruits domestiques (voix, signaux radio etc...) à l'extérieur va dépendre du niveau du bruit ambiant et du niveau de l'émission sonore à la source.

1/ La création d'une "ligne d'écoute flottante" dans l'espace public.

Ainsi, pour une émission de l'ordre de 65 dB(A) en milieu de la terrasse (puissance acoustique de la voix normale), le niveau de pression sera d'environ 54 dB(A) à 1 m de la façade et de 35 dB(A) à 9 m. Pour savoir si cette conversation sera audible ou non à cette distance, nous pouvons prendre comme référence la règle de 10 dB(A) d'écart entre le son à entendre et le bruit masquant (à condition que les spectres ne soient pas trop différents) : si le bruit ambiant est supérieur de 10 dB(A) au niveau sonore de la conversation, la voix humaine est inaudible ; si le bruit ambiant est inférieur de cette même valeur au niveau de parole, la conversation est intelligible. A niveau sonore équivalent, la voix humaine est audible mais la conversation semblera incompréhensible.

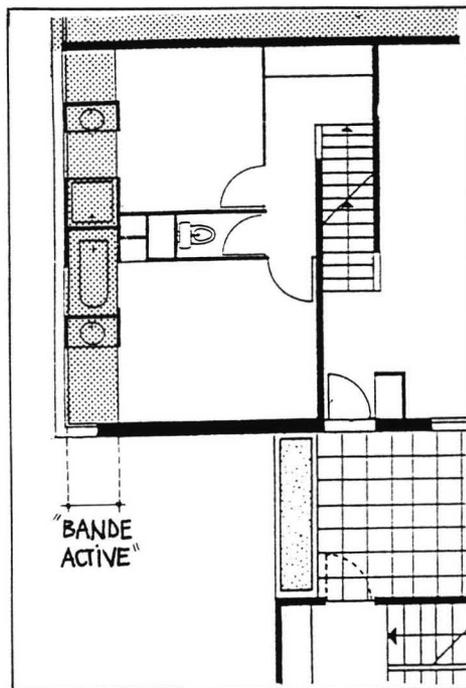




2/ Deux plans d'écoute possibles, quelle que soit la position de l'auditeur.

Cette règle permet par exemple de situer un cheminement piéton le long des façades. A partir du calcul précédent, l'aménageur peut en effet tracer un parcours fait d'ondulations et de dénivellations génératrices de variations pour l'écoute des conversations et des bruits d'origine domestique depuis l'espace public, entre l'intelligible, l'audible et l'in audible.

Parfois, le trajet mène celui qui le suit à une découverte progressive et successive des sons domestiques. Parfois, il exerce l'ouïe aux sons du parc ou du jardin.

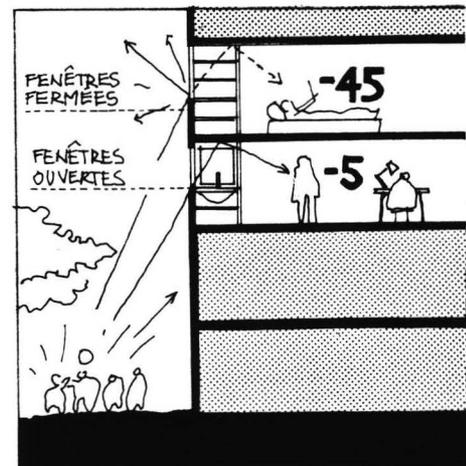


Réciproquement, celui qui est situé sur la terrasse entend momentanément, en premier plan sonore par rapport aux bruits ambiants, les conversations qui ont lieu sur le cheminement extérieur. Puis celles-ci vont se "noyer" dans le bruit de fond, habituant l'ouïe à d'autres sonorités.

Tout projet pourrait être ainsi l'objet d'une réflexion visant à engendrer des plans d'écoute différenciés. D'autres sources de bruits pourraient venir s'intercaler ou compléter ce dispositif pour déployer de nouvelles sensations sonores et enrichir l'écoute ordinaire du lieu.

3/ Potentialités d'usages liées au principe de la façade épaisse.

Le plan de Yves Lion propose de disposer salles-de-bains et points d'eau en façade des logements. Ce principe qu'il intitule la "bande active" propose d'abandonner la traditionnelle distribution technique au coeur du logement pour lui substituer une desserte en façade, dans une épaisseur où s'implantent les équipements, cette bande étant considérée comme "le servant" (lumière et réseaux) d'une zone passive plus inerte et neutre (les chambres en l'occurrence).

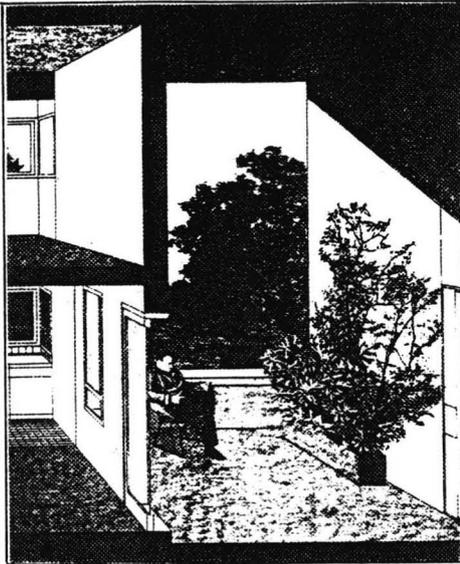


Au plan de l'usage, la réévaluation de la façade appropriable, au sens où l'on se tient à l'intersection de l'intérieur et de l'extérieur, confère au cadre urbain une importance renouvelée (s'accroissent en effet les exigences pour un espace sonore urbain de qualité, généreux aussi en soleil et en verdure).

Au plan sonore, la façade appropriable est un filtre. Elle permet de moduler le niveau sonore des bruits extérieurs entre -5 et -45 dB(A), et autorise notamment l'été la ventilation naturelle des chambres en préservant le confort de sommeil. En période diurne, elle assure à l'intérieur des chambres un équilibre d'écoute entre sons du dedans et sons du dehors.

4/ Postures de communication sonore liées à l'emplacement de la terrasse.

La terrasse d'accès au logement peut être un lieu de conversations tranquille si le bruit ambiant extérieur ne dépasse pas 50 dB(A).

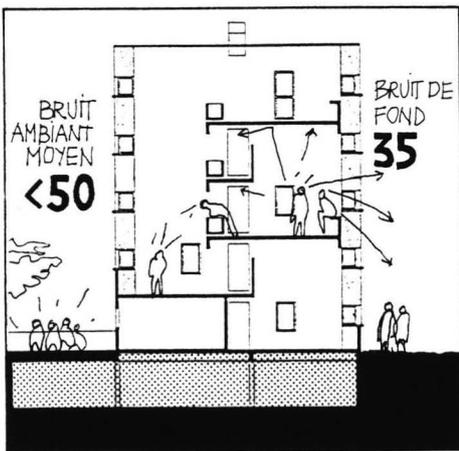


Elle permet à l'habitant d'échapper au bruit du logement ou encore de s'immerger dans le bruit extérieur au logement.

Il suffit pour cela de fermer la porte qui sépare la terrasse de l'accès au logement.

Dans une autre configuration temporelle et domestique, on peut surveiller auditivement et indirectement des activités se déroulant à l'intérieur du logement depuis la terrasse (un jeu d'enfant ou la cuisine). Du point de vue des usages, ce principe crée aussi des postures de communication sonore verticale (puisque la terrasse a toute la hauteur du duplex) et des postures de communication sonore horizontale orientées des deux côtés des façades.

En imaginant l'accessibilité à une seconde terrasse, c'est encore une nouvelle posture de communication qui est rendue possible. La nature de la réverbération, chaque fois différente selon l'endroit où l'on se place sur les deux terrasses, a cependant un effet brouilleur avec perte d'intelligibilité pour la discussion. Cette perte peut cependant être compensée par la pose d'un absorbant phonique en sous-face des toitures des terrasses ou en façade intérieur de ces terrasses (cf. étude acoustique, Tome 2).



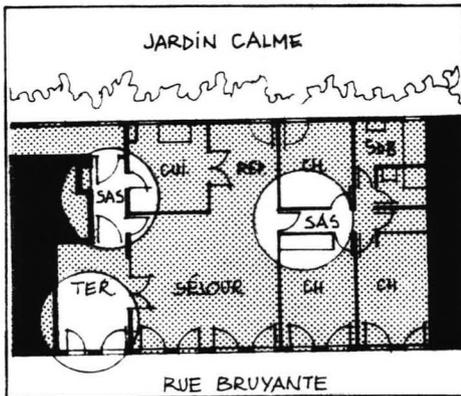
5/ Cas d'application.

Ce dispositif pourrait être utilisé dans une zone relativement calme, où le bruit de fond extérieur atteint 35 dB(A) et le bruit ambiant ne dépasse pas 50 dB(A) environ, de manière à permettre la conversation à voix normale sur les terrasses et bien maîtriser dans la durée l'effet de la propagation des sons domestiques sur le parcours situé dans l'espace public, le long des logements.

1.2. ACCES A IMPEDANCE VARIABLE

*A partir d'un plan de R. Boffil, "les arcades du lac",
Saint Quentin en Yvelines.*

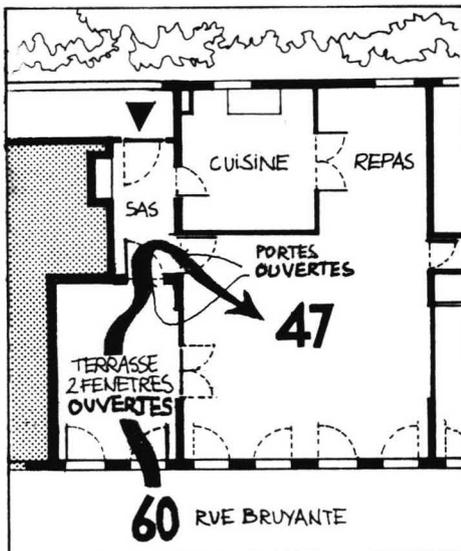
Une logique de négation de l'environnement sonore extérieur.



Qu'il soit placé dans un contexte bruyant, peu bruyant ou calme, ce dispositif présente l'intérêt d'offrir aux habitants un confort sonore de commodité. Il ressort en effet de ce plan la fonctionnalité de l'isolation : le sas situé entre les parties communes et l'appartement isole l'espace domestique du bruit des voisins de palier. La terrasse, avec ses fenêtres que l'on peut fermer, permet d'assurer un gain acoustique par rapport à la rue. Enfin, le sas entre la partie jour et la partie nuit améliore l'isolation entre les chambres et le séjour.

1/ Stratégie acoustique face à la rue.

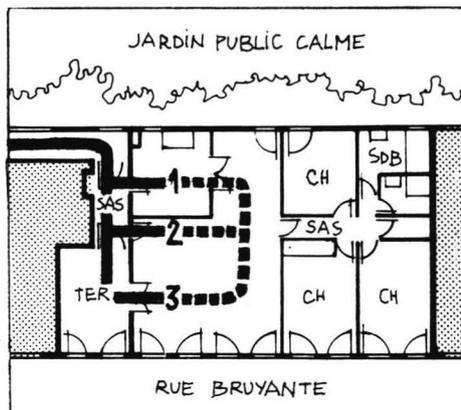
Un tel plan d'aménagement permet à l'habitant de développer des "actions" face au bruit de la rue.



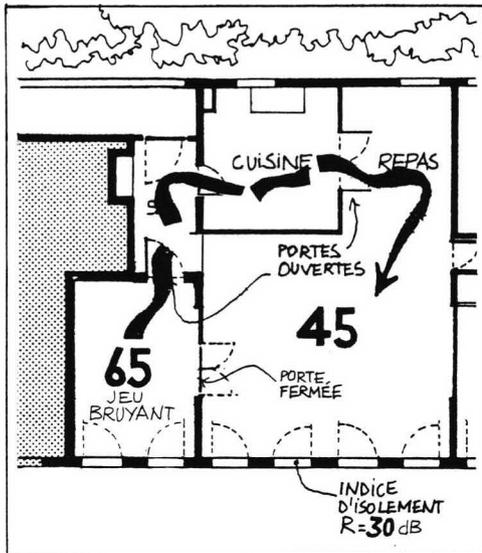
A supposer que ce dernier soit de forte intensité et constant, l'action qui viserait à le faire circuler par la terrasse et le sas de distribution, toutes autres portes et fenêtres donnant sur l'extérieur étant fermées, ménagerait 13 dB(A) d'isolement dans le salon par rapport au niveau sonore en façade (15 à 17 dB(A) si on a disposé un matériau absorbant au plafond de ces deux espaces). On serait alors dans une configuration où, pour un niveau de bruit atteignant 60 dB(A) en façade, on aurait 47 dB(A) dans le séjour, la ventilation naturelle entre les deux façades pouvant être assurée par le coin repas (on suppose dans ce cas que les fenêtres du salon ont un indice d'isolement de 30 dB(A) environ).

Cette action peut être encore plus efficace si l'habitant ferme une des deux fenêtres qui sépare la terrasse de la rue (gain en isolement de 4 dB(A)) ou s'il laisse faiblement entrouverte une seule de ces deux ouvertures (gain en isolement de 14 à 16 dB(A)).

2/ Cheminements et espaces d'accueil adaptables.



Mais, à côté de cette fonctionnalité de l'isolation, ce plan offre à l'habitant des perceptions sonores différentes selon les cheminements qu'il emprunte : il peut rentrer chez lui par la cuisine, le séjour ou la terrasse. Il peut accueillir ses visiteurs sur la terrasse, par exemple l'été, sans les faire rentrer dans l'espace domestique proprement dit.



Il peut circuler facilement entre ces trois pièces et le coin repas, choisir ses lieux de séjour en fonction du bruit ambiant extérieur, exploiter la modulation sonore qui lui est proposée du fait des sas et des portes.

Ainsi, si c'est un jeu bruyant qui s'anime sur la terrasse (65 dB(A) en champ réverbéré), on aurait environ 45 dB(A) dans le séjour en faisant circuler le son par le sas de distribution et la cuisine.

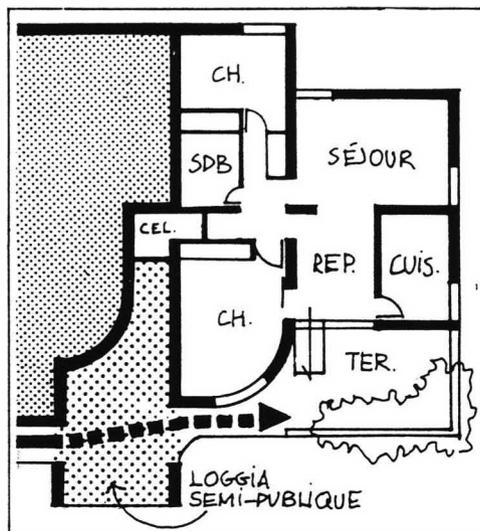
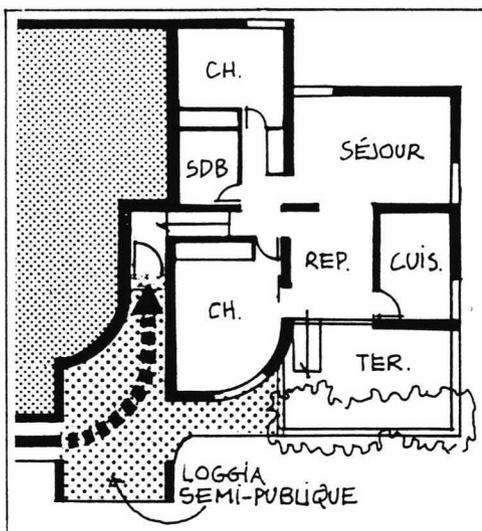
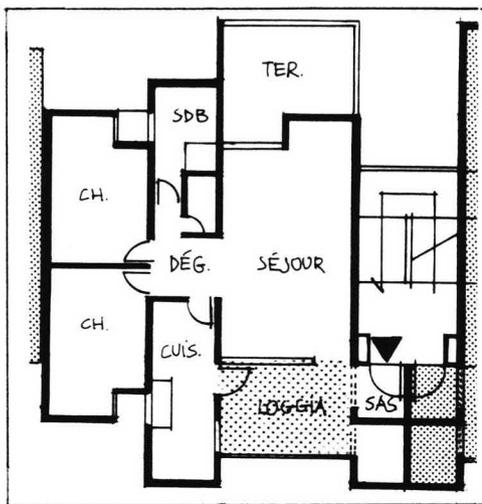
3/ Dispositifs voisins.

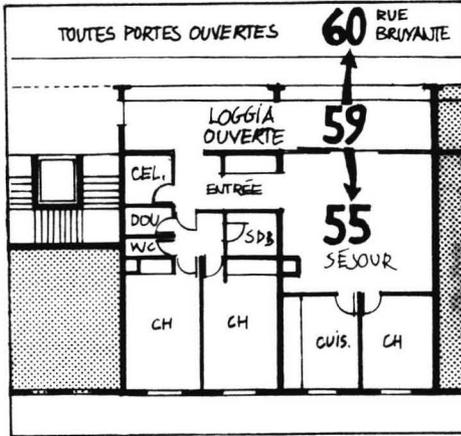
- Aménagement d'un immeuble, SCPA Dervain (La Martinique).

Ce projet présente les mêmes potentialités d'usage sonore que le précédent si les espaces intermédiaires (sas d'entrée et terrasse) sont orientés vers un environnement sonore calme ou peu bruyant permettant l'appropriation. Dans le cas inverse, il faudrait transformer la terrasse en loggia fermée (10 à 20 dB(A) de gain en isolement selon le dispositif et les matériaux utilisés) pour atteindre un certain confort permettant l'appropriation ordinaire du lieu.

- Projet de l'équipe Ricordeau (repéré dans l'ouvrage de Christian Moley, *L'innovation architecturale dans la production du logement social*, Plan Construction, Paris, 1979, p. 71, 72).

Le principal intérêt de ce projet porte sur l'adaptabilité du rapport entre l'espace privatif du logement et les espaces extérieurs qui le prolongent. Soit la terrasse est un prolongement du logement, et elle est un substitut du jardin à usage privatif, soit elle sert pleinement d'entrée au logis, le décalage de niveau lui donnant le statut d'un pas de porte où l'on peut discuter avec des visiteurs sans les faire pénétrer dans le logement.





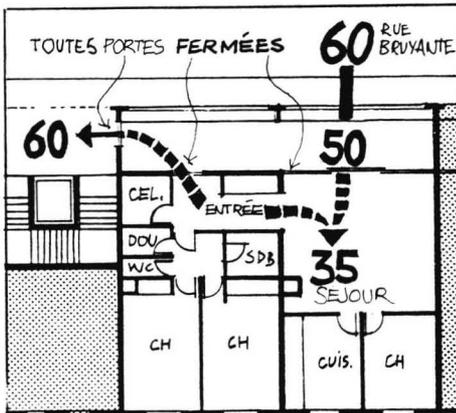
- Projet de H. Ciriani ("La Noiseraie", Marne la Vallée).

Ce dispositif permet de moduler les sons provenant de l'extérieur par l'intermédiaire de la loggia (gain de 10 à 20 dB(A) selon le dispositif et les matériaux utilisés pour clore cette loggia). Les deux tableaux ci-dessous font état du gain en isolement acoustique dans les pièces d'habitation en fonction des principes de circulation du son que l'habitant peut utiliser. Les illustrations ci-contre en représentent les effets les plus extrêmes.

A deux mètres de la façade, $L_p = 60$ dB(A).

Gain dû à la loggia environ 1 dB(A). La porte entre séjour et loggia est une porte coulissante d'au moins 15 dB(A).

Loggia	Porte entrée > 25 dB(A)	Porte loggia/séjour 15 dB(A)	Gain par rapport au niveau loggia	Niveaux dans séjour
Ouverte	indifférente	ouverte	4 à 5	55
	ouverte	fermée	7 à 8	52
	fermée	fermée	15	45



Fermeture de la loggia, gain envisageable par rapport au niveau en façade 10 dB(A), soit $L_p = 50$ dans la loggia. Dans cette configuration, on obtient les valeurs suivantes :

Porte palier 15 dB(A)	Porte entrée > 25 dB(A)	Porte séjour loggia 15 dB(A)	Niveau dans loggia	Niveau dans séjour
Fermée	fermée	fermée	50	35
Ouverte	fermée	fermée	53	38
Ouverte	ouverte	fermée	53	45
Ouverte	ouverte	ouverte	53	49

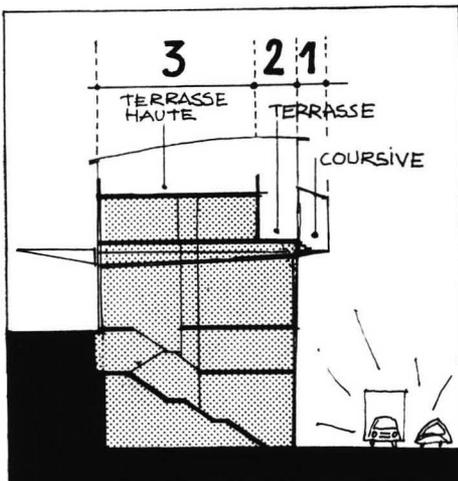
1.3. LA COURSIVE EN SILENCE.

*D'après un projet de l'Atelier Cube Lausanne
1989/1992*

Une logique d'adaptation à l'environnement sonore extérieur.

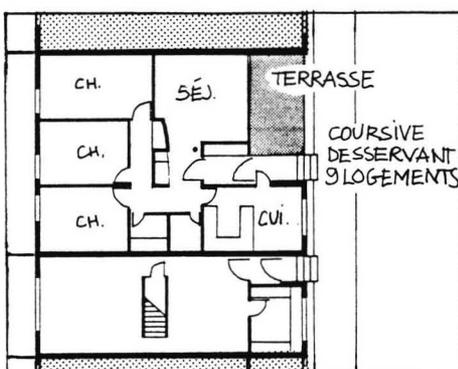
Habiter en ville, ce n'est pas seulement être isolé des voisins. C'est aussi pouvoir s'approprier le dehors et utiliser l'espace extérieur comme prolongation du chez soi.

Ce constat questionne directement l'architecte qui a le souci de concevoir la disposition des pièces du logement dans leurs relations avec les espaces intermédiaires d'une part, et d'autre part d'offrir aux habitants la possibilité de gérer la circulation des flux sonores divers pour le bien être individuel mais aussi le confort de tous.



Le projet de l'atelier Cube illustre une manière de penser la transition entre l'espace privé et l'espace public. Il démontre comment on peut assurer le regroupement et la continuité de cellules d'habitation individualisées en proposant à la fois :

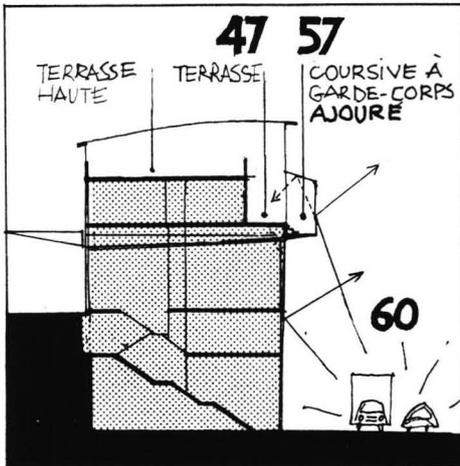
- 1/ Un traitement intégré dans l'épaisseur de la façade des espaces extérieurs communautaires (une coursive desservant 9 logements).
- 2/ Un traitement des espaces semi-privatifs (la terrasse à laquelle on accède depuis la coursive en montant 4 marches se situe à l'intermédiaire du logement et de la coursive).
- 3/ Un traitement des espaces privatifs (salons en retrait de la terrasse, terrasse sur toiture dont on trouvera un bilan acoustique dans l'annexe consacrée à cette étude de cas).



Quelles sont les qualités sonores qu'il faut maîtriser quand on projette ce type de transition ? Comment peut-on contrôler l'écoute des bruits domestiques sur la coursive en fonction du bruit ambiant extérieur, et permettre aux habitants de s'approprier la terrasse semi-privative qui est directement liée à cette coursive ?

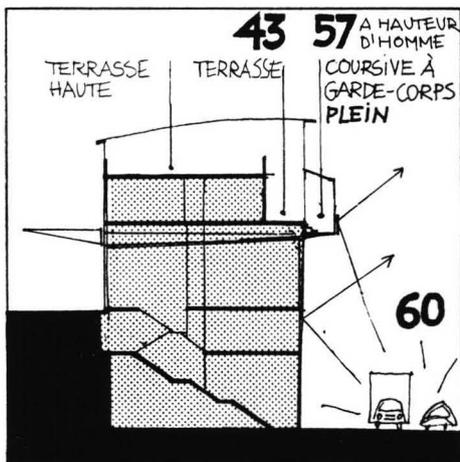
1/ Face à une rue bruyante, une coursive desservant des logements en surplomb de la rue est un écran acoustique efficace.

Comme il l'a été déjà annoncé, répondre à ces questions suppose la mise en place d'une stratégie méthodologique mêlant à la fois scénario d'usages sonores et approche acoustique.



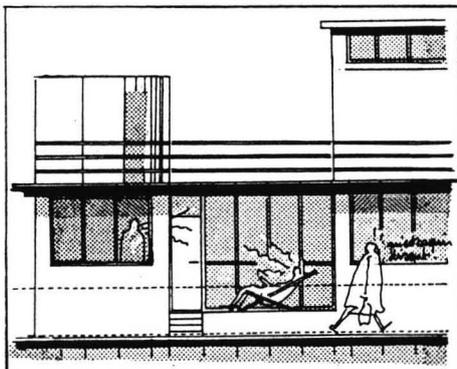
L'intérêt du dispositif dessiné par l'Atelier Cube tient dans ce qu'il utilise le débord horizontal de la coursive comme écran acoustique. Ainsi, pour un niveau N en façade sur trottoir, on a environ N-3 sur la coursive et N-13 sur la terrasse (au lieu de N - 5 en l'absence de coursive surplombant la rue), le garde-corps côté rue étant supposé ajouré. En admettant que les conditions sonores locales produisent un niveau de 60 dB(A) sur trottoir, on obtient donc 57 dB(A) sur la coursive et 47 dB(A) en terrasse et, dans ce cadre, présumer que deux locuteurs peuvent discuter à voix normale à 2 mètres de distance sur la terrasse sans que cette discussion soit comprise par celui qui circule sur la coursive (règle de l'effet sonore de masque).

En protégeant mieux la coursive du bruit provenant de la rue, on crée des conditions d'intelligibilité d'écoute capables de freiner les usages pouvant se manifester entre la coursive et les espaces privatifs.

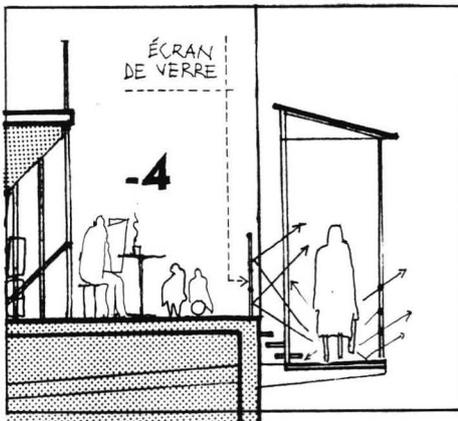


Ce dispositif montre bien qu'on peut maîtriser l'équilibre des niveaux sonores dans les espaces intermédiaires du logement pour en assurer l'appropriation sonore. Mais cette maîtrise est relative puisqu'elle dépend des conditions sonores locales et de leurs fluctuations (60 dB(A) dans la rue dans ce cas précis), d'une part, et d'autre part du niveau sonore que peut atteindre la voix sur la terrasse. A titre indicatif, on sait que cette dernière produit un niveau sonore de 57 dB(A) environ à un mètre de la source (cf. annexe, Tome 3), soit un niveau sonore sensiblement équivalent sur la coursive située toute proche.

2/ Pouvoir s'entendre entre la cuisine et la terrasse renforce l'habitabilité du logement.



L'emploi d'un garde corps plein le long de la coursive côté rue (1,20m de hauteur) génère plus de calme sur la terrasse (N-17 dB(A)) que dans la solution du garde corps ajouré. Dans les conditions sonores locales identiques à celles décrites précédemment, une discussion entre la terrasse et la cuisine (porte ouverte) pourrait avoir lieu à voix normale. Elle resterait audible mais non compréhensible sur la coursive, à condition d'utiliser la dénivellation existante entre les planchers pour amplifier le sentiment de bien être lié au gain sur le niveau de bruit ambiant.

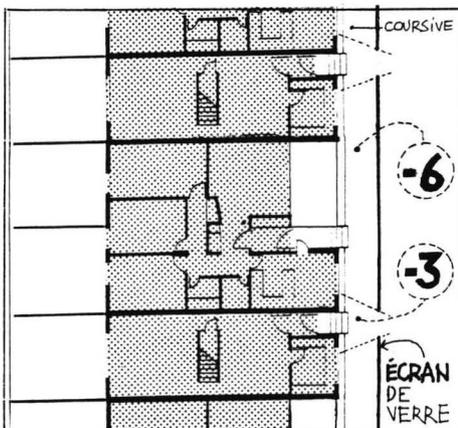


La déclivité existant entre la coursive et la terrasse permet en effet de réaliser, à l'aide d'une balustrade pleine ou vitrée de 110 mm de hauteur environ, un petit écran acoustique assurant un gain de 4 dB(A) d'isolement entre la terrasse et la coursive.

Le lecteur aura donc bien saisi la démarche : en testant des hypothèses de niveaux acoustiques théoriques relatifs à des scénarios sonores potentiels, le concepteur prend conscience des rapports d'écoute qui peuvent s'instaurer entre les parties privatives du logement et les espaces intermédiaires. Il peut donc proposer des dispositifs et annoncer en même temps les conséquences de leur mise en oeuvre du point de vue des usages sonores.

3/ Cas d'application.

Ce dispositif, on l'a assez dit, ne présente aucun intérêt pour l'appropriation sonore des espaces intermédiaires du logement si l'équilibre entre niveau de bruit ambiant et niveau sonore de discussion n'est pas maîtrisé. L'analyse précédente a montré que les conditions de cet équilibre sont réunies quand le niveau sonore en façade atteint 60 dB(A) en moyenne.



Mais, ce principe pourrait pourtant être utilisé dans un environnement sonore plus bruyant (65 à 68 dB(A)) en prévoyant la réalisation d'une série d'écrans vitrés discontinus débordant largement de part et d'autre de la terrasse sur une longueur au moins égale au double de la largeur de la coursive. Les écrans partiels généreraient un gain en isolement de l'ordre de 6 dB(A) ramenant l'impact de la rue à des valeurs atteignant 59 à 62 dB(A) sur la coursive (devant la terrasse), ce niveau d'impact pouvant être comparable à celui que la voix produit sur la coursive ($57 + 3 = 60$ dB(A)) du fait de l'amplification engendrée par la fermeture partielle de la coursive.

1.4. "BOITES SONORES" SUR COUR

*A partir d'un projet de Pierre JEQUIER, architecte,
rue des Ronzades à Genève,
in Revue Faces n° 4, automne 1986, p. 50*

Une logique de façonnage de l'environnement sonore extérieur.

L'écoute de la ville change peu dans l'environnement sonore actuel dominé par les bruits de transport terrestre. Pourrait-on envisager l'association de plusieurs dispositifs capables d'assurer aux habitants des évolutions dans l'écoute de ces bruits, autant dans les espaces extérieurs que dans la sphère privée du logement ?

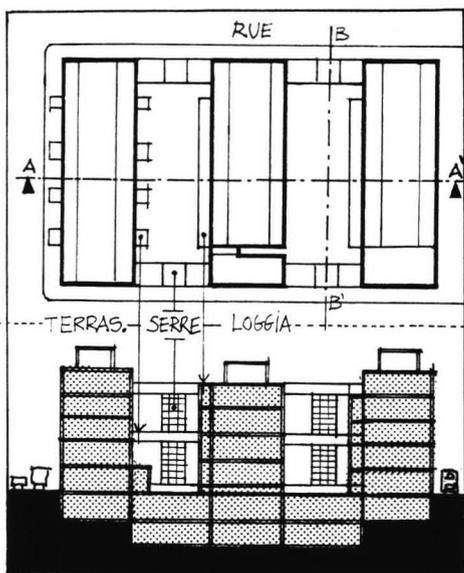
Suivons l'exemple que nous suggère la composition urbaine ci-contre. Elle aligne les logements selon trois bandes bâties parallèles aux extrémités desquelles on trouve des terrasses relativement épaisses (3,50 m à 4 m de largeur). On obtient ainsi une cour urbaine relativement poreuse aux bruits provenant de l'extérieur.

1/ Intelligence sonore du plan masse : une ambiance sonore changeante dans la cour.

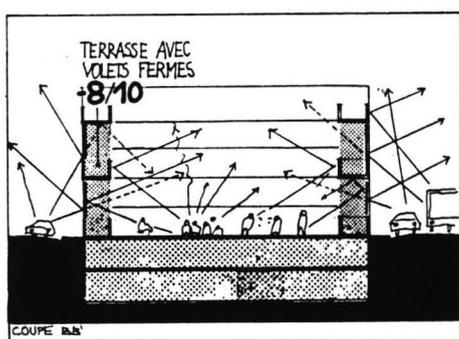
En imaginant la réalisation d'un espace serre pour séparer les deux terrasses, on donnerait aux occupants la possibilité de s'approprier un volume en dehors du logement. Dans un environnement de qualité, les habitants pourraient même ressentir la même commodité qu'autorise la jouissance d'une petite cabane au fond d'un jardin pavillonnaire (bricolage, plantations, zone de réserve par rapport au logement). D'un autre côté, cette serre serait visible depuis l'espace public et transformerait la perception visuelle ordinaire que l'on a de la façade des logements.

Sur la façade de la terrasse (côté rue), un système de volet plein ou vitré coulissant (dosage de la lumière) peut être installé. Il protège la terrasse du bruit ambiant (gain en isolement brut de l'ordre de 8 à 10 dB(A) pour un coulissant simple). Les occupants de la terrasse peuvent alors converser normalement en se faisant face à face à 2,20 m de distance quand le niveau sonore sur rue atteint 58 à 60 dB(A).

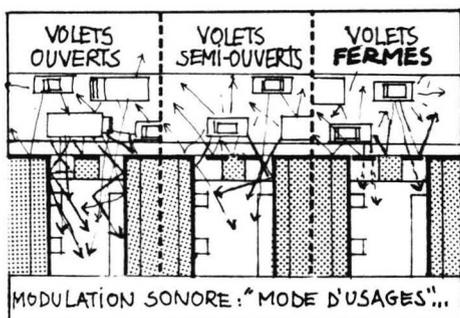
Selon la manière dont le dispositif qui sépare les terrasses de la rue est utilisé, l'ambiance sonore intérieure de la cour urbaine change : plus il y a de volets fermés, plus le niveau de bruit de transport terrestre baisse à l'intérieur de cette dernière et plus l'écoute des sons domestiques qui s'y propagent est audible.

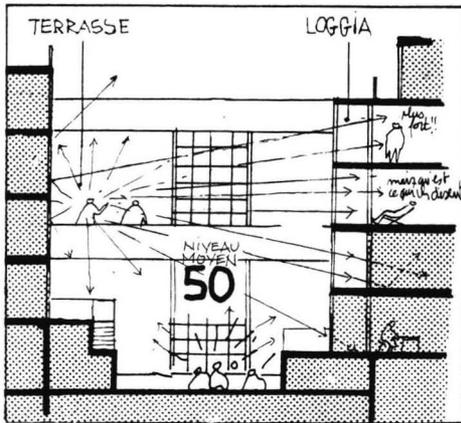


COUPE AA'



COUPE BB'

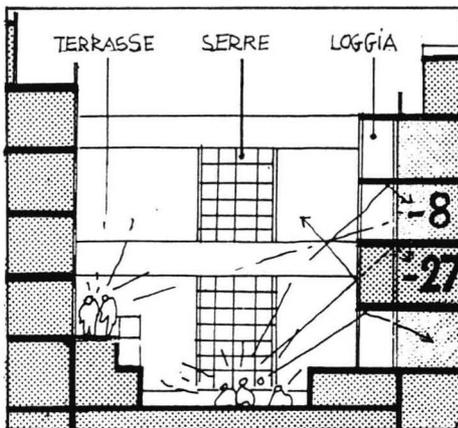




Par exemple : quand le niveau sonore dans la cour intérieure atteint 50 dB(A), la conversation qui se tient sur les terrasses sera audible depuis la pièce située en face, sans être compréhensible. Il y a donc bien évolution de l'écoute du bruit provenant de la rue en fonction de la manipulation des volets.

2/ Intelligence sonore du plan d'habitation : une façade d'habitation filtre qui permet de moduler l'écoute des bruits provenant de la cour.

Il faut remarquer que les façades des logements qui se font vis-à-vis dans la cour ne sont pas de même nature. D'un côté, on a une façade traditionnelle composée de fenêtres et portes-fenêtres donnant sur cour, de l'autre on a une façade constituée par des loggias qui séparent les pièces du logement de la cour intérieure. Si, pour chacun des occupants, la cour est une première "boîte sonore" qui, selon le degré de son ouverture aux bruits de la rue, crée la variation entre les plans sonores proches et lointain, la loggia est une seconde "boîte sonore" qui permet de moduler la circulation des sons entre la cour et le logement. Quand les fenêtres intérieures et extérieures de la loggia sont ouvertes, l'affaiblissement acoustique entre la cour et la pièce intérieure du logement est de l'ordre de 8 dB(A). Si les vitrages intérieurs ou extérieurs de la loggia ont chacun un isolement de 15 dB(A), l'isolement cumulé fenêtres fermées + sas est de 27 dB(A) entre la pièce du logement et la cour intérieure. Dans une ambiance sonore plus bruyante ou moins bruyante de jour comme de nuit, les habitants peuvent s'ouvrir ou se fermer aux bruits, se réunir ou se séparer, s'isoler ou se relier entre eux selon leur choix.



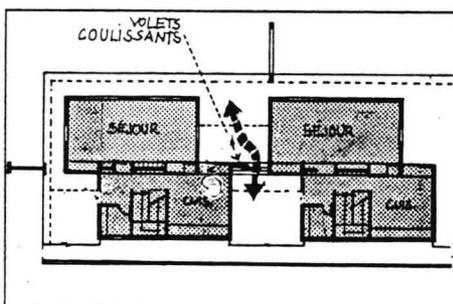
3/ Cas d'application.

On peut utiliser ce principe de composition urbaine dans un contexte où les bruits périphériques ne dépassent pas 66 dB(A) en façade sur rue (soit 50 dB(A) potentiels à l'intérieur de l'îlot). Au-delà, on peut supposer que le volet de modulation sera toujours utilisé pour permettre l'usage de la parole sur les terrasses périphériques. Si le niveau sonore moyen sur rue atteint 60 dB(A), l'aménageur ne devrait pas prévoir le système d'atténuation sonore entre la rue et la terrasse. En le maintenant, le bruit de fond dans la cour intérieure risquerait d'atteindre des valeurs trop faibles qui pénaliseraient l'expressivité sonore de chacun des habitants autour de la cour.

Quant à l'usage de la terrasse, il pourra toujours se "réfugier" dans la serre pour gagner un peu de calme par rapport à la rue.

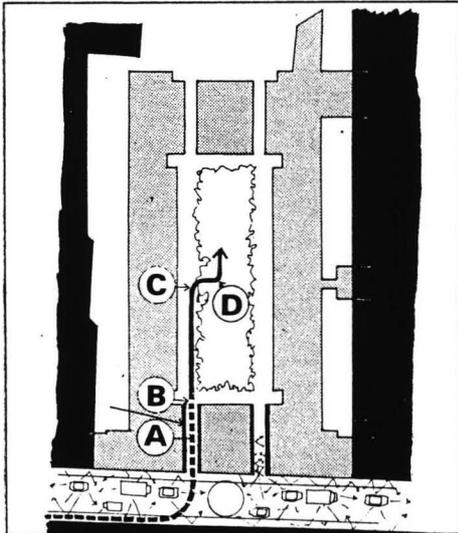
4/ Principe voisin.

Modulation sonore entre deux terrasses d'après le plan de Daniel Ballif et Roger Loponte, architectes.



1.5. MODERATO HABITABLE

*A partir d'un projet de Renzo Piano, architecte
Logements Rue de Meaux - Paris 19ème
1988 / 1991*



Une logique de la coupure sur l'environnement sonore extérieur.

La vie en ville peut être jugée fatigante, bruyante, coupée de la nature. Alors pourquoi ne pas composer un espace associant repos, calme et flore en plein coeur de Paris ?

1/ L'effet sonore de coupure transporte l'auditeur dans un "ailleurs".

Sur rue, le projet continue la ville. Trois édifices distincts sont séparés par deux petites venelles à partir desquelles on accède au coeur d'un îlot : un grand jardin de plan rectangulaire. Pénétrant dans la venelle, on a un effet sonore de coupure immédiat (- 5 à - 6 dB(A) au milieu de la venelle si les parois qui la bordent sont réfléchissantes, - 15 dB(A) au centre de la venelle si les parois qui la bordent sont très absorbantes). Au seuil d'accès à la cour, l'atténuation par rapport au bruit extérieur N est de N - 10 à - 12 si la venelle est réfléchissante, N - 21 si la venelle est absorbante.

Au point C, on a une forte absorption des ondes qui se propagent le long de la façade et on obtient N - 30 si la venelle est absorbante, N - 21 si la venelle est réfléchissante.

En D, on obtient N - 23 à - 25 dans la situation où la venelle est absorbante, N - 14 à - 15 si la venelle est réfléchissante.

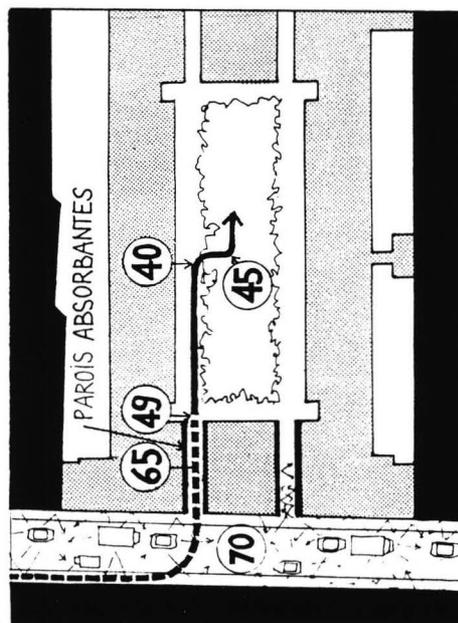
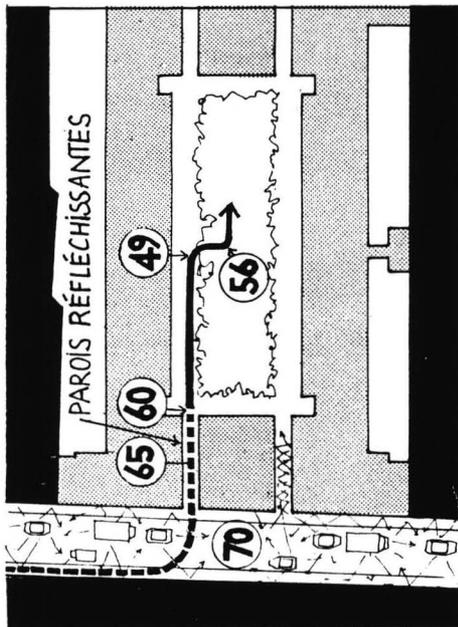
70 dB(A) dehors, 55 dB(A) dedans.

Dans la configuration où la venelle est réfléchissante, et en supposant un niveau dans la rue extérieure à l'îlot de N = 70 dB(A), on obtient au centre de la cour N - 15 soit encore 55 dB(A).

En C, on obtient N - 21 soit encore 49 dB(A).

Bien choisir le tracé du cheminement en coeur de parcelle.

Ainsi, en accédant à son logement en longeant les façades de la cour, l'habitant arrivera à comprendre une discussion qui a lieu à l'intérieur des logements, fenêtres ouvertes, à 4 m de distance de la source.



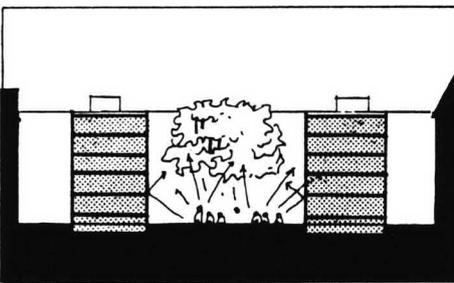
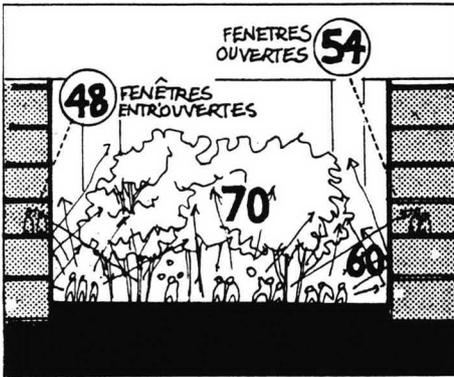
Si l'utilisateur passe au centre de la cour, ce même son domestique sera à peine audible, voire à la limite du seuil d'audibilité si les spectres du bruit de fond et du son émanant du logement sont à peu près équivalents.

2/ Réfléchir au potentiel d'usage sonore le plus probable.

Si un jeu d'enfants s'anime dans la cour et qu'on suppose que le niveau sonore dans le champ réverbéré est d'environ 70 dB(A) à 4 m de distance, on a un niveau en façade variant selon l'éloignement par rapport à la source entre 60 et 62 dB(A), soit encore 54 à 56 dB(A) à l'intérieur du logement à 1 m de la façade, ce qui ne gêne pas la conversation entre deux locuteurs situés face à face à 1,30 m de distance à l'intérieur du logement (dans l'exemple qui précède, on a supposé que les fenêtres sont toutes ouvertes ; si elles sont faiblement entrouvertes, l'isolement augmentera de 6 à 8 dB(A), soit encore 48 à 50 dB(A) à 1 m de la façade à l'intérieur du logement).

Toutes ces données globales peuvent sans doute aider l'urbaniste à un choix qualitatif global pour la prise en compte de la vie sociale et sonore propre à la cour.

Nos recherches précédentes ("Sonorité, sociabilité, urbanité", "Conception et usage de l'habitat : proxémies sonores comparées" / cf. Bibliographie) nous permettent de dire que ce type d'espace, à cette échelle, incite à une certaine discrétion : les gens conversent souvent à voix basse et il y a peu d'appels entre le haut et le bas des logements par exemple. Une sorte de régulation sonore fonctionne : un jeu de ballon ne pourra se développer que de manière discrète du fait du décalage des niveaux de sol dans la cour intérieure et de l'emprise simple et clairesemée des plantations. Nous sommes dans un type d'architecture qui permet la rencontre entre des petits groupes (3 personnes par exemple), ou avec soi-même (isolement). On voit mal de grands groupes ou la foule séjourner à l'intérieur de ces lieux.



1.6. UNE PIECE SONORE URBAINE RURALISEE

*A partir d'un plan de Roland Simounet, architecte
Résidence "Les Fougères" - ZAC Citroën Sévennes
Paris 15ème - 1987 / 1991*

Une logique du silence.

La résidence des Fougères est d'abord un front de parc de 143 m de longueur scandé en six plots profonds et ouverts sur des jardinets intérieurs.

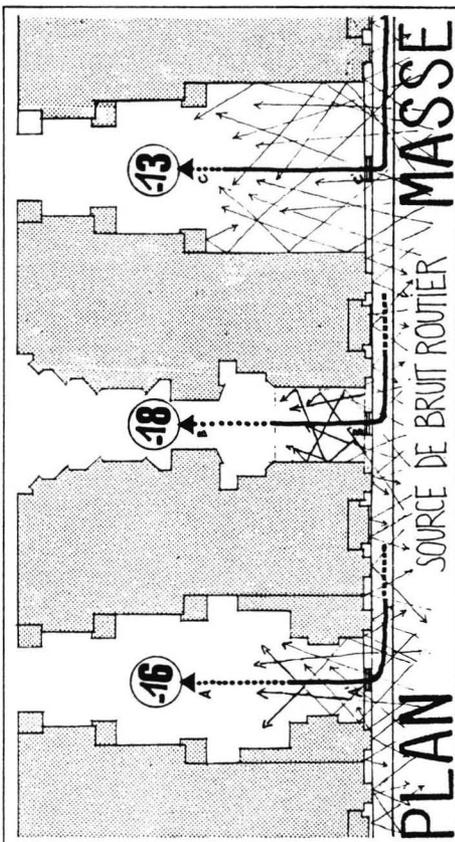
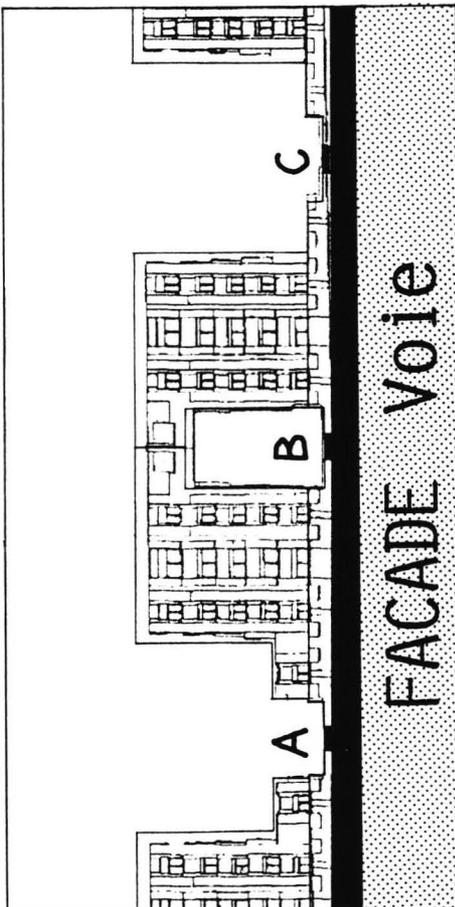
Ce projet montre (et suggère) au concepteur des principes de raccordement variés entre les logements et la rue (ou le boulevard urbain) qui les borde. Ainsi, selon les configurations A, B ou C (la configuration "C" est fictive : elle permet d'étudier un cas supplémentaire), le principe de raccordement choisi entre les jardins intérieurs et la voie routière - en plan et en coupe - est différent, ce qui entraîne de grandes variations en niveau sonore à l'intérieur des jardins.

Le raccordement des cours intérieures par rapport à la rue diminue l'impact sonore du bruit routier. Ainsi, pour un niveau sonore N sur la voie routière, on obtient au sol, au centre de chacune des cours intérieures, N - 16 dB(A) dans la configuration A, N - 18 dB(A) dans la configuration B, N - 13 dB(A) dans la configuration C.

D'autre part, dans le sens du trajet vers A, c'est-à-dire en s'éloignant de plus en plus de la source de bruit routier, l'effet sonore de coupure que l'on perçoit lors du déplacement se ressent beaucoup plus tôt dans les solutions A et B que dans la solution C. Dans la solution B, les fréquences graves pénètrent moins à l'intérieur du tissu que dans la solution A, phénomène qui a tendance à rendre plus soudain l'effet sonore de coupure.

1/ La présence sonore de la nature "habille" le silence.

Comme dans le projet de Renzo Piano, plus le raccordement au carrefour est resserré, moins le bruit de fond pénètre dans les cours et plus le résident est saisi par le silence qui règne à l'intérieur des cours. Dans l'opération de Roland Simounet, les usages sonores sont plutôt sur la réserve ; les façades décalées les unes par rapport aux autres et la densité forte de terres pour les plantations sur les balcons comme au sol limitent les réflexions sonores. De plus, des jets d'eau sonorisent les cours.





Ici, les habitants sont isolés du bruit urbain mais rassemblés par les sons de la nature. Il reste que cette pièce sonore urbaine semble un peu trop austère, voir monacale.

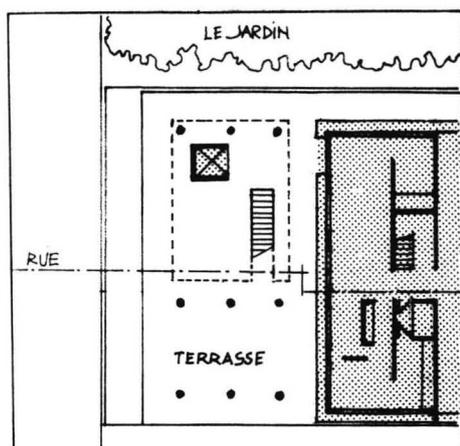
2/ Cas d'application.

Ce projet illustre une manière de faire face à la pénétration généralisée du bruit routier dans le tissu d'habitat. Situé le long d'une voie très circulante, il permet d'accentuer la perception d'un contraste sonore toujours valorisé dans le vécu du trajet vers le logement. Raccordé à une rue calme, il peut créer, à l'intérieur des cours, le sentiment monacale dont nous parlions précédemment. Une visite sur place permet de s'en rendre compte.

1.7. LA TERRASSE IMPERIALE

A partir d'un projet de Francis Soler pour un immeuble avenue de Boylesve / Concours mars 1988 - TA n° 397, p. 48

Une logique de l'appropriation sonore.

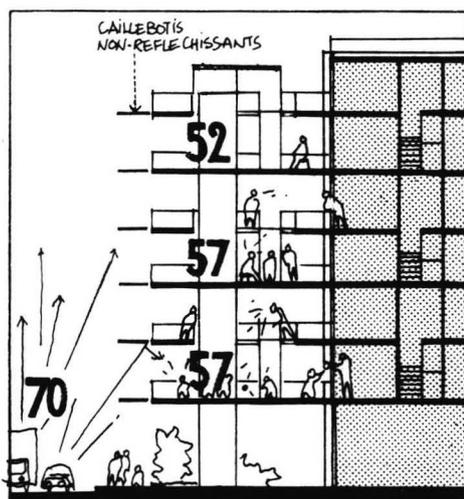


On connaît le rôle d'écran acoustique que remplit une terrasse. On sait moins en revanche qu'en donnant à cette dernière de la profondeur, on en facilite l'usage, même dans un environnement sonore bruyant. Alors, pourquoi ne pas envisager d'offrir aux habitants la jouissance d'une terrasse qui n'a pas la brutalité d'une frontière opaque (un garde corps plein) et qui possède des vertus réelles d'atténuation du bruit sans l'obturation de la vue ?

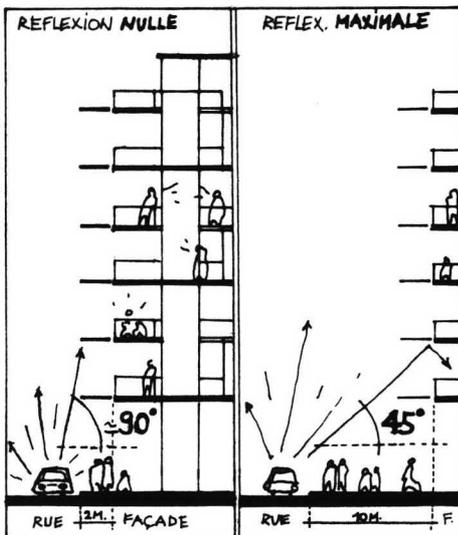
1/ Deux terrasses superposées appropriables.

Le projet de Francis Soler peut être considéré comme l'illustration de cette double démarche. Tout semble en effet avoir été fait pour mieux protéger les façades et les terrasses du bruit extérieur et laisser ouverte la vue sur le dehors depuis ces espaces et les pièces domestiques.

Par rapport à l'environnement sonore extérieur, ces terrasses profondes apportent un gain acoustique très efficace quand la source de bruit est au pied de l'immeuble (N-13 à N-18 dB(A) selon les étages). Mais si ce gain diminue au fur et à mesure que la source de bruit est éloignée des façades, on peut néanmoins disposer un matériau absorbant sur la sous-face de la dalle supérieure de la terrasse et combler ainsi partiellement le gain perdu (N-10 à N-16 dB(A) selon les étages). Le tableau ci-dessous l'illustre :



	Gain dû à la profondeur de la terrasse			Gain dû à la pose d'un absorbant phonique en sous-face des deux terrasses			Gain total maximum			Gain dû à un balcon plein		
	NIV 1	NIV 2	NIV 3	NIV 1	NIV 2	NIV 3	NIV 1	NIV 2	NIV 3	NIV 1	NIV 2	NIV 3
Source en 1 à 2 mètres	13	13	18	2	4	0	15	17	18	1	1	1
Source en 2 à 10 mètres de la façade	7	10	16	3	4	0	10	14	16	3	2	1



Quand la source de bruit est au pied de l'immeuble, il n'y a pas ou peu d'effet de réflexion sur la sous face des terrasses. Celui-ci atteint son maximum quand la source fait un angle de 45° par rapport à la façade de chacun des étages, et il redevient négligeable pour une source placée à l'infini.

Parallèlement, l'effet de réflexion est d'autant moins important que, pour une source localisée, on se situe à un étage élevé.

La pose d'un absorbant phonique permet de gagner 2 à 4 dB(A) d'isolement sur les terrasses basses. Elle est inutile pour conforter le duplex le plus haut.

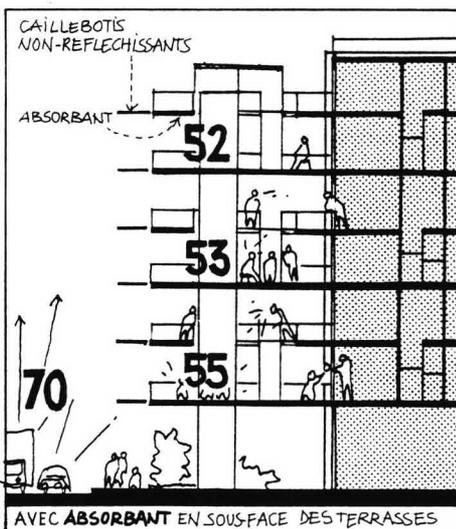
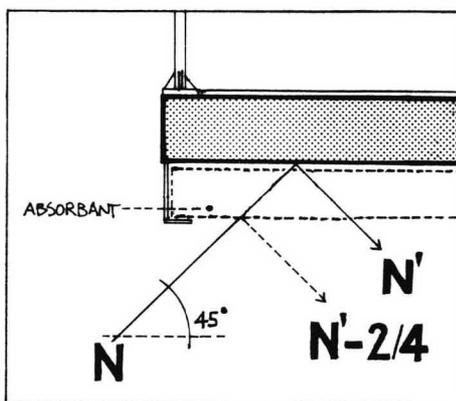
2/ Vers un rapport à la ville plus anonyme.

En prévoyant l'accès au logement par les terrasses, on renforce l'anonymat du mode de vie domestique dans la ville et on diminue les relations de voisinage. Du fait de la superposition des terrasses, on peut même supposer que les membres de la famille pourront facilement s'interpeller et circuler entre l'intérieur et l'extérieur, sans relations avec les voisins. L'habitabilité du logement dans ce contexte pourtant bruyant devient ainsi confortée.

3/ Cas d'application.

Ce dispositif propose une alternative à la réalisation d'écrans opaques pour la protection des terrasses en milieu bruyant (garde-corps plein, terrasses en gradins).

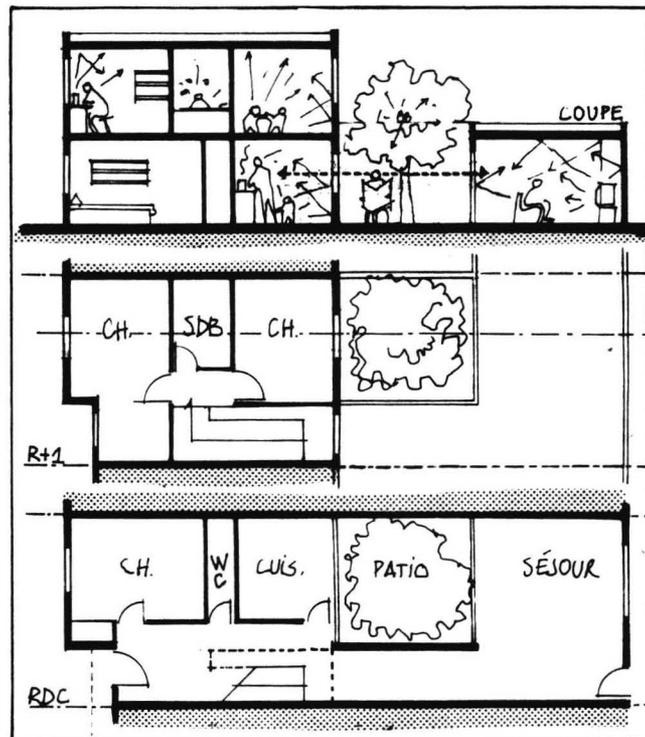
S'il permet de diminuer de 15 à 18 dB(A) l'impact du bruit provenant d'une rue située en pied d'immeuble en maintenant la pleine vue sur le dehors, il donne de plus aux habitants la possibilité de converser sur les terrasses à voix normale ou de s'interpeller du haut en bas dans un environnement bruyant voisinant les 65 à 70 dB(A). Il reste que ce principe spatial aura moins d'efficacité dans un lieu exposé à des sources sonores multiples (la zone de calme serait alors confinée au centre de la terrasse).



CHAPITRE 2

VERS UNE MODULATION DE L'ECOUTE DANS LE LOGEMENT

2.0. LA MODULATION SONORE COMME EXERCICE DE COMPOSITION SPATIALE



Dispositif imaginé par Christophe Chauvin
et Isabelle Minazzoli dans le cadre d'un concours
EUROPAN 1989 (Saint-Quentin-en-Yvelines)

En questionnant la production d'architecture contemporaine, il apparaît que des dispositifs structurent l'univers sonore du logement.

Parmi ces dispositifs, certains semblent valoriser des pratiques sonores individuelles et des convictions en matière d'isolation phonique par rapport à l'intérieur ou à l'extérieur.

D'autres suggèrent plutôt un goût pour la circulation libre des flux sonores entre les pièces du logement.

Parfois, les plans révèlent des solutions qui visent à rendre possible le déroulement naturel de plusieurs activités domestiques au même moment.

Certains semblent même prévoir l'ouverture ou la fermeture d'une pièce du logement sur un espace sonore privilégié ou un espace temps de réserve.

S'il y a donc bien dans le domaine qui nous intéresse des différences quantitatives et qualitatives à déceler dans le corpus de la production architecturale contemporaine du logement, il reste à découvrir les principes qui déterminent, à l'usage, le potentiel de modulation sonore dans le domicile.

Ce chapitre dévoilera dans ce sens :

1/ Les dispositifs qui assurent un gain en isolement acoustique de fait dans l'habitat :

- les cloisons doublées d'un placard,
- les sas d'entrée et les sas intercalés entre deux pièces du logement (dressing par exemple),
- le positionnement du couloir de distribution entre coin jour et coin nuit,
- des couloirs longs avec ou sans chicanes.

et ceux qui permettent à l'habitant de régler, à son oreille, l'écoute dans le logement :

- les limites épaisses (double façade, sas courts aux portes amovibles),
- l'entrouverture des portes et des fenêtres,
- le sens d'ouverture d'une porte séparant deux pièces.

2/ Les dispositifs qui assurent, pour l'utilisateur, une gestion facile des activités sonores synchrones dans le logement : on verra notamment comment le redoublement d'espaces intercalaires entre deux pièces principales, permet à des activités simultanées de se dérouler sans gêne mutuelle.

3/ Les dispositifs qui sont propices aux fantaisies sonores personnelles (espace sonore de réserve) et à la création d'ambiances sonores particulières différenciées de celles qui sont présentes dans le milieu localisé.

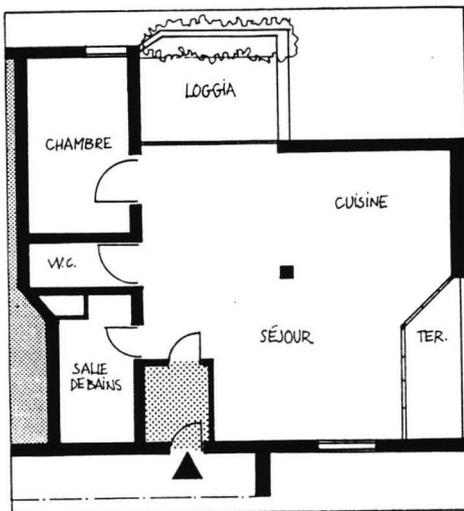
Dans le développement qui suit, tous les calculs donnent des valeurs d'isolement perceptibles par les occupants. Pour les acousticiens, c'est une valeur d'isolement normalisé où l'on a considéré :

- . que toutes les pièces principales sont normalement meublées (elles sont donc absorbantes : $TR = 0,5$ seconde) ;
- . que les sas ou entrées sont meublés en fonction de la surface (un petit sas n'est pas meublé : il est réfléchissant ; un sas plus grand, semblable à une entrée d'appartement, est partiellement meublé : il est semi-réfléchissant).

2.1. ISOLEMENT ACOUSTIQUE FACULTATIF ENTRE LES DIFFERENTES PIECES DE L'HABITAT

1/ Des tests acoustiques "in situ" permettent de fonder des hypothèses sur la circulation du son à travers un passage de porte ouvert.

- passage de porte simple : 5 à 6 dB(A) d'isolement entre deux pièces absorbantes.
- entre deux pièces réfléchissantes : 3 à 4 dB(A) d'isolement.
- passage de porte long (1 m environ) : 6 à 7 dB(A) d'isolement entre deux pièces absorbantes.
- passage de porte long entre 2 pièces réfléchissantes, on atteint 4 à 5 dB(A) d'isolement.
- quand le son circule entre un couloir réfléchissant et une pièce absorbante, le gain en isolement est de 5 à 6 dB(A). Si le couloir est absorbant, le gain acoustique est de 1 à 2 dB(A) supplémentaires en fonction de la longueur (1 à 1,50 m).



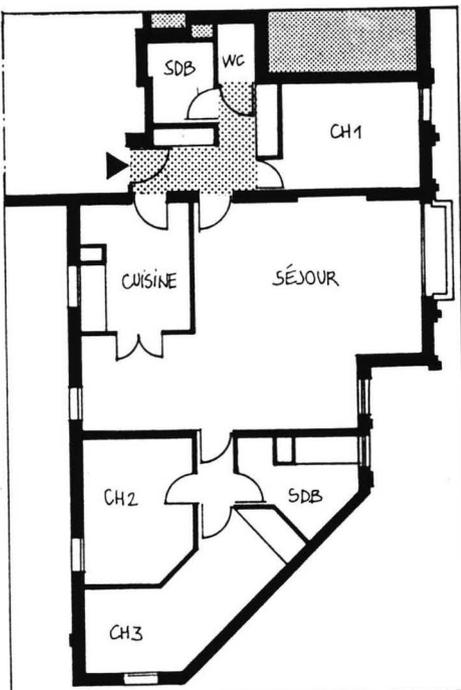
2/ Le sas, cet espace intercalé entre deux pièces, permet l'usage de la dépendance et de l'indépendance sonore dans le logement.

Si un espace "tampon" assure l'indépendance acoustique entre les pièces occupées par les divers membres de la cellule domestique, il permet aussi de créer à l'intérieur une relation de dépendance sonore volontaire mais tranquille entre les pièces.

Le sas permet aussi d'autres usages qui peuvent être valorisés dans le vécu, comme celui d'entrer et de sortir d'une pièce pour aller dans une autre sans se faire remarquer. Ce type d'espace mérite donc, de la part de l'architecte, une attention renouvelée.

Sas court et sas en chicane font gagner de l'isolement acoustique.

Les deux plans ci-contre (Otto Steidle et Roland Sommerer, architectes, Wilmersdorf (banlieue de Berlin), 1984 - et : R. Boffil, architecte, "Les Arcades du lac", Saint Quentin en Yvelines - cf. **paragraphe 2.1.1. Tome 2**) permettent d'évaluer le gain en isolement apporté par la mise en place d'un sas court (environ 4 m²) entre deux espaces.

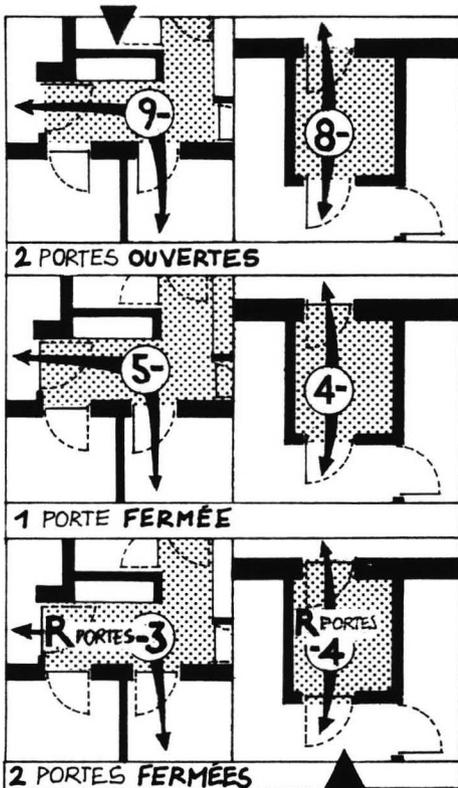


Dans le plan de Otto Steidle et Roland Sommerer, le sas possède deux ouvertures en vis-à-vis :

- si les deux portes sont ouvertes, on obtient un isolement de 7 à 8 dB(A) entre les deux espaces (le volume du séjour est supposé meublé, c'est-à-dire absorbant).
- si une des deux portes est ouverte, on obtient un gain de 3 à 5 dB(A) sur l'indice d'isolement de la porte fermée séparant les deux espaces.
- si les deux portes sont fermées, on obtient une perte de 4 dB(A) environ sur l'isolement cumulé des deux portes séparant les deux espaces.

Le plan de R. Boffil présente un sas court possédant deux ouvertures disposées en chicanes (90°).

- si les deux portes sont ouvertes, le dispositif en chicanes permet un gain en isolement de 8 à 9 dB(A) entre les deux espaces (+ 1 à 2 dB(A) par rapport à une disposition de portes en vis-à-vis).
- si une des deux portes est ouverte, on obtient un gain de 4 à 6 dB(A) sur l'indice d'isolement de la porte fermée séparant les deux espaces.
- si les deux portes sont fermées, on obtient une perte de 3 dB(A) sur l'indice d'isolement cumulé des deux portes séparant les deux espaces.



Dans ce cas, la disposition en chicanes n'apporte pratiquement pas de gain en isolement par rapport à la solution des portes en vis-à-vis.

Il faut retenir de ce qui précède :

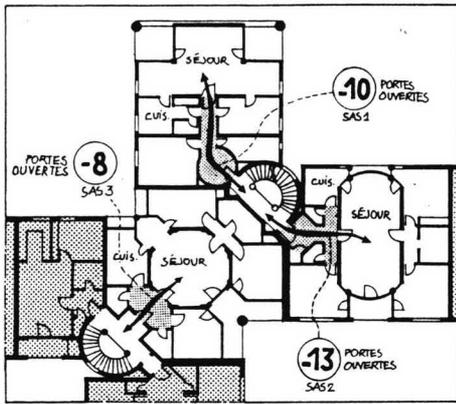
- 1/ que l'angle droit dans un couloir permet de gagner 1 à 2 dB(A).
- 2/ que l'agencement de deux portes (d'isolement I_1 et I_2) fermées de part et d'autre d'un sas court permet d'atteindre un isolement global $I = I_1 + I_2 - 3$ ou $- 4$ ($- 5$ quand les portes sont très proches l'une de l'autre (distance inférieure à 1 m, qu'elles soient disposées en vis-à-vis ou en chicane).

Tableau récapitulatif.

	Isolement acoustique entre 2 espaces en dB(A) séparés par					
	un sas 1 à 2 m ²		un sas = 4 m ²		un sas = 9 m ²	
	chicane	vis à vis	chicane	vis à vis	chicane	vis à vis
Toutes portes ouvertes	8	7	9	8	11	10
Une porte (isolement x) fermée	x + 4	x + 3	x + 6	x + 5	x + 8	x + 6
2 portes (isolements x, y) fermées	x + y - 3	x + y - 4	x + y - 3	x + y - 4	x + y - 3	x + y - 4

Les valeurs seront identiques que les sas soient réfléchissants ou absorbants.

* Tolérance sur les résultats ± 2 dB(A).



L'efficacité phonique dépend de la forme et l'agencement du sas.

Le projet ci-contre (Rob Krier, architecte, Berlin, 1977/1980 - cf. **paragraphe 2.1.2. Tome 2**) permet de tester l'efficacité de la forme du sas séparant le hall extérieur de l'appartement (la cage d'escalier) et le séjour. Dans le plan du haut, le sas est tout en longueur. Dans le plan de droite, un sas et un couloir séparent le séjour du hall de la cage d'escalier. Dans le plan de gauche, le sas de séparation est tout en largeur. Le tableau ci-dessous nous donne des valeurs d'isolement toutes portes ouvertes avec des variations selon la nature réfléchissante ou absorbante des parois constituant les sas.

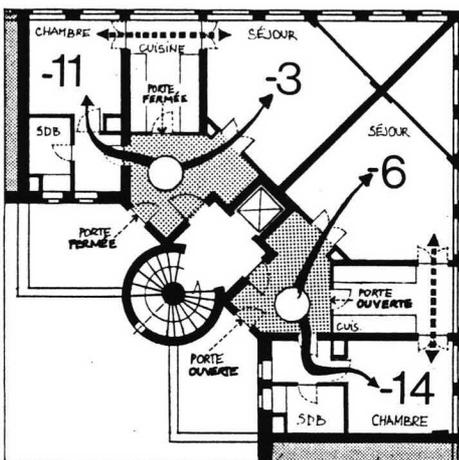
	Haut	Droite	Gauche
Parois réfléchissantes	- 10	- 13	- 8
Parois absorbantes	- 13	- 14	- 10

Si, dans la configuration du plan de droite, les deux portes d'accès au couloir séparant le séjour du sas ne se font pas vis-à-vis, le gain en isolement est de l'ordre de 2 dB(A).

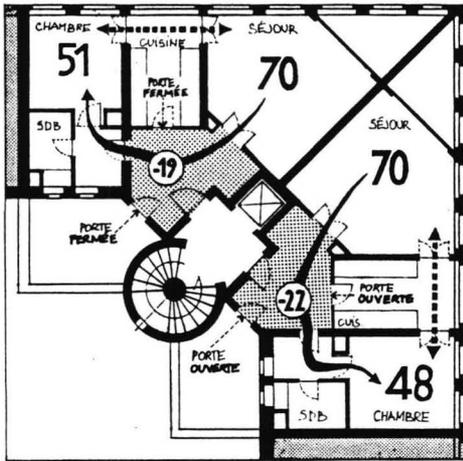
On notera dans le plan du bas la position du séjour au centre de l'appartement. Elle engendre des volumes de distribution tournés vers l'intérieur ou l'extérieur capables d'assurer un gain en isolement.

De l'intérêt du sas quand l'entrée de l'appartement est un espace de distribution et de passage obligé.

Dans le plan ci-contre (Joseph-Paul Cleibues, architecte, Ritterstrasse, Berlin, 1984 - cf. **paragraphe 2.1.3. Tome 2**), l'espace d'entrée de l'appartement est un espace de distribution et de passage obligé. Un son qui circule entre l'entrée et le séjour, quel que soit son sens de passage, perd 5 à 6 dB(A) d'intensité (portes ouvertes). C'est l'affaiblissement escompté entre deux pièces absorbantes. Entre l'entrée et la chambre, cette même source de bruit perd 13 à 14 dB(A) d'intensité (7 à 8 dB(A) de gain du fait du dégagement, + 5 à 6 dB(A) du fait du passage de porte).



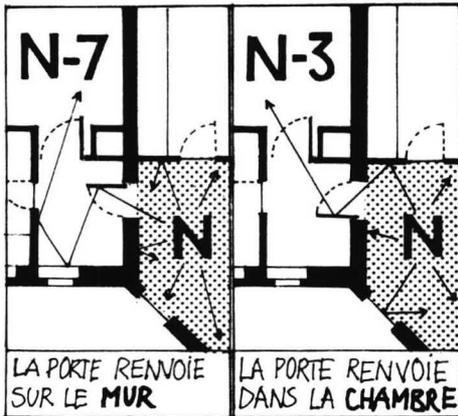
Ce dispositif permet aussi de mettre en évidence la variation du gain en isolement selon la configuration d'ouverture ou de fermeture des portes situées autour de l'espace d'entrée. Quand le son circule du séjour vers la chambre par le hall de distribution, toutes les autres portes donnant sur le local d'émission étant fermées, le gain en isolement obtenu entre les deux espaces est de 2 à 3 dB(A) inférieur au gain en isolement obtenu quand toutes les portes sont ouvertes.



Ainsi, pour une émission dans le séjour de 70 dB(A), on obtient 19 dB(A) d'isolement entre la chambre et ce séjour quand la porte du dégagement, la porte de la chambre et la porte séparant le séjour de l'entrée de l'appartement sont ouvertes et que toutes les autres portes de distribution sont fermées. Si toutes les autres portes de distribution sont ouvertes, le gain en isolement est de + 2 à + 3 dB(A). Le gain en isolement par porte de distribution supplémentaire ouverte est de l'ordre de 0,5 à 1 dB(A).

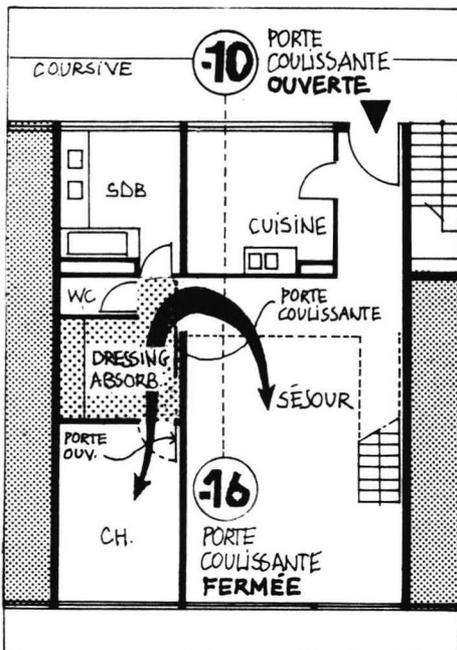
L'autre intérêt de ce plan réside dans la position de la cuisine entre chambre et séjour : l'ouverture des portes permet une écoute indirecte des activités se déroulant dans une pièce (principe qui permet par exemple la surveillance auditive d'un jeu d'enfant au moment de la préparation de repas.

Le sens d'ouverture de la porte modifie aussi le comportement acoustique d'un sas lorsqu'elle est ouverte.



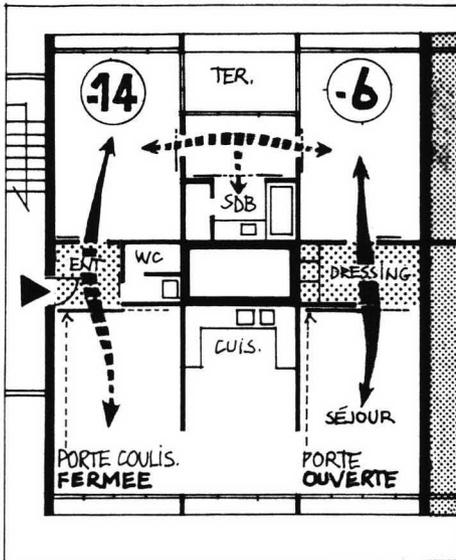
A noter enfin que dans ce dispositif spatial, le sens d'ouverture de la porte d'accès au dégagement favorise l'isolement porte ouverte. Si cette porte ouvrait dans l'autre sens, l'isolement ne serait que de 3 à 4 dB(A) au lieu des 7 à 8 dB(A) annoncés ici (la porte fait chicane et renvoie le son provenant de l'espace de distribution sur une surface semi-absorbante disposée face à la porte d'accès à la chambre).

Le sas comme petite pièce à usage privatif permet de prolonger des activités se déroulant entre deux pièces du logement.



Dans une trame de construction adaptée pour réaliser un appartement en duplex, le projet ci-contre de Dominique Perrault, architecte (immeuble villa à Saint-Quentin-en-Yvelines, 1988/1991, banlieue parisienne - cf. **paragraphe 2.1.4. Tome 2**), prévoit un dressing pouvant, selon l'usage, soit prolonger des activités se déroulant dans la chambre ou la salle de bains, soit assurer un gain en isolement acoustique entre le séjour et la chambre (10 dB(A) grâce à la porte coulissante et à la disposition en chicanes des autres portes, auquel on peut ajouter 6 dB(A) d'isolement si le sas est absorbant.

S'il est traité avec des matériaux réfléchissants, le dressing n'apporte aucune atténuation supplémentaire (3 dB(A) s'il est semi-absorbant). Dans ce dernier cas, le niveau maximum dans le salon ne devra pas dépasser 53 dB(A) environ pour qu'une conversation à voix normale (7 m de distance) puisse avoir lieu entre la chambre et la salle de bains quand la porte coulissante est fermée. Notons que ce niveau d'intensité dans le champ réverbéré du salon correspond au niveau produit par une conversation qui se tient à voix normale dans un séjour meublé.



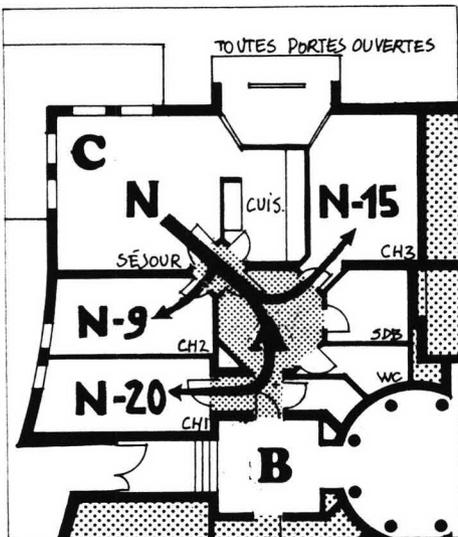
Si on lui ajoute deux portes coulissantes vers l'entrée et vers le dressing, ce plan d'appartement (projet théorique de J-P. Vidal, architecte et P-H. Gatheron, designer, 1967 - cf. **paragraphe 2.1.5. Tome 2**) assure lui aussi, selon l'usage, soit un gain en isolement acoustique entre le coin jour et le coin nuit, soit la prolongation d'une activité se déroulant dans la chambre, dans l'espace dressing ou dans l'entrée. On remarquera aussi l'espace appropriable entre les deux chambres entre la terrasse et la salle de bains, principe qui permet là aussi une écoute indirecte.

3/ Vers le renouvellement d'un principe abondamment utilisé au XIXème siècle dans l'agencement des demeures bourgeoises : la multiplication des sas.

Dans le plan ci-contre (Hans Hollein, architecte, Berlin, 1984 - cf. **paragraphe 2.1.6. Tome 2**), c'est par l'"antichambre" (A) qu'on entre dans l'appartement et que se rattachent les autres pièces du logement. Entre cette antichambre et les autres pièces, le plan crée même un petit volume de passage qui temporise faiblement les bruits et permet de mieux s'isoler en cas de nécessité.

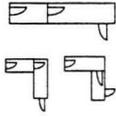
Le tableau ci-dessous donne quelques valeurs d'isolement perceptibles par les occupants. Pour les calculs, les isollements des portes intérieures sont tous de 15 dB(A) et celui de la porte palière est de 30 dB(A). On considère qu'il y a des portes à chaque extrémité de sas.

Les isollements supérieurs à 45 dB(A) sont à pondérer avec les résultats des transmissions solidiennes éventuelles des parois.



Bruit en	Portes	Ch. 1	Ch. 2	Ch. 3
A	Ouvertes	-11	-9	-6
	Fermées	-28	-27	-15
B : palier	Ouvertes	-7	-18	-17
	Fermées	-42	-71	-60
C : séjour	Ouvertes	-20	-9	-15
	Fermées	-56	-27	-47

Bilan sur le gain en isolement du fait de l'agencement de deux sas successifs.

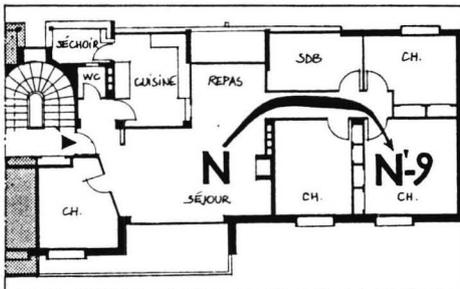
Isolement acoustique entre les 2 espaces en dB(A) Les portes sont dans l'ordre A,B, C.		
Si toutes portes ouvertes	10 à 13	7 à 9
Si porte A fermée	$x + (6 \text{ à } 8)$	$x + (5 \text{ à } 7)$
Si porte B fermée	$y + (6 \text{ à } 8)$	$y + (5 \text{ à } 7)$
Si porte C fermée	$z + (6 \text{ à } 8)$	$z + (5 \text{ à } 7)$
2 portes fermées	$x + y - 3$	$x + y - 3$
3 portes fermées (cas jamais mesuré)	$x + y + z - (4 \text{ à } 6)$	$x + y + z - (4 \text{ à } 6)$

Que les sas soient absorbants ou non, les valeurs devraient se tenir dans la tolérance des ± 2 dB(A).

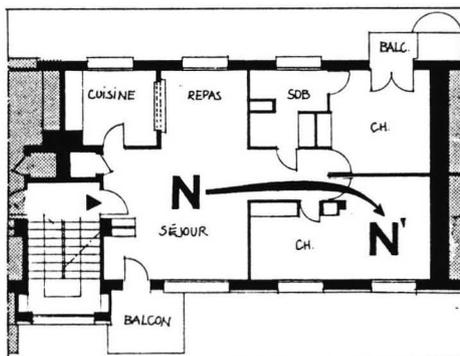
4/ Séjour / couloir / chambre : +/- 10 dB(A)

Dans l'élaboration d'un plan de logement, le positionnement du couloir de distribution entre coin jour et coin nuit peut avoir le même efficacité acoustique qu'un sas.

Les deux plans ci-contre (les Frères Niermans, architectes, M. Lods, architecte, Sotteville-lès-Rouen - cf. paragraphe 2.1.7. Tome 2) illustrent la notion d'espace ouvert proposé par les concepteurs dans les années 1950.



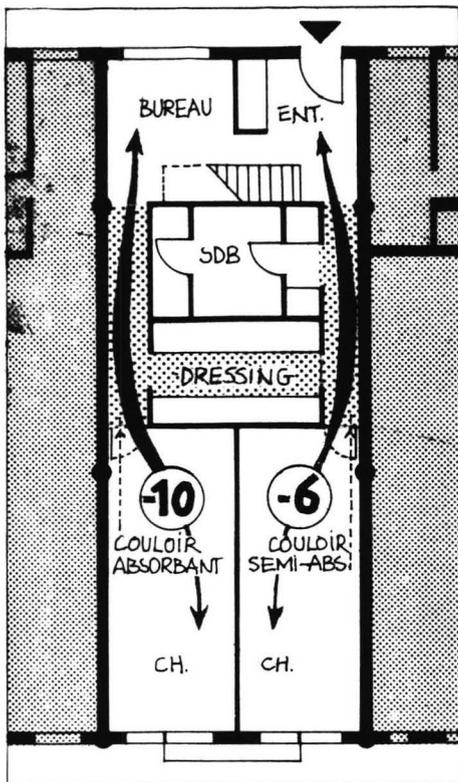
Ces deux projets proposent une répartition des pièces presque similaire mais suggèrent des commodités acoustiques bien différentes. Quand toutes les portes sont ouvertes entre salon et chambre du fond, la solution proposée par les Frères Niermans assure une meilleure atténuation sonore (gain de 9 dB(A) d'isolement environ) que la solution proposée par M. Lods.



En effet, l'impact d'une même activité sonore se déroulant dans les séjours, 2 mètres en avant de l'entrée dans le couloir menant aux chambres, est minorée de 2 à 3 dB(A) dans la solution des Frères Niermans par rapport à la solution de M. Lods du fait de l'organisation spatiale du coin salon / salle-à-manger / couloir.

D'autre part, la longueur et la largeur de la circulation permettent une atténuation supérieure de 2 à 3 dB(A) dans le plan des Frères Niermans par rapport au plan de M. Lods. Enfin, la position des portes des chambres du fond placées perpendiculairement à l'axe de la circulation, favorise sur le plan du haut un isolement de 2 à 3 dB(A) supplémentaires.

La preuve est ici faite que la forme de l'espace, l'emplacement de la zone de circulation et la disposition des portes peuvent modifier l'écoute dans le logement.

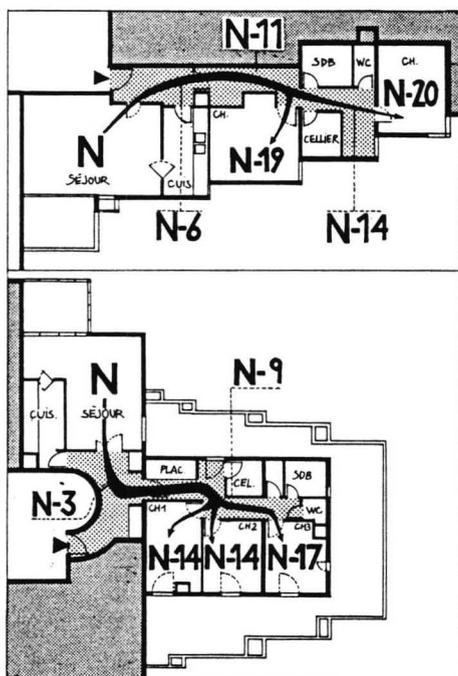


Notons que si les portes des chambres sont fermées, le gain en isolement entre le séjour et les chambres est le même dans les deux solutions.

5/ Les couloirs longs avec ou sans chicanes.

Ce duplex (Atelier 5, architectes, concours pour des logements à Fribourg, Suisse, 1987 - cf. **paragraphe 2.1.8. Tome 2**) dont on voit le plan du niveau bas laisse deux passages longs de 6 m environ pour l'accès aux chambres depuis l'entrée. Outre le fait qu'on peut disposer à l'entrée du dressing d'une porte supplémentaire pour séparer le coin entrée du coin chambres, ce couloir long, toutes portes ouvertes, peut assurer un gain en isolement acoustique de 10 à 11 dB(A) s'il est très absorbant (moquette au sol et sur les murs + plafond absorbant), 6 à 7 dB(A) s'il est moyennement absorbant (moquette au sol et sur un seul mur) et de 1 dB(A) seulement si le couloir reste réfléchissant.

Entre le coin jour et le coin nuit, le couloir long est aussi un principe qu'a utilisé H. Ciriani, dans son opération "La Noiseraie" à Marne la Vallée (publiée en 1986 - cf. **paragraphe 2.1.9. Tome 2**). Les tableaux ci-dessous nous donnent les valeurs d'isolement obtenues entre le coin séjour et les chambres du fait des sas tantôt courts, tantôt larges qui se succèdent dans la circulation. L'intérêt de ce dispositif réside dans le fait qu'il entretient entre la zone nuit et la zone jour une progression sonore (crescendo ou decrescendo selon le sens du déplacement). De même, l'emplacement du cellier n'est pas neutre puisqu'il génère des circulations et crée une zone d'activité dans le coin nuit à proximité des zones de bains.

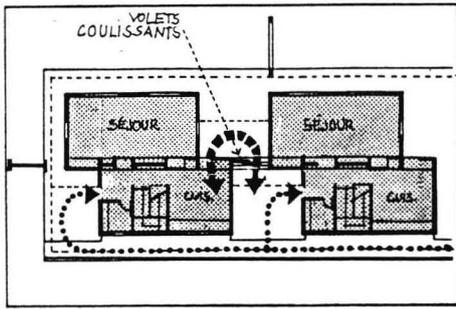


Plan du haut.

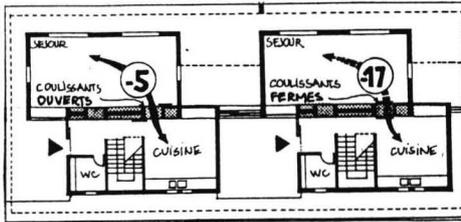
Séjour	Niveau N	Explication
Entrée	N - 6	
Dégagement	N - 11	Sas court + chicane
Ch. 1	N - 19	Entrée Ch. (+ 6) + coude (+ 2)
Ch. 2	N - 20	Entrée Ch. (+ 6) + sas long (+ 3)

Plan du bas (mur courbe).

Séjour	Niveau N	Explication
Entrée	N - 3	Effet sas court
Dégagement	N - 9	Effet sas court
Ch. 1	N - 14	Effet sas large (+ 6) + coude (+ 2)
Ch. 2	N - 14	Effet sas large (+ 6) + coude (+ 2)
Ch. 3	N - 17	Effet sas large (+ 6) + sas long (+ 3) + coude (+ 2)

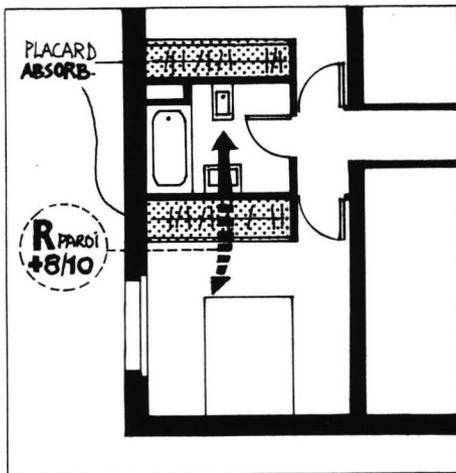


La forme courbe située dans l'entrée favorise les réflexions entre le séjour et le dégagement (+ 3 dB(A) environ par rapport à un mur plat). Quelle que soit la position de la source dans le séjour, ce mur courbe renvoie le son dans la circulation. Les communications sonores entre la partie jour et la partie nuit sont de ce fait renforcées quand toutes les portes sont ouvertes.



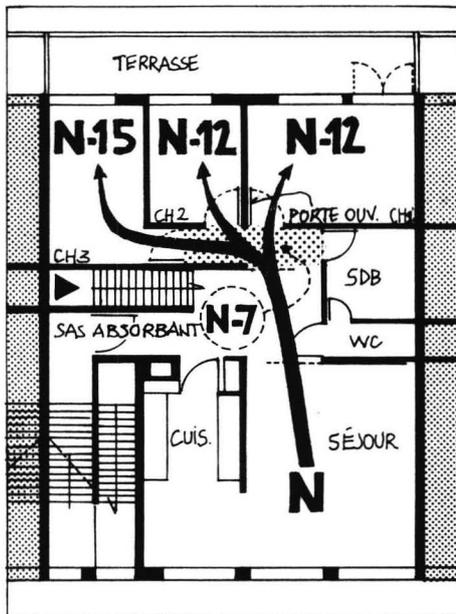
6/ Les limites épaisses (placards, passages aux portes amovibles, double façade vitrée).

Ce dispositif que l'on doit aux architectes D. Baillif et R. Loponte (immeuble villa réalisé à Troinex, Genève, Suisse, 1985/1986 - cf. **paragraphe 2.1.10. Tome 2**) utilise le principe de la limite épaisse pour séparer cuisine et séjour (rez-de-chaussée) et l'espace de circulation et les chambres (à l'étage).



Le tableau ci-dessous nous indique toutes les valeurs d'isolement obtenues dans les configurations de gestion des flux sonores entre salon et cuisine.

	Isolément	
Sans porte	5 à 6	
Revêtement absorbant sur tableaux	5 à 6	Effet négligeable pour une moquette. 1 dB(A) si matériau épaisseur 5 cm.
Porte coulissante	8 à 10	
Porte à la française	15	
Coulissante + à la française	8 + 15 - 3	
Coulissante + à la française + absorbant	8 + 15 - 2	Si matériau absorbant épais.



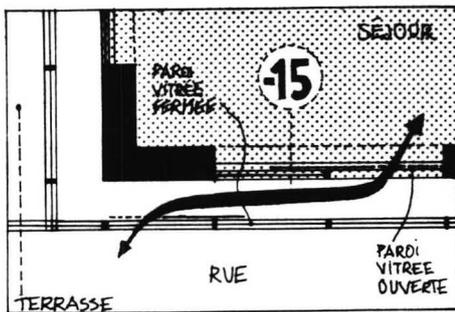
À l'intérieur de cette "limite épaisse", s'intègrent les placards ou les passages entre les pièces (on connaît l'efficacité acoustique d'un placard qui, s'il est très absorbant - placard à habits par exemple - permet de gagner 8 à 10 dB(A) d'isolement sur l'indice d'isolement de la paroi qui sépare deux pièces, dispositif dessiné par Loïc Hamayon - cf. **paragraphe 2.1.11. Tome 2**).

Il faut retenir de ce principe qu'il donne à l'utilisateur une grande potentialité de modulation sonore (entre 5 et 20 dB(A) ou plus selon la nature de la porte ouvrant à la française).

Dispositif voisin : d'après un projet de Alvaro Siza, La Hague, 1987.

En couplant un espace de distribution généreux avec un sas-couloir conçu comme une limite épaisse (cf. **paragraphe 2.1.12. Tome 2**), on peut gagner une modulation sonore de 7 à 15 dB(A) entre le séjour et les chambres, toutes portes ouvertes.

Le redoublement de la façade vitrée.



Ce projet de Francis Soler, déjà étudié au Chapitre 1 (Parc de Passy, Paris 16ème, 1988/1991 - cf. **paragraphe 2.1.13. Tome 2**), offre le même potentiel de modulation sonore à l'usage (entre - 5 et - 45 dB(A) d'isolement obtenus par rapport aux bruits provenant du dehors) selon le dispositif d'ouverture et de fermeture des deux parois vitrées séparées l'une de l'autre de 40 cm environ (principe d'accessibilité qui autorise le nettoyage des deux parois vitrées). Le gain de 15 dB(A) par rapport au bruit ambiant extérieur peut être obtenu dans la configuration de circulation du son illustrée ci-contre (les deux fenêtres coulissantes ont une ouverture de 50 cm chacune). En jouant sur la fente qu'il laisse entrouverte, l'utilisateur dose la quantité de bruit qui lui semble confortable chez lui.

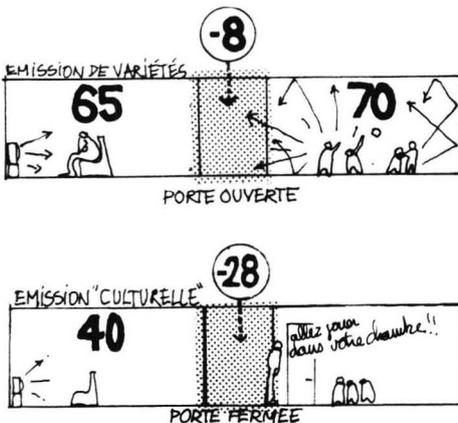
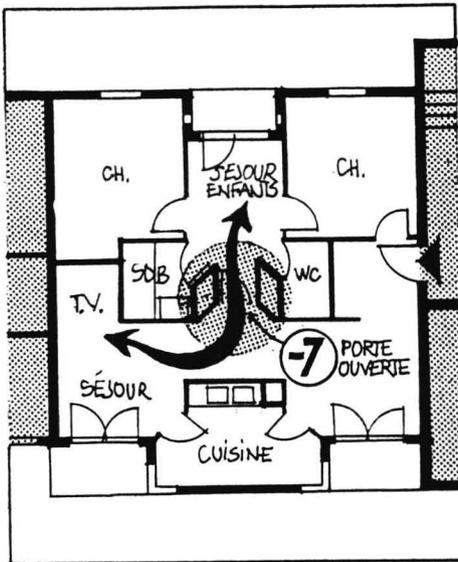
2.2. CONCEPTION SPATIALE ET TEMPORALITES SONORES SYNCHRONES

Dans cette catégorie de projets, une pièce, située en général dans une position centrale par rapport aux autres espaces du logement, peut servir d'espace de jeu, de lingerie ou de chambre occasionnelle.

1/ De la modulation sonore entre pièce de séjour parents et pièce de jeu d'enfants.

1.1. Un passage de porte long.

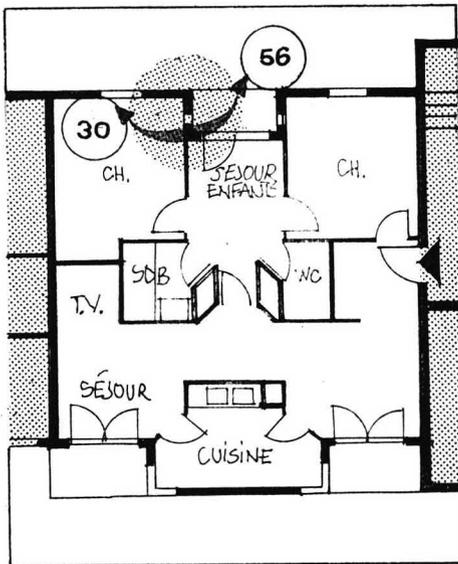
Un passage de porte long (1 m environ) illustré par le plan de A. Louvier et alii ci-contre (cf. paragraphe 2.2.1. Tome 2), génère un affaiblissement de 6 à 7 dB(A) entre le séjour des parents et le séjour des enfants, ces deux pièces étant supposées meublées. Dans cette configuration, un jeu d'enfants qui produit un niveau sonore en champ réverbéré de l'ordre de 70 dB(A) dans la salle de jeu ne viendra pas perturber l'adulte qui écoute la télévision (65 dB(A) dans le salon) quand la porte séparative est ouverte. Par contre, si le niveau d'écoute de la télévision est plus faible (55 dB(A) dans le salon), l'indice d'isolement de la porte devra atteindre 8 dB(A) pour que le confort d'écoute de l'adulte soit assuré.



Si l'adulte désire écouter une émission culturelle (40 dB(A) en champ réverbéré), le gain en isolement devient beaucoup plus élevé (30 dB(A) environ). Sur le marché de la construction, on trouve des portes capables d'assurer ce gain acoustique, mais ce sont des portes qui doivent être posées avec un joint périphérique et un joint-seuil, l'ensemble étant difficilement manipulable par les enfants. Aussi, une simple porte isoplane classique (atteignant 10 à 15 dB(A) d'isolement) pourrait suffire si l'adulte demande à ses enfants de jouer dans leur chambre (gain acoustique total de 28 dB(A) environ quand la porte séparant la salle de jeu de la chambre reste ouverte).

Dispositif acoustique pour contrôler le bruit de fond extérieur dans une chambre.

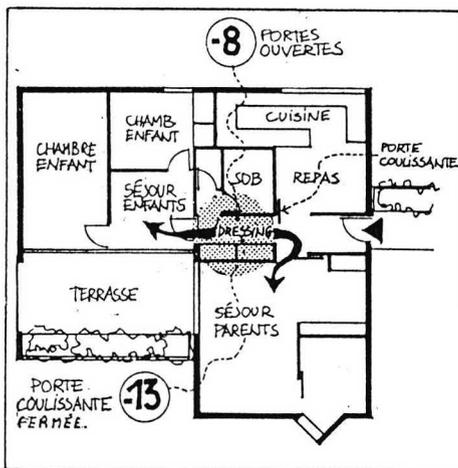
Mais, restons un petit moment dans la chambre pour étudier un dispositif de contrôle de bruit de fond extérieur. Par rapport à ce dernier, quel gain en niveau sonore pourrait-on obtenir si les fenêtres des chambres donnant sur l'extérieur sont des fenêtres très isolantes (voir fixes) et que le rapport à l'extérieur se fait par une fenêtre de petite dimension située sur le balcon dont on a traité la sous-face en absorbant phonique ? Ce principe permettrait de doser un bruit de fond supportable dans les chambres dans un contexte urbain très bruyant.



Avec une petite fenêtre fermée (60 x 60 cm) équipée en vitrage " Contrasonor " (43 dB(A)/rose) donnant sur le balcon dont la sous-face est traitée (-2 dB(A)), l'isolement peut atteindre 50, voire 55 dB(A) entre la chambre et le dehors. Si le bruit extérieur atteint 70 voire 75 dB(A) (autoroutes, aéroports, ...), le niveau sonore intérieur ne devrait donc pas gêner le sommeil.

En revanche, si cette petite fenêtre est ouverte ou entrebâillée, le bruit de fond extérieur ne doit pas dépasser les valeurs indiquées ci-dessous.

Niveau maximum dans chambres	Isolement fenêtre	Bruit de fond maximum
30	fenêtre ouverte -7 -8	38 à 40
30	fente 4 cm -17	47
30	fente 3 cm -18	48
30	fente 2 cm -20	50
30	fente 1 cm -23	53
30	fente 5 mm -26	56



1.2. Le dressing comme espace de modulation sonore.

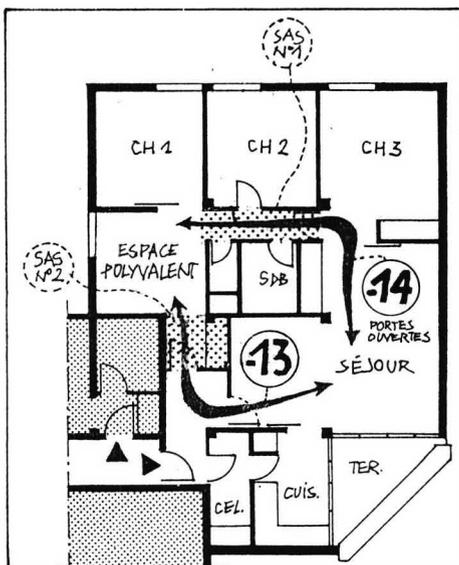
Si le son circule par l'intermédiaire d'un couloir-dressing qui sépare le séjour des enfants de celui des adultes (modèle d'innovation Salamandre ci-contre - cf. paragraphe 2.2.2. Tome 2), on gagne environ 8 à 9 dB(A) d'isolement entre les deux pièces toutes portes ouvertes. Dans cette configuration, la fermeture de la porte coulissante (- 8 dB(A) d'isolement) va apporter un gain acoustique final de 13 dB(A) entre les deux espaces.

Les adultes pourront donc converser à voix normale dans le séjour pendant que les enfants jouent dans la salle de jeu (70 dB(A) dans la salle de jeu, 47 dB(A) dans le salon, les 2 portes du sas étant fermées).

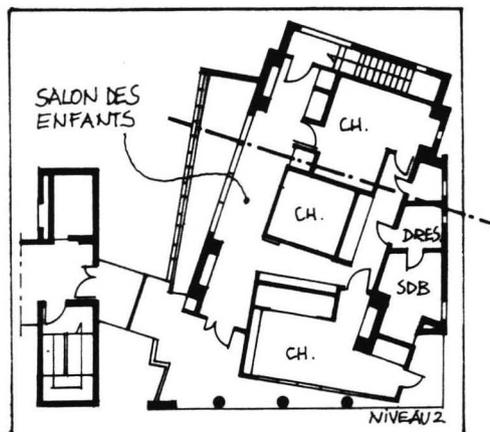
2/ On fait circuler le son par la gauche ou par la droite ?

Que le son circule par le sas d'entrée ou le sas chambre 3 (cf. paragraphe 2.2.3. Tome 2), toutes portes ouvertes, l'isolement apporté entre le coin séjour et le coin enfants est à peu près le même (- 13 dB(A) dans le premier cas, - 14 dB(A) dans le second cas). Noter l'emplacement des portes de la salle de bains et du WC par rapport à la chambre 2. Elles ne sont pas en vis-à-vis.

Noter aussi l'efficacité acoustique de la succession des sas par rapport à la solution précédente (+ 4 à + 5 dB(A) de gain en isolement).

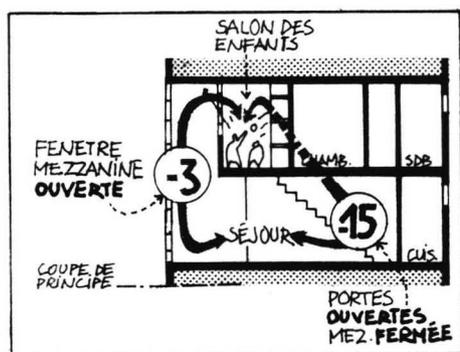


3/ L'exemple d'un duplex au Japon.

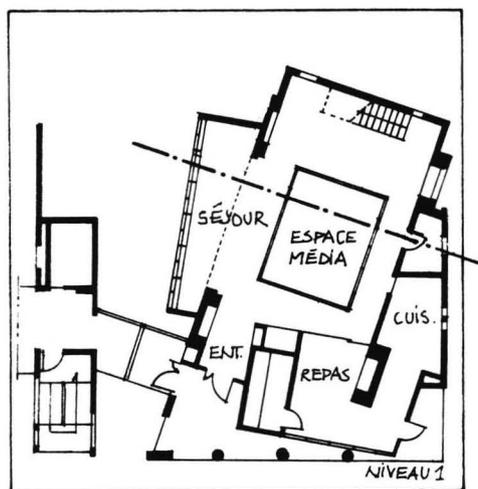


Si le logement est en duplex (cf. **paragraphe 2.2.4. Tome 2**), et que le "salon des enfants" se trouve à l'étage, en mezzanine vitrée - et close - par rapport au séjour, on obtient environ 15 dB(A) d'isolement entre ces deux pièces quand le son circule par l'escalier toutes portes ouvertes.

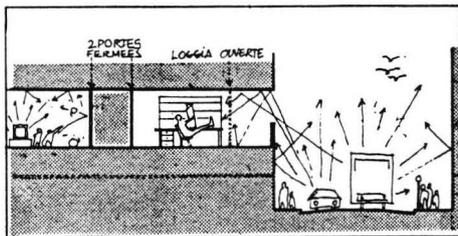
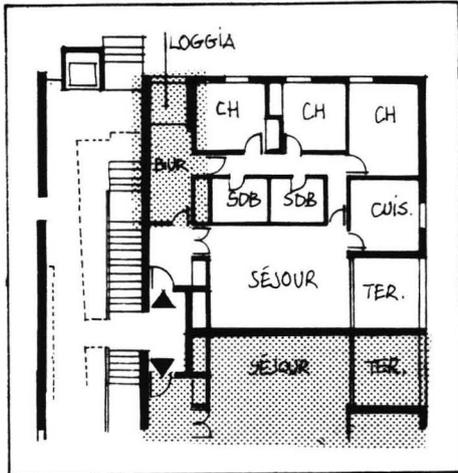
Si la mezzanine vitrée est ouverte totalement, l'isolement tombe à 3 dB(A). Si une seule des 4 fenêtres est ouverte, l'isolement entre les deux pièces est de 5 dB(A).



L'espace "média" est un espace accueillant un écran T.V. Il peut être vitré et insonorisé, opaque ou semi-transparent ; quand on l'utilise, on peut s'y enfermer ou bien laisser filtrer les sons dans le logement. L'espace "média" peut être considéré comme une ouverture de l'espace du logement vers d'autres espaces-temps, comme celui de la connaissance du présent ou celui de la redécouverte du passé (apprentissage, lieu de mémoires bibliographiques ou familiales, ...) (lire à ce sujet R. Perrinjaquet, P. Amphoux, M. Bassard, *Les usages du temps et le monde des objets dans le logement de demain*, Revue Architecture et Comportement, volume 3, 1986-87, n° 1, ed. de la Tour Lausanne, p. 71 et suivantes).



2.3. CONFORTEMENT SONORE DE L'HABITABILITE DU LOGEMENT : L'ESPACE DE RESERVE



L'idée de réserve d'espace dans le logement est rattachée à la possibilité de se retrancher dans un volume soit pour gagner du "silence", soit pour s'ouvrir sur l'environnement sonore extérieur.

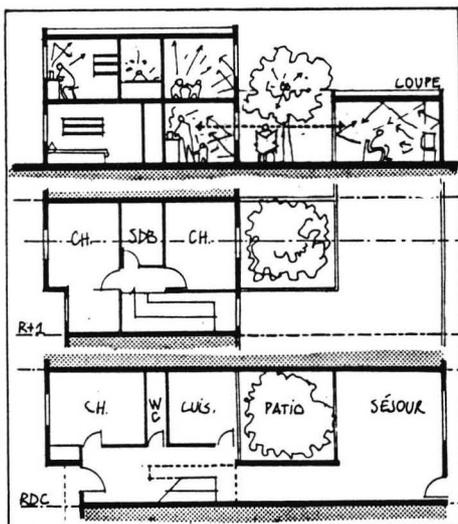
"Quand il m'a plu de me retirer dans ce bureau, il me semble que je suis loin de chez moi..."

Une pièce du logement située à l'écart des circulations habituelles, peut constituer un espace de réserve, en attente d'une utilisation future possible.

Le plan ci-contre (Maria-José Aranguren et alii, architecte, Madrid, 1993 - cf. **paragraphe 2.3.1. Tome 2**), réagencé par nos soins, illustre ce principe. On récupère une partie du couloir pour l'affecter à un bureau donnant sur une loggia. On donne ainsi à l'habitant la possibilité de se retirer dans un endroit calme (deux portes au moins le séparent des autres pièces du logement). Il peut ouvrir la fenêtre de la loggia et laisser entrer les bruits urbains, se mettant alors auditivement en situation d'être en dehors de chez lui et en relation avec son quartier.

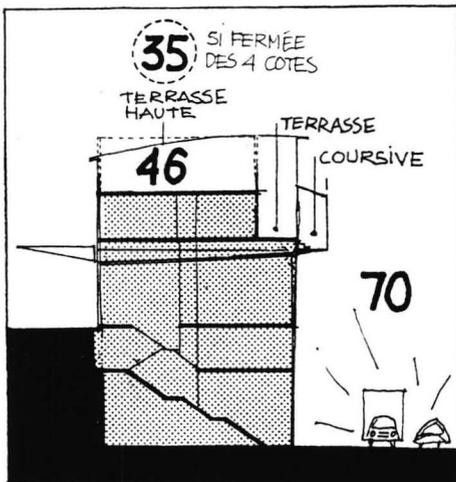
Quand il me plaît d'être visuellement en contact avec chez moi, mais auditivement ailleurs.

Cet autre dispositif (patio central), très attractif, pourrait remplir un rôle similaire.



Imaginé par Christophe Chauvin et Isabelle Minazzoli dans le cadre d'un concours EUROPAN 1989 (Saint Quentin-en-Yvelines), les appartement sont agencés comme des maisons de ville, autour d'un patio traité sous la forme d'un jardin intérieur. Au rez-de-chaussée, la cuisine et le séjour sont face à face, de chaque côté du patio qui est ouvert à l'air libre. A l'étage, face au salon, on trouve une chambre en relation auditive directe avec le patio. Outre les formes de communications sonores horizontales et verticales que ce principe permet, il faut noter que celui qui pratique le jardin intérieur reste visuellement en contact avec le logement. Il peut régler les flux sonores domestiques, jusqu'à s'en abstraire complètement si le vitrage est suffisamment isolant ou si les signatures phoniques provenant du quartier ou du patio sont assez audibles.

Une réserve de silence sur les toits.



Dans un projet situé à Lausanne que l'on a déjà étudié dans cette recherche, l'Atelier Cube (cf. **paragraphe 1.3. Chapitre 1**) propose d'aménager une terrasse en haut d'un duplex, sur les toits d'un immeuble. L'ambiance sonore de cette terrasse profite de l'écran phonique que constitue le bâtiment puisque le gain acoustique par rapport au bruit sur le trottoir est de l'ordre de 24 dB(A). La perception de sonorités lointaines, comme celles produites par des cloches par exemple, en est renforcée.

Si on l'imagine fermée sur ses quatre côtés, le gain est alors de 35 dB(A), ce qui fait de cette terrasse une réserve de silence appréciable dans un environnement bruyant.

CONCLUSION

Cette recherche veut contribuer à la prise en compte de la dimension sonore dans la conception de l'habitat. Approche spéculative, elle consiste à illustrer des conduites de projet qui partent d'une conceptualisation renouvelée de l'interaction entre l'homme et son environnement sonore.

Dans les représentations architecturales, le bruit signifie "intensité et la piste habituellement suivie par des aménageurs est orientée vers une offensive contre cette intensité sonore. Dans les représentations habitantes, cette attitude ne correspond qu'à quelques cas particuliers. On repère des attitudes d'ajustement et d'adaptation à l'évolution de l'environnement sonore plutôt que des attitudes d'isolation systématique. C'est pourquoi ce travail porte une grande attention à des dispositifs spatiaux tantôt lourds, parfois minuscules, qui permettent de resaisir de telles conduites d'ajustement dans la démarche de projet.

Dans ce cadre, on espère avoir trouvé quelques fils conducteurs et montré que les solutions suggérées à travers les projets étudiés sont la genèse d'un infléchissement des catégories les plus répandues de la conception sonore du logement.

Pour la suite de ce travail, il faudrait approfondir le corpus d'analyse de plans et mieux comprendre à la fois ce qui les différencie et les relie aux usages sonores de notre époque.

Pour l'heure, quatre conclusions s'imposent :

- 1/ **La conception sonore du logement ne consiste pas seulement à agir de manière normative par rapport à l'environnement. Plus fondamentalement, elle doit donner à l'habitant ordinaire les moyens de s'approprier ou de se réapproprier son milieu sonore de vie.**

L'aménageur doit comprendre et faire comprendre les données sonores locales dans lesquelles il agit et leur dynamique d'évolution. Il doit restituer des schémas explicatifs de l'existant, faire apparaître les points forts mais aussi les zones de fragilité, alerter sur certains risques d'évolutions non souhaitées. Il doit mettre en évidence les systèmes sonores d'interrelation et d'interdépendance. Il propose alors une ou plusieurs lignes de conduite qui mènent du milieu concerné aux projections futures.

A partir des études de cas évoquées dans le chapitre un, nous pouvons faire état de quatre logiques de conduite du projet d'habitat :

- une logique de négation de l'environnement sonore extérieur, lorsqu'il s'agit de gagner sur le bruit ambiant jugé trop bruyant ou trop silencieux (le silence fait taire) (*cf. paragraphes 1.2. et 1.6.*) ;
- une logique d'adaptation à l'environnement sonore extérieur, attachée à accompagner, étoffer, donner du corps aux productions sonores habitantes (*cf. paragraphes 1.3. et 1.7.*) ;
- une logique du façonnage de l'environnement sonore extérieur, attachée à la modification de l'ambiance sonore : tout événement nouveau, tout changement du bruit ambiant vaut "recommencement" sonore dans la vie quotidienne (*cf. paragraphe 1.4.*) ;

- une logique de mixage avec le climat sonore extérieur, attachée à minimiser ou à déguiser de manière positive toute ou partie de ce qui est produit dans le bruit ambiant, pour attribuer à ce dernier un rôle sonore secondaire dans le vécu du logement (*cf. paragraphes 1.1. et 1.5.*).

Dans la réalité, ces attitudes ou ces logiques ne sont jamais dissociées. Dans la pratique du concepteur, il faut au contraire les associer pour recomposer de la nouveauté.

2/ **La conception sonore du logement peut s'envisager comme un plan de paysage.**

Tout le débat actuel sur la conception du logement semble admettre le peut de poids de la dimension sonore dans la démarche projective. Certains aménageurs refusent même d'envisager que l'environnement sonore urbain, bruyant par nature, puisse changer. Or, il nous semble qu'on peut aller dans le sens d'interventions ponctuelles, simples, capables "d'interpréter" un univers sonore de remplacement à celui qui s'offre quotidiennement au citoyen.

On a démontré comment certains dispositifs permettent de maîtriser l'écoute de plans sonores différenciés (*Les pavés ont des oreilles, Boîtes sonores sur cour*). On a repéré l'intérêt de certains principes pour contenir des réserves de silence dans la ville (*Moderato habitabile, Une pièce sonore urbaine ruralisée*) et l'art de disposer des ressources acoustiques de la façade pour pouvoir régler la présence sonore de la ville en fonction d'une ambiance sonore attendue (*Accès à impédances variables, La courive en silence, La terrasse impériale*).

D'autres principes sont encore en genèse. Ils vont permettre de mettre en oeuvre une conception sonore du logement qui ne soit pas fonction des seules procédures d'isolation mais qui soit en correspondance avec le développement de l'homme dans un paysage reconstitué.

3/ **La conception du logement permet à l'habitant de régler les relations sonores inter-individuelles et inter-groupes à partir de la distribution et de l'agencement des espaces d'habitation.**

L'examen détaillé de ce travail révèle quelques principes qui rendent possibles de nombreuses configurations de modulation sonore, à la convenance d'usages synchrones ou désynchronisés, de pratiques de surveillance auditive indirecte, comme à la satisfaction du bénéfice qu'on peut tirer d'un espace de réserve qui permet à l'individu de ne plus se sentir concerné par la présence sonore de l'autre.

Après la lecture des développements précédents, le concepteur peut en effet saisir à travers des dispositifs acoustiques exemplaires et quantifiés :

- comment le son se transmet dans le logement à travers un sas, un couloir, une porte ouverte, semi-ouverte ou fermée ; comment il est filtré à travers un double vitrage, une loggia qui peut avoir des caractéristiques acoustiques variables.
- comment on peut maîtriser la propagation des sons domestiques dans l'espace extérieur, pour les rendre compréhensibles, audibles, inaudibles, en fonction de la composition de plan masse et des données sonores locales.

- comment on peut ménager un espace de réserve dans le logement, en l'envisageant soit comme une réserve de silence, soit comme un lieu d'écoute qui conduit à échapper aux bruits du logement.

Dans ce cadre, on pourrait donc bien admettre qu'il y a une détermination réciproque entre le potentiel de modulation sonore donné et le confort de vie souhaité. Mais, si chaque dispositif de modulation envisagé engage la dimension sonore du logement, il faut bien se rendre compte aussi qu'en cas d'inadaptation à l'usage privé, les dispositifs de modulation sonore ménagent des possibilités de transgression. Une porte peut être démontée, un sas relativement grand peut devenir un espace de prolongation d'activité domestique (un dressing, une salle de jeu pour enfants, ...). Un espace de réserve peut agrandir une entrée ou un salon.

4/ Ce travail permet de commencer un répertoire d'aménagement sonore créatif et d'envisager l'expérimentation en site réel.

Aujourd'hui, l'aménagement sonore du logement peut être envisagé. Les possibilités d'insonorisation autorisent en effet un usage plus autonome des espaces et, en ce sens, facilitent la "gestion de temps familiaux désynchronisés". De même, on peut imaginer une isolation modulable de certaines pièces favorisant le repli ou l'échange. Le confort acoustique s'affirme encore à travers la possibilité de gérer la relation entre l'environnement sonore intérieur et l'extérieur. Dans ce cadre, la forme urbaine a un rôle puisqu'elle crée une ambiance sonore de fait.

La reconversion sonore de la ville comme mode, parmi d'autres, de développement urbain, peut se référer à des expériences intuitives et qualitatives de l'acoustique. Avant comme après l'instauration effective et réglementaire d'une acoustique "scientifique" appliquée à la construction, l'aménagement sonore n'exige-t-il pas un recours singulier et incontournable à des dispositifs éprouvés et à des formes qui plaisent à l'oreille ? Dans notre enquête, on a vu que des expériences ou des logiques formelles peuvent être mises en oeuvre de manière efficace. Ces démarches doivent figurer comme de nouvelles contributions à la théorie critique de l'urbanisme et de l'art de bâtir. Si, dans les décennies récentes, on a voulu, au nom de l'urgence, résoudre un certain nombre de problèmes sonores par des actions d'isolation acoustique fortes et brutales (pour des problèmes de voisinages, de transport, ...), le contexte actuel évolue rapidement. Il conduit à concevoir un aménagement urbain dont les bases de départ sont très différentes. Les techniques sont bien maîtrisées. Les réglementations sont théoriquement efficaces. Il est temps de commencer une acoustique créative. L'occasion est à saisir. Il va falloir mettre en oeuvre une conception sonore qui ne soit pas fonction des seules procédures d'exception, mais qui soit en correspondance avec le développement de l'homme dans le cadre urbain.

BIBLIOGRAPHIE

- **Liste des numéros de revues consultées**
- **Liste des réalisations sélectionnées dans un premier temps (classement par architecte)**

LISTE DES N° DE REVUES CONSULTÉES

Abitare, n° 310, Septembre 1992.
Abitare, n° 311, Octobre 1992.
Abitare, n° 312, Novembre 1992.
Abitare, n° 313, Décembre 1992.
Abitare, n° 314, Janvier 1993.
Abitare, n° 315, Février 1993.
Abitare, n° 316, Mars 1993.
Archi Intérieure Créé, n° 203, Février 1985.
Archi Intérieure Créé, n° 204, Mars-Avril 1985.
Archi Intérieure Créé, n° 206, Juin-Juillet 1985.
Archi Intérieure Créé, n° 207, Août-Sept. 1985.
Archi Intérieure Créé, n° 209, Déc.-Janv. 1986.
Archi Intérieure Créé, n° 216, Mars 1987.
Archi Intérieure Créé, n° 217, Avril 1987.
Archi Intérieure Créé, n° 218, Juin 1987.
Archi Intérieure Créé, n° 219, Juin 1987.
Archi Intérieure Créé, n° 222, Fév.-Mars 1988.
Archi Intérieure Créé, n° 223, Avril-Mai 1988.
Archi Intérieure Créé, n° 228, Mars 1989.
Archi Intérieure Créé, n° 229, Avril 1989.
Archi Intérieure Créé, n° 230, Juin 1989.
Archi Intérieure Créé, n° 237, 2ème trim. 1990.
Archi Intérieure Créé, n° 238, 3ème trim. 1990.
Archi Intérieure Créé, n° 239, 4ème trim. 1990.
Archi Intérieure Créé, n° 240, 1er trim. 1991.
Archi Intérieure Créé, n° 243, 2ème trim. 1991.
Archi Intérieure Créé, n° 245, 4ème trim. 1991.
Archi Intérieure Créé, n° 247, 2ème trim. 1992.
Architectural Design, Année 1991.
Architectural Record, n° 223, Juin 1955.
Architectural Record, n° 224, Juin 1955.
Architectural Record, n° 228, Novembre 1955.
Architectural Record, n° 229, Décembre 1955.
Architectural Record, n° 230, Janvier 1956.
Architectural Record, n° 232, Mars 1956.
Architectural Record, n° 233, Avril 1956.
Architectural Record, n° 234, Mai 1956.
Architectural Record, n° 11, Novembre 1982.
Architectural Record, n° 1, Janvier 1983.
Architectural Record, n° 2, Février 1983.
Architectural Record, n° 3, Mars 1983.
Architectural Record, n° 4, Avril 1983.
Architectural Record, n° 5, Mai 1983.
Architectural Record, n° 6, Juin 1983.
Architectural Record, n° 7, Juin 1983.
Architectural Record, n° 8, Août 1983.
Architectural Record, n° 9, Septembre 1983.
Architectural Record, n° 10, Octobre 1983.
Architectural Record, n° 11, Novembre 1983.
Architectural Record, n° 12, Décembre 1983.
Architectural Record, n° 1, Janvier 1984.
Architectural Record, n° 2, Février 1984.
Architectural Record, n° 3, Mars 1984.
Architectural Record, n° 4, Avril 1984.
Architectural Record, n° 5, Mai 1984.
Architectural Record, n° 6, Juin 1984.
Architectural Record, n° 7, Juin 1984.
Architectural Record, n° 9, Septembre 1984.
Architectural Record, n° 10, Octobre 1984.
Architectural Record, n° 11, Novembre 1984.
Architectural Record, n° 12, Décembre 1984.
Architectural Record, n° 1, Janvier 1985.
Architectural Record, n° 2, Février 1985.
Architectural Record, n° 3, Mars 1985.
Architectural Record, n° 4, Avril 1985.
Architectural Record, n° 5, Mai 1985.
Architectural Record, n° 6, Juin 1985.
Architectural Record, n° 7, Juin 1985.
Architectural Record, n° 8, Août 1985.
Architectural Record, n° 9, Septembre 1985.
Architectural Record, n° 10, Octobre 1985.
Architectural Record, n° 11, Novembre 1985.
Architectural Record, n° 12, Décembre 1985.
Architectural Record, n° 2, Février 1988.
Architectural Record, n° 6, Juin 1988.
Architectural Record, n° 8, Août 1988.

Architectural Record, n° 9, Septembre 1988.
Architectural Record, n° 10, Novembre 1988.
Architectural Review, n° 1005, Novembre 1980.
Architectural Review, n° 1006, Décembre 1980.
Architectural Review, n° 1031, Janvier 1983.
Architectural Review, n° 1033, Mars 1983.
Architectural Review, n° 1034, Avril 1983.
Architectural Review, n° 1035, Mai 1983.
Architectural Review, n° 1036, Juin 1983.
Architectural Review, n° 1039, Septembre 1983.
Architectural Review, n° 1040, Octobre 1983.
Architectural Review, n° 1041, Novembre 1983.
Architectural Review, n° 1042, Décembre 1983.
Architectural Review, n° 1043, Janvier 1984.
Architectural Review, n° 1044, Février 1984.
Architectural Review, n° 1045, Mars 1984.
Architectural Review, n° 1046, Avril 1984.
Architectural Review, n° 1047, Mai 1984.
Architectural Review, n° 1048, Juin 1984.
Architectural Review, n° 1049, Juin 1984.
Architectural Review, n° 1050, Août 1984.
Architectural Review, n° 1051, Septembre 1984.
Architectural Review, n° 1053, Novembre 1984.
Architectural Review, n° 1141, .
Architectural Review, n° 27, Printemps 1993.
Architecture Mouvement Continuité, n° 6, Juin 1968.
Architecture Mouvement Continuité, n° 7, Juin 1968.
Architecture Mouvement Continuité, n° 8, Août 1968.
Architecture Mouvement Continuité, n° 9, Octobre 1968.
Architecture Mouvement Continuité, n° 10, Décembre 1968.
Architecture Mouvement Continuité, n° Spécial, Mai 1968.
Architecture Mouvement Continuité, n° 14, Juin 1969.
Architecture Mouvement Continuité, n° 15, Décembre 1969.
Architecture Mouvement Continuité, n° 16, Février 1970.
Architecture Mouvement Continuité, n° 17, Juin 1970.
Architecture Mouvement Continuité, n° 18, Juin 1970.
Architecture Mouvement Continuité, n° 19, Octobre 1970.
Architecture Mouvement Continuité, n° 20, Février 1971.
Architecture Mouvement Continuité, n° 21, Avril 1971.
Architecture Mouvement Continuité, n° 22, Juin 1971.
Architecture Mouvement Continuité, n° 23, Novembre 1971.
Architecture Mouvement Continuité, n° 24, Janvier 1972.
Architecture Mouvement Continuité, n° 25, Mars 1972.
Architecture Mouvement Continuité, n° 26, Juin 1972.
Architecture Mouvement Continuité, n° 27, Décembre 1972.
Architecture Mouvement Continuité, n° 28, Mars 1973.
Architecture Mouvement Continuité, n° 29, Juin 1973.
Architecture Mouvement Continuité, n° 30, Mai 1973.
Architecture Mouvement Continuité, n° 31, Octobre 1973.
Architecture Mouvement Continuité, n° 32, Décembre 1973.
Architecture Mouvement Continuité, n° 33, Mars 1973.
Architecture Mouvement Continuité, n° 34, Juin 1974.
Architecture Mouvement Continuité, n° 1, Février 1975.
Architecture Mouvement Continuité, n° 2-3, Février 1975.
Architecture Mouvement Continuité, n° 36, Juin 1975.
Architecture Mouvement Continuité, n° 37, Novembre 1975.
Architecture Mouvement Continuité, n° 38, Décembre 1975.
Architecture Mouvement Continuité, n° 39, Juin 1976.
Architecture Mouvement Continuité, n° 40, Septembre 1976.
Architecture Mouvement Continuité, n° 41, Mars 1977.
Architecture Mouvement Continuité, n° 42, Juin 1977.
Architecture Mouvement Continuité, n° 43, Novembre 1977.
Architecture Mouvement Continuité, n° 44, Février 1978.
Architecture Mouvement Continuité, n° 45, Mai 1978.
Architecture Mouvement Continuité, n° 47, Décembre 1978.
Architecture Mouvement Continuité, n° 48, Avril 1978.
Architecture Mouvement Continuité, n° 49, Septembre 1979.
Architecture Mouvement Continuité, n° 50, Décembre 1979.
Architecture Mouvement Continuité, n° 51, Mars 1980.
Architecture Mouvement Continuité, n° 52-53, Juin-Sept. 1980.
Architecture Mouvement Continuité, n° 2, Octobre 1983.
Architecture Mouvement Continuité, n° 3, Mars 1984.
Architecture Mouvement Continuité, n° 6, Décembre 1984.
Architecture Mouvement Continuité, n° 7, Mars 1985.
Architecture Mouvement Continuité, n° 8, Juin 1985.
Architecture Mouvement Continuité, n° 9, Octobre 1985.
Architecture Mouvement Continuité, n° 10, Décembre 1985.
Architecture Mouvement Continuité, n° 11, Avril 1986.

Architecture Mouvement Continuité, n° 12, Juin 1986.
Architecture Mouvement Continuité, n° 13, Octobre 1986.
Architecture Mouvement Continuité, n° 14, Décembre 1986.
Architecture Mouvement Continuité, n° 15, Mars 1987.
Architecture Mouvement Continuité, n° 17, Octobre 1987.
Architecture Mouvement Continuité, n° 18, Décembre 1987.
Architecture Mouvement Continuité, n° 19, Février 1988.
Architecture Mouvement Continuité, n° 20, Avril 1988.
Architecture Mouvement Continuité, n° 22, Octobre 1988.
Architecture Mouvement Continuité, n° 1, Mai 1989.
Architecture Mouvement Continuité, n° 2, Juin 1989.
Architecture Mouvement Continuité, n° 3, Juillet-Août 1989.
Architecture Mouvement Continuité, n° 5, Octobre 1989.
Architecture Mouvement Continuité, n° 6, Novembre 1989.
Architecture Mouvement Continuité, n° 10, Avril 1990.
Architecture Mouvement Continuité, n° 11, Mai 1990.
Architecture Mouvement Continuité, n° 14, Septembre 1990.
Architecture Mouvement Continuité, n° 15, Octobre 1990.
Architecture Mouvement Continuité, n° 21, Mai 1991.
Architecture Mouvement Continuité, n° 22, Juin 1991.
Architecture Mouvement Continuité, n° 24, Septembre 1991.
Architecture Mouvement Continuité, n° 24, Septembre 1991.
Architecture Mouvement Continuité, n° 25, Octobre 1991.
Architecture Mouvement Continuité, n° 26, Novembre 1991.
Architecture Mouvement Continuité, n° 28, Février 1992.
Architecture Mouvement Continuité, n° 29, Mars 1992.
Architecture Mouvement Continuité, n° 34, Septembre 1992.
Architecture Mouvement Continuité, n° 35, Octobre 1992.
Architecture Mouvement Continuité, n° 35 bis, Suppl. d'Oct. 1992.
Architecture Mouvement Continuité, n° 36, Novembre 1992.
Architecture Mouvement Continuité, n° 37, Décembre 1992.
Architecture Mouvement Continuité, n° 38, Février 1993.
Architecture Mouvement Continuité, n° 39, Mars 1993.
Architecture Mouvement Continuité, n° 40, Avril 1993.
Casabella, n° 491, Mai 1983.
Casabella, n° 492, Juin 1983.
Casabella, n° 493, Juin 1983.
Casabella, n° 494, Septembre 1983.
Casabella, n° 495, Octobre 1983.
Casabella, n° 496, Novembre 1983.
Casabella, n° 497, Décembre 1983.
Casabella, n° 498, Janvier 1984.
Casabella, n° 499, Février 1984.
Casabella, n° 500, Mars 1984.
Casabella, n° 501, Avril 1984.
Casabella, n° 502, Mai 1984.
Casabella, n° 503, Juin 1984.
Casabella, n° 504, Juin 1984.
Casabella, n° 505, Août 1984.
Casabella, n° 509-510, Janvier 1985.
Casabella, n° 511, Mars 1985.
Casabella, n° 512, Avril 1985.
Casabella, n° 513, Mai 1985.
Casabella, n° 514, Juin 1985.
Casabella, n° 516, Septembre 1985.
Casabella, n° 517, Octobre 1985.
Casabella, n° 518, Novembre 1985.
Casabella, n° 519, Décembre 1985.
Casabella, n° 520-521, Janv.-Fév. 1986.
Casabella, n° 522, Mars 1986.
Casabella, n° 523, Avril 1986.
Casabella, n° 524, Mai 1986.
Casabella, n° 525, Juin 1986.
Casabella, n° 526, Juillet-Août 1986.
Casabella, n° 527, Septembre 1986.
Casabella, n° 528, Octobre 1986.
Casabella, n° 529, Novembre 1986.
Casabella, n° 530, Décembre 1986.
Casabella, n° 531-532, Janv.-Fév. 1987.
Casabella, n° 533, Mars 1987.
Casabella, n° 534, Avril 1987.
Casabella, n° 535, Mai 1987.
Casabella, n° 536, Juin 1987.
Casabella, n° 537, Juin 1987.
Casabella, n° 538, Septembre 1987.
Casabella, n° 539, Octobre 1987.
Casabella, n° 540, Novembre 1987.
Casabella, n° 541, Décembre 1987.

Casabella, n° 542, Janvier 1988.
Casabella, n° 543, Février 1988.
Casabella, n° 544, Mars 1988.
Casabella, n° 547, Juin 1988.
Casabella, n° 548, Juillet-Août 1988.
Casabella, n° 549, Septembre 1988.
Casabella, n° 550, Octobre 1988.
Casabella, n° 551, Novembre 1988.
Casabella, n° 552, Décembre 1988.
Casabella, n° 553-554, Janv.-Fév. 1989.
Casabella, n° 555, Mars 1989.
Casabella, n° 556, Avril 1989.
Casabella, n° 557, Mai 1989.
Casabella, n° 558, Juin 1989.
Casabella, n° 559, Juillet-Août 1989.
Casabella, n° 560, Septembre 1989.
Casabella, n° 561, Octobre 1989.
Casabella, n° 562, Novembre 1989.
Casabella, n° 563, Décembre 1989.
Casabella, n° 564, Janvier 1990.
Casabella, n° 565, Février 1990.
Casabella, n° 566, Mai 1990.
Casabella, n° 569, Juin 1990.
Casabella, n° 573, Novembre 1990.
Casabella, n° 575-576, Janv.-Fév. 1991.
Casabella, n° 578, Avril 1991.
Casabella, n° 579, Mai 1991.
Casabella, n° 580, Juin 1991.
Casabella, n° 581, Juillet-Août 1991.
Casabella, n° 583, Septembre 1991.
Casabella, n° 584, Novembre 1991.
Casabella, n° 585, Décembre 1991.
Casabella, n° 586-587, Janv.-Fév. 1992.
Casabella, n° 588, Mars 1992.
Casabella, n° 589, Avril 1992.
Casabella, n° 590, Mai 1992.
Casabella, n° 592, Juillet-Août 1992.
Casabella, n° 594, Octobre 1992.
Casabella, n° 595, Novembre 1992.
Casabella, n° 596, Décembre 1992.
Casabella, n° 597-598, Janv.-Fév. 1993.
Casabella, n° 599, Mars 1993.
El Croquis, n° 46, Déc.-Janv. 1990.
El Croquis, n° 48, Juin 1991.
El Croquis, n° 51, Novembre 1991.
El Croquis, n° 52, Février 1992.
El Croquis, n° 53, Mars 1992.
El Croquis, n° 54.
El Croquis, n° 55-56.
El Croquis, n° 58.
Faces, n° 0, Été 1985.
Faces, n° 1, Automne 1985.
Faces, n° 2, Printemps 1986.
Faces, n° 3, Été 1986.
Faces, n° 4, Automne 1986.
Faces, n° 5-6, Print.-Aut. 1987.
Faces, n° 7, Hiver 1987-1988.
Faces, n° 8, Printemps 1988.
Faces, n° 9, Été 1988.
Faces, n° 10, Automne 1988.
Faces, n° 11, Printemps 1989.
Faces, n° 12, Été 1989.
Faces, n° 13, Automne 1989.
Faces, n° 15, Printemps 1990.
Faces, n° 16, Été 1990.
Faces, n° 17, Automne 1990.
Faces, n° 18, Hiver 1990.
Faces, n° 19, Printemps 1991.
Faces, n° 20, Été 1991.
Faces, n° 21, Automne 1991.
Faces, n° 22, Hiver 1991.
Faces, n° 23, Printemps 1992.
Faces, n° 24, Été 1992.
Faces, n° 25, Automne 1992.
Faces, n° 26, Hiver 1992-1993.
Japan Architecture, n° 285, Janvier 1981.
Japan Architecture, n° 286, Février 1981.
Japan Architecture, n° 286, Février 1981.

Japan Architecture, n° 287, Mars 1981.
Japan Architecture, n° 288, Avril 1981.
Japan Architecture, n° 289, Mai 1981.
Japan Architecture, n° 290, Juin 1981.
Japan Architecture, n° 291, Juin 1981.
Japan Architecture, n° 292, Août 1981.
Japan Architecture, n° 294, Octobre 1981.
Japan Architecture, n° 295-296, Nov.-Déc. 1981.
Japan Architecture, n° 299, Mars 1982.
Japan Architecture, n° 300, Avril 1982.
Japan Architecture, n° 301, Mai 1982.
Japan Architecture, n° 302, Juin 1982.
Japan Architecture, n° 303, Juin 1982.
Japan Architecture, n° 304, Août 1982.
Japan Architecture, n° 306, Octobre 1982.
Japan Architecture, n° 307-308, Nov.-Déc. 1982.
Japan Architecture, n° 309, Janvier 1983.
Japan Architecture, n° 310, Février 1983.
Japan Architecture, n° 312, Avril 1983.
Japan Architecture, n° 313, Mai 1983.
Japan Architecture, n° 314, Juin 1983.
Japan Architecture, n° 315, Juin 1983.
Japan Architecture, n° 316, Août 1983.
Japan Architecture, n° 317, Septembre 1983.
Japan Architecture, n° 318, Octobre 1983.
Japan Architecture, n° 319-320, Nov.-Déc. 1983.
Japan Architecture, n° 321, Janvier 1984.
Japan Architecture, n° 322, Février 1984.
Japan Architecture, n° 323, Mars 1984.
Japan Architecture, n° 324, Avril 1984.
Japan Architecture, n° 325, Mai 1984.
Japan Architecture, n° 326, Juin 1984.
Japan Architecture, n° 327, Juin 1984.
Japan Architecture, n° 328, Août 1984.
Japan Architecture, n° 329, Septembre 1984.
Japan Architecture, n° 330, Octobre 1984.
Japan Architecture, n° 331-332, Nov.-Déc. 1984.
Japan Architecture, n° 333, Janvier 1985.
Japan Architecture, n° 334, Février 1985.
Japan Architecture, n° 335, Mars 1985.
Japan Architecture, n° 336, Avril 1985.
Japan Architecture, n° 337, Mai 1985.
Japan Architecture, n° 338, Juin 1985.
Japan Architecture, n° 340, Août 1985.
Japan Architecture, n° 341, Septembre 1985.
Japan Architecture, n° 342, Octobre 1985.
Japan Architecture, n° 343-344, Nov.-Déc. 1985.
Japan Architecture, n° 345, Janvier 1986.
Japan Architecture, n° 346, Février 1986.
Japan Architecture, n° 347, Mars 1986.
Japan Architecture, n° 348, Avril 1986.
Japan Architecture, n° 349, Mai 1986.
Japan Architecture, n° 350, Juin 1986.
Japan Architecture, n° 351, Juin 1986.
Japan Architecture, n° 352, Août 1986.
Japan Architecture, n° 353, Septembre 1986.
Japan Architecture, n° 355-356, Nov.-Déc. 1986.
Japan Architecture, n° 357, Janvier 1987.
Japan Architecture, n° 362, Juin 1987.
Japan Architecture, n° 364, Août 1987.
Japan Architecture, n° 365, Septembre 1987.
Japan Architecture, n° 367-368, Nov.-Déc. 1987.
Japan Architecture, n° 369, Janvier 1988.
Japan Architecture, n° 370, Février 1988.
Japan Architecture, n° 371, Mars 1988.
Japan Architecture, n° 373, Mai 1988.
Japan Architecture, n° 374, Juin 1988.
Japan Architecture, n° 375, Juin 1988.
Japan Architecture, n° 376, Août 1988.
Japan Architecture, n° 377, Septembre 1988.
Japan Architecture, n° 378, Octobre 1988.
Japan Architecture, n° 379-380, Nov.-Déc. 1988.
Japan Architecture, n° 381, Janvier 1989.
Japan Architecture, n° 382, Février 1989.
Japan Architecture, n° 383, Mars 1989.
Japan Architecture, n° 384, Avril 1989.
Japan Architecture, n° 385, Mai 1989.
Japan Architecture, n° 389, Septembre 1989.

Japan Architecture, n° 390, Octobre 1989.
Japan Architecture, n° 391/392, Nov.-Déc 1989.
Japan Architecture, n° 393, Janvier 1990.
Japan Architecture, n° 394, Février 1990.
Japan Architecture, n° 395, Mars 1990.
Japan Architecture, n° 396, Avril 1990.
Japan Architecture, n° 397, Mai 1990.
Japan Architecture, n° 398, Juin 1990.
Japan Architecture, n° 399, Juin 1990.
Japan Architecture, n° 400-401, Août-Sept. 1990.
Japan Architecture, n° 402, Octobre 1990.
Japan Architecture, Année 1991.
Japan Architecture, n° 8, Automne 1992.
Japan Architecture, n° 9, Printemps 1993.
Lotus, n° 8, Septembre 1974.
Lotus, n° 9, Février 1975.
Lotus, n° 10, Février 1975/II.
Lotus, n° 12, Septembre 1976.
Lotus, n° 16, Septembre 1977.
Lotus, n° 25, 4ème trim. 1979.
Lotus, n° 26, 1er trim. 1980.
Lotus, n° 27, 2ème trim. 1980.
Lotus, n° 30, 1er trim. 1981.
Lotus, n° 31, 2ème trim. 1981.
Lotus, n° 32, 3ème trim. 1981.
Lotus, n° 34, 1er trim. 1982.
Lotus, n° 36, 3ème trim. 1982.
Lotus, n° 38, .
Lotus, n° 39, 3ème trim. 1983.
Lotus, n° 40, 4ème trim. 1983.
Lotus, n° 41, 1er trim. 1984.
Lotus, n° 42, 2ème trim. 84.
Lotus, n° 44, 4ème trim. 1984.
Lotus, n° 45, 1er trim. 1985.
Lotus, n° 46, 2ème trim. 1985.
Lotus, n° 47, 3ème trim. 1985.
Lotus, n° 48, 4ème trim. 1985.
Lotus, n° 49, 1er trim. 1986.
Lotus, n° 50, 2ème trim. 1986.
Lotus, n° 51, 3ème trim. 1986.
Lotus, n° 52, 4ème trim. 1986.
Lotus, n° 53, 1er trim. 1987.
Lotus, n° 54, 2ème trim. 1987.
Lotus, n° 55, 3ème trim. 1987.
Lotus, n° 56, 4ème trim. 1987.
Lotus, n° 57, 1er trim. 1988.
Lotus, n° 58, 2ème trim. 1988.
Lotus, n° 59, 3ème trim. 1988.
Lotus, n° 60, 4ème trim. 1988.
Lotus, n° 61, 1er trim. 1989.
Lotus, n° 62, 2ème trim. 1989.
Lotus, n° 63, 3ème trim. 1989.
Lotus, n° 64, 4ème trim. 1989.
Lotus, n° 65, 1er trim. 1990.
Lotus, n° 66, 2ème trim. 1990.
Lotus, n° 67, 3ème trim. 1990.
Lotus, n° 68, 4ème trim. 1990.
Lotus, n° 69, 1er trim. 1991.
Lotus, n° 71, 2ème trim. 1991.
Lotus, n° 72, 3ème trim. 1991.
Lotus, n° 73, 4ème trim. 1991.
Lotus, n° 74, 1er trim. 1992..
Werk, Bauen + Wohnen, n° 1-2, Janv.-Fév. 1980.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 3, Mars 1990.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 4, Avril 1990.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 5, Mai 1990.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 6, Juin 1990.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 7-8, Juillet-Août 1980.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 10, Octobre 1990.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 11, Novembre 1990.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 12, Décembre 1980.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 1, Janvier 1981.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 3, Mars 1981.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 4, Avril 1981.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 5, Mai 1981.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 6, Juin 1981.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 7-8, Juillet-Août 1981.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 9, Septembre 1981.

Werk, Bauen + Wohnen, n° 10, Octobre 1981.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 11, Novembre 1981.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 12, Décembre 1981.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 1, Janvier 1982.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 3, Mars 1982.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 4, Avril 1982.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 5, Mai 1982.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 6, Juin 1982.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 7, Juin 1982.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 9, Septembre 1982.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 10, Octobre 1982.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 11, Novembre 1982.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 12, Décembre 1982.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 1, Janvier 1983.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 3, Mars 1983.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 4, Avril 1983.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 5, Mai 1983.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 6, Juin 1983.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 7, Juin 1983.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 9, Septembre 1983.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 10, Octobre 1983.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 11, Novembre 1983.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 12, Décembre 1983.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 1, Janvier 1984.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 3, Mars 1984.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 4, Avril 1984.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 5, Mai 1984.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 6, Juin 1984.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 7, Juin 1984.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 9, Septembre 1984.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 10, Octobre 1984.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 11, Novembre 1984.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 1, Janvier 1986.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 3, Mars 1986.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 4, Avril 1986.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 5, Mai 1986.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 6, Juin 1986.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 7, Juin 1986.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 9, Septembre 1986.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 10, Octobre 1986.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 11, Novembre 1986.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 12, Décembre 1986.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 1, Janvier 1988.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 3, Mars 1988.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 4, Avril 1988.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 5, Mai 1988.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 6, Juin 1988.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 7, Juin 1988.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 9, Septembre 1988.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 10, Octobre 1988.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 11, Novembre 1988.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 12, Décembre 1988.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 1, Janvier 1989.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 3, Mars 1989.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 4, Avril 1989.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 6, Juin 1989.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 7, Juin 1989.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 9, Septembre 1989.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 10, Octobre 1989.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 11, Novembre 1989.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 12, Décembre 1989.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 1-2, Janv.-Fév. 1990.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 3, Mars 1990.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 4, Avril 1990.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 5, Mai 1990.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 6, Juin 1990.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 7, Juin 1990.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 9, Septembre 1990.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 10, Octobre 1990.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 11, Novembre 1990.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 12, Décembre 1990.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 1, Janvier 1991.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 3, Mars 1991.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 4, Avril 1991.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 5, Mai 1991.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 6, Juin 1991.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 6, Juin 1991.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 7, Juin 1991.

Werk, Bauen + Wohnen, n° 9, Septembre 1991.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 10, Octobre 1991.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 11, Novembre 1991.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 12, Décembre 1991.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 1, Janvier 1992.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 4, Avril 1992.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 5, Mai 1992.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 6, Juin 1992.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 7, Juin 1992.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 9, Septembre 1992.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 10, Octobre 1992.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 11, Novembre 1992.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 12, Décembre 1992.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 1, Janvier 1993.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 3, Mars 1993.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 4, Avril 1993.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 5, Mai 1993.
Werk, Bauen + Wohnen, n° 6, Juin 1993.

LISTE DES RÉALISATIONS SELECTIONNÉES DANS UN PREMIER TEMPS (classée par architectes)

- Act Architecture, Poitiers (mai 1979), Architecture Mouvement Continuité, n° 52-53, Juin-Sept. 1980, pp. 105-109.
ADB (Ranseiner W., Liaskowski, Jordi, Angst), Zurich, Helmutstrasse, Werk, Bâien + Wohnen, n° 5, Mai 1989.
Agrest D./Gandelonas M., Buenos-Aires (1977-1982), Lotus, n° 40, 4ème trim. 1983, pp. 94-100.
Archambault O./Barthassat F./Prati E., Faces, n° 13, Automne 1989, pp. 32-33.
Arquitectonica International, Houston, Texas, Architectural Record, n° 6, Juin 1985, pp. 122-124.
Atelier 5, Siedlung Halen (1955-61), Faces, n° 2, Printemps 1986, pp. 6-7.
Atelier 5, Siedlung Thalmatt (1967-1972), Faces, n° 2, Printemps 1986, pp. 8-11.
Atelier 5, Fribourg, concours Givisiez, Faces, n° 5-6, Print.-Aut. 1987, pp. 76-77.
Atelier 5, Werk, Bâien + Wohnen, n° 7-8, Juillet-Août 1980.
Atelier Cube, Lausanne, Faces, n° 2, Printemps 1986, pp. 46-49.
Atelier Cube, Fribourg, concours Givisiez, Faces, n° 5-6, Print.-Aut. 1987, pp. 78-79.
Atelier Cube, Lausanne, Grande Borde (1989-1992), Faces, n° 26, Hiver 1992-1993, p. 50.
Atelier Cube (Collomb Guy, Collomb Marc, Vogel Patrick), Lausanne (1985), Werk, Bâien + Wohnen, n° 5, Mai 1986, pp. 54-59.
Baller H. & I., Berlin, Luisenstadt, Architectural Review, n° 1051, Septembre 1984, pp. 32-34/9.
Barrier J.-Y., Tours, maison du futur (1989), Architecture Mouvement Continuité, n° 22, Octobre 1988, p. 107.
Barrier J.-Y., Chambay (Indre-et-Loire), Architecture Mouvement Continuité, n° 22, Octobre 1988, p. 106.
Baumschlager C., Eberle D., Egger K., Hobenems (1986), Werk, Bâien + Wohnen, n° 3, Mars 1993, p. 34.
Berthomieu Jean-Louis, Malakoff (1990-1991), Architecture Mouvement Continuité, n° 24, Septembre 1991, pp. 16-17.
Boch Theo, Quartier Syzenbaan, Deventer, Architecture Mouvement Continuité, n° 16, Novembre 1990, pp. 32-33.
Bonnier B./Soler F., Paris, Parc de Passy, Architecture Mouvement Continuité, n° 35 bis, Suppl. d'Oct. 1992, p. XV.
Borges Mario, Genève (concours), Faces, n° 4, Automne 1986, p. 49.
Braillard M., Montchoisy, Groupe III (1928), Faces, n° 13, Automne 1989, p. 50.
Brandt A./Bpttcher R., Berlin, Luisenplatz (1982), Casabella, n° 536, Juin 1987, pp. 12-13.
Brandt Andreas/Böttcher Rudolf, Charlottenburg, Luisenplatz, Lotus, n° 58, 2ème trim. 1988, pp. 66-72.
Brenner/Tonon, Berlin, Rauchstrasse, Architecture Mouvement Continuité, n° 10, Décembre 1985, p. 65.
Burckardt + Partner AG, Fickert Axel und Offermann Erich, Werk, Bâien + Wohnen, n° 1-2, Janv.-Fév. 1990, pp. 6-7.
Bussat Pierre/Lamunière J.M., Immeuble des Ronsades, New-York, Architectural Record, n° 27, Printemps 1993, pp. 44-47.
Callender Lawrence, Cooper Union, 5th year, Pojet, Lotus, n° 27, 2ème trim. 1980, p. 103.
Castex J./Panerai Ph./Payeur A., Grand Synthe (Nord), ZAC du Courghain, Architecture Mouvement Continuité, n° 52-53, Juin-Sept. 1980, p. 50.
Chemetov, Vienne (Isère), Architecture Mouvement Continuité, n° 52-53, Juin-Sept. 1980, pp. 96-99.
Ciriani Henri, Chambéry (1982), Werk, Bâien + Wohnen, n° 3, Mars 1984, p. 36.
Clelland Doug, Berlin, Friedrichstrasse, Architectural Review, n° 1051, Septembre 1984, p. 75/9.
Consuegra Guillermo Vasquez, Cadiz (1986-1991), El Croquis, n° 51, Novembre 1991, p. 104.
David Lewis/Brody Samuel, Riverbend, New-York, Architectural Record, n° 2, Février 1988, p. 122.
Davis and Brody, Aron Residence, Architectural Record, n° 2, Février 1988, p. 130.
Devanthery Patrick/Lamunière Ines, Genève (concours), Faces, n° 4, Automne 1986, p. 52.
Diener & Diener, Bâle, Allschwilerstrasse, Architecture Mouvement Continuité, n° 24, Septembre 1991, p. 39.
Diener R., Baumgartner A., Guetg L., Bâle, Allschwilerstrasse (1984-1986), Casabella, n° 535, Mai 1987, pp. 8-9.
Dixon Jeremy, London, Maida Vale, Architectural Review, n° 1042, Décembre 1983, pp. 54-12.
Dixon Jeremy, London, North Kensington, Architectural Review, n° 1006, Décembre 1980, p. 346.
Dugontier Christine/Loiseau Georges, Créteil (1988-1992), Architecture Mouvement Continuité, n° 39, Mars 1993, pp. 22-23.
Durenne D./O. Leblois/Moreau J.-C., Projet (Juillet 1974), Architecture Mouvement Continuité, n° 34, Juillet 1974, p. 100.
Faure-Dujarric Louis, Saint Cloud (1933-1937), Architecture Mouvement Continuité, n° 3, Mars 1984, p. 70.
Feddersen Eckhardt/von Herder Wolfgang, Berlin, Lewinsham strasse, Lotus, n° 41, 1er trim. 1984, pp. 36-37.
Gabetti Isola/De Rege Andrea, Rivoli, quartier résidentiel de "Casine Vica", Casabella, n° 529, Novembre 1986, pp. 52-61.
Galland N./Pistre J./Sizgnol p., Projet (Juillet 1974), Architecture Mouvement Continuité, n° 34, Juillet 1974, pp. 108-109.
Ganz/Rofles, Berlin, Wilhelmsaue (1985), Casabella, n° 518, Novembre 1985, p. 133.
Gendai Keikaku Architectural/Planning Office, Kanazawa, Moroe Appartements, Japan Architecture, n° 303, Juillet 1982, pp. 54-57.
Giordani/Tironi, Faces, n° 5-6, Print.-Aut. 1987, p. 96.
Girard Edith, Paris, Quai de la Loire, Architecture Mouvement Continuité, n° 7, Mars 1985, pp. 64-67.
Goody, Glancy and associates, Hyannis, Massachusetts, Architectural Record, n° 2, Février 1985, p. 112.
Hara Hiroshi, Akita City (1984), Japan Architecture, n° 329, Septembre 1984, pp. 28-30.
Hasegawa Itsuko, Japon, Cona Village, Archi Intérieure Créé, n° 240, 1er trim. 1991, pp. 107-106.
Hayakawa Kumihiko, Tokyo, Labyrinth, Japan Architecture, n° 390, Octobre 1989, p. 39.
Himmeler Heinz/Sattler Christoph, Munich, Schwabing (1976-1980), Lotus, n° 28, 2ème trim. 1980, pp. 92-93.
Hollein Hans, Berlin, Rauchstrasse, Architecture Mouvement Continuité, n° 10, Décembre 1985, p. 65.
Japan Housing Corporation & Sakakura Associates, Kita Midorigaoka Appts, Japan Architecture, n° 286, Février 1981, pp. 62-63.
Jequier Pierre, Genève (concours), Faces, n° 4, Automne 1986, p. 50.
Kalacyiian, Paris XIIème (1989-1990), Architecture Mouvement Continuité, n° 21, Mai 1991, pp. 24-25.
Khun, Fischer, Hungerbüller, Zurich, Werk, Bâien + Wohnen, n° 5, Mai 1992.
Kitagawara Atsuki, Metrosa (1989), Japan Architecture, n° 391/392, Nov.-Déc 1989, pp. 58-63.
Kitagawara Atsushi, Wasara (1989), Japan Architecture, n° 8, Automne 1992, pp. 144-153.
Kitagawara Atsushi, Cloudy Spoon (1988), Japan Architecture, n° 8, Automne 1992, pp. 128-133.
Kleibues Josef Paul, Berlin, Ritterstrasse, Lotus, n° 41, 1er trim. 1984, p. 32.
Kollhoff Hans, Berlin, Luisenplatz (1986-1988), Architecture Mouvement Continuité, n° 22, Octobre 1988, pp. 64-67.
Kollhoff Hans, Berlin, Luisenplatz (1986-1988), Werk, Bâien + Wohnen, n° 6, Juin 1991, p. 47.
Komiya Akira + Unités, Tokyo, Kita Ward, Japan Architecture, n° 399, Juillet 1990, pp. 32-35.
Krier Rob, Berlin, Rauchstrasse, Architecture Mouvement Continuité, n° 10, Décembre 1985, pp. 68-69.
Krier Rob, Berlin, Friedrichstadt sud (1977-80), Lotus, n° 28, 2ème trim. 1980, pp. 67-73.
Krier Rob, Vienne, Remiweg (1977), Lotus, n° 29, 2ème trim. 1980, pp. 29-34.
Krier Rob, Berlin, Ritterstrasse, Lotus, n° 41, 1er trim. 1984, p. 38.
Krier Rob, Berlin, Ritterstrasse, Lotus, n° 41, 1er trim. 1984, pp. 30-31.
Krier Rob, Berlin, The Rauchstrasse Houses (Tiegarten), Lotus, n° 44, 4ème trim. 1984, pp. 22-23.
Lion Yves, Paris (XIX), Passage de Flandres, Architecture Mouvement Continuité, n° 24, Septembre 1991, pp. 26-27.
Lion Yves, Paris (XIX), passage de Flandres, Architecture Mouvement Continuité, n° 26, Novembre 1991, p. 27.
Montes Fernando, Paris (1988-1990), Architecture Mouvement Continuité, n° 10, Avril 1990, pp. 16-17.
Müller Urs/Rhode Thomas, Berlin, Ritterstrasse, Lotus, n° 41, 1er trim. 1984, p. 40.
Murofushi Jiro/ARTEC, Fujisawa, Kugenuma Houses, Japan Architecture, n° 291, Juillet 1981, pp. 44-47.
Nagle, Hartray and associates, Illinois, Taylorville, Park Glen, Architectural Record, n° 2, Février 1985, p. 106.
Nielebock et Partners, Berlin, Rauchstrasse, Architecture Mouvement Continuité, n° 10, Décembre 1985, p. 70.
Niemeier Oscar, Interbau (1957), Werk, Bâien + Wohnen, n° 11, Novembre 1983, p. 55.
Oberon Jean-Jacques, Genève, Paquis centre (1983), Werk, Bâien + Wohnen, n° 5, Mai 1986, pp. 44-49.
Okada Sainchi, Cake Yamanaka Best Lodge (1977), Japan Architecture, n° 285, Janvier 1981, p. 56.

- Otto Steidle & Roland, Wilmersdorf, *Architectural Review*, n° 1051, Septembre 1984, p. 106/9.
- Pal International, Hillcrests Appartements, Japan Architecture, n° 287, Mars 1981, pp. 64-67.
- Paurd Bernard, Saint-Denis, secteur basilique (1978), *Architecture Mouvement Continuité*, n° 52-53, Juin-Sept. 1980, p. 49.
- Piano Renzo, Paris XIXème (1991), *Architecture Mouvement Continuité*, n° 21, Mai 1991, p. 56.
- Purini Franco/Thermes Laura, Naples, Marianella, Casabella, n° 494, Septembre 1983, p. 10.
- Purini Franco/Thermes Laura, Naples, Marianella, Lotus, n° 57, 1er trim. 1988, pp. 74-87.
- Rodriguez-Pages/Bolze Pierre, Logement haute densité, projet (1983), Casabella, n° 500, Mars 1984, p. 17.
- Rossi Aldo, Braghieri Gianni, Berlin, Kochstrasse, Lotus, n° 57, 1er trim. 1988, pp. 10-19.
- Rossi/Braghieri, Berlin, Rauchstrasse, *Architecture Mouvement Continuité*, n° 10, Décembre 1985, p. 66.
- Sawade J./Schulz A./Niederstadt/Maurer F./Peters D., Berlin, Ritterstrasse, Lotus, n° 41, 1er trim. 1984, p. 80.
- Schär Jacques, Genève (concours), Faces, n° 4, Automne 1986, p. 51.
- Schwartz David, Washington DC (Penn Theater Project), *Architectural Record*, n° 7, Juillet 1984, p. 106.
- Schweighofer Anton, Vienne, Wienberggrasse (1981-1985), Casabella, n° 527, Septembre 1986, p. 24.
- Schweighofer Anton, Vienne, Wienberggrasse (1986), Casabella, n° 540, Novembre 1987, p. 38.
- Schweighofer Anton, Vienne, Wienberggrasse (1986), Casabella, n° 540, Novembre 1987, p. 40.
- Simounet R., Saint-Denis, basilique, *Architecture Mouvement Continuité*, n° 14, Décembre 1986, p. 62.
- Siza Vieira Alvaro, The Hague (projet), Casabella, n° 538, Septembre 1987, p. 10.
- Solomon Daniel and Associates, Pocket, California, *Architectural Record*, n° 8, Août 1988, pp. 104-105.
- Solomon Daniel and Associates, St. James Place Condominiums, *Architectural Record*, n° 8, Août 1988, pp. 102-103.
- Travaux étudiants, Werk, Bâien + Wohnen, n° 11, Novembre 1983, p. 58.
- Ungers, Berlin, Tiergarten, *Architectural Review*, n° 1051, Septembre 1984, p. 51/9.
- Ungers O.M., BSchmagendorf, Rheinbabenallee, *Architectural Review*, n° 1051, Septembre 1984, pp. 104-105/9.
- Uyttenhaack R., Amsterdam (1990), Werk, Bâien + Wohnen, n° 11, Novembre 1991, p. 48.
- Uyttenhaack Rudy, Amsterdam, De Droogbak (1988-1989), *Architecture Mouvement Continuité*, n° 16, Novembre 1990, p. 30.
- Valentiny, Berlin, Rauchstrasse, *Architecture Mouvement Continuité*, n° 10, Décembre 1985, p. 71.
- Van Egeraat Erik/Houben Francine, Rotterdam, DTiendplein (1988-1990), *Architecture Mouvement Continuité*, n° 16, Novembre 1990, pp. 28-29.
- von Gerkan, Marg & Partner, Berlin, Tiergarten, *Architectural Review*, n° 1051, Septembre 1984, p. 45/9.
- Waldhör Ivo, Malmö, Suède, *Architectural Review*, n° 1141, p. 26/3.
- Yamamoto Riken/Shop Field, Xystus, Japan Architecture, n° 9, Printemps 1993, pp. 204-207.
- *, *Archi Intérieure Créé*, n° 237, 2ème trim. 1990.
- *, *Community Fairfax*, *Architectural Record*, n° 2, Février 1988, p. 126.
- *, *Architectural Record*, n° 6, Juin 1988.
- *, *Architectural Record*, n° 9, Septembre 1988, p. 124.
- *, *Architectural Review*, n° 27, Printemps 1993.
- *, *Architecture Mouvement Continuité*, n° 10, Décembre 1968.
- *, *Architecture Mouvement Continuité*, n° 1, Février 1975.
- *, *Architecture Mouvement Continuité*, n° 2-3, Février 1975.
- *, *Architecture Mouvement Continuité*, n° 39, Juin 1976.
- *, *Architecture Mouvement Continuité*, n° 44, Février 1978.
- *, *Architecture Mouvement Continuité*, n° 2, Octobre 1983.
- *, Casabella, n° 522, Mars 1986.
- *, Casabella, n° 541, Décembre 1987.
- *, *El Croquis*, n° 53, Mars 1992.
- *, *Faces*, n° 8, Printemps 1988.
- *, *Faces*, n° 17, Automne 1990.
- *, *Sembokoku Kamagaya Appts*, Japan Architecture, n° 286, Février 1981, pp. 56-58.
- *, *Mont Fuji*, Japan Architecture, n° 304, Août 1982, pp. 59-60.
- *, *Japan Architecture*, n° 317, Septembre 1983.
- *, *Lotus*, n° 9, Février 1975.
- *, *Werk, Bâien + Wohnen*, n° 11, Novembre 1990, p. 43.
- *, *Werk, Bâien + Wohnen*, n° 12, Décembre 1986, p. 34.
- *, *Werk, Bâien + Wohnen*, n° 12, Décembre 1986, p. 43.
- *, *Werk, Bâien + Wohnen*, n° 5, Mai 1990, p. 55.
- Techniques et Architecture
 Logement - Housing n° 397 / Août-Septembre 1991
 Habiter - Bâtiments récents en Europe n° 375, janvier 1988
 Habitat collectif n° 357, janvier 1985
 Habiter la ville n° 351, janvier 1984
- L'Architecture d'Aujourd'hui
 Logement n° 252, septembre 1987
- *Formes urbaines et habitat social*, 120 réalisations expérimentales du Plan Construction et Habitat, 1978-1984, Plan Construction et Habitat, Paris, 1986
- Léger (J.-M.), *Derniers domiciles connus*, enquête sur les nouveaux logements, 1970-1990, Créaphis, Paris, 1990
- Moley (Ch.), *L'innovation architecturale dans la production du logement social*, Plan Construction, Paris, 1979
- *Housing in Europa*, Prima parte 1900-1960, ed. Luigi Parma, Bologne, 1978 / Seconda parte 1960-1979, Bologne, 1979
- Eleb-Vidal (M.), Debarre-Blanchard (A.), *Architecture domestique et mentalités* (1880-1914), Rapport de recherche, Ecole d'Architecture de Paris-Villemin, Paris, 1987
- Haumont (N.) et Raymond (H.), *Habitat et pratiques de l'espace*, Etudes des relations entre l'intérieur et l'extérieur du logement, Plan Construction, 1972
- PAN 14, *Le logement en question*, Règlement, Plan Construction et habitat, 1986
- Dehan (Ph.) et alii, *Habiter la ville aujourd'hui*, Radiographie d'EUROPAN 2, session française, ed. Mardaga, Liège.
- Barbe (B.) et Duclent (A.), *Le vécu de l'architecture* (La Noiseraie, H. Ciriani ; Les Arcades du lac, R. Boffil ; 135 rue de L'ourg, Paris 19ème - Lévy, Maisonhaute, Coutine), MELT, Plan Construction et Habitat, Paris, 1986.

BIBLIOGRAPHIE SUR LE THEME

La bibliographie indicative que nous joignons ne donne pas l'intégralité des domaines d'information (nous ne retenons que deux ouvrages d'acoustique, alors que d'autres ouvrages moins exemplaires sont utilisés), ni les textes réglementaires et normatifs bien connus (OMS, AFNOR, Journal Officiel, etc.)

AMPHOUX (P.) et al.- Domus 2005. Exploration prospective de l'habiter.- Lausanne/Paris : IREC-Ecole polytechnique / Plan construction - MELATT, 1986.

AMPHOUX (P.).- "L'intelligence de l'habitat", Communication à la Première conférence sur l'habitat intelligent, Paris, janvier 1988.

ASCHER (F.).- Urbanisme et technologie de l'habitat : questions de prospective.-Paris : Ministère de l'Équipement, programme UTH, 1985.

ATTALI (J.).- Bruits, essai sur l'économie politique de la musique.- Paris : PUF, 1974.

AUBREE (D.).- Le Bruit.- Grenoble : CSTB, 1987.

AUBREE (D.), RASPAUD (M.), AUBREE (A.).- Multiexpositions, intégration résidentielle et représentations de l'environnement sonore.- CSTB, Mai 1986.

AUGOYARD (J.F.).- "Synthèse sur le programme pluriannuel d'études et de recherche sur le bruit de voisinage" *in* VII^{ème} Symposium Bruit et vibrations de la Rochelle, Paris, SRETIE / BEST, Ministère de l'Environnement.

- "Du lien social à entendre" *in* Le lien social, Actes du XIII^{ème} colloque de l'AISLF de Genève, Ed. par Fischer et Frick, Genève, 1989, pp. 702-717.

- "Réflexions autour de la notion de parasite sonore" *in* Urbanités sonores, Actes du séminaire Urbanités sonores, Paris, Ed. RATP, 1989.

AYME (M.).- Le Confort intellectuel.- Paris : Flammarion, 1949.

BALAYÏ (O.).- "Pour un équilibre des échanges sonores."- *in* Urbanisme n° 206, 1985.

BEAUD (P.).- La Société de connivence. Media, médiations et classes sociales.-Paris : Aubier, 1984.

BEGUIN (F.).- Les Machineries anglaises du confort *in* Recherches N° 29.

BENETTI (M.), ALLEN (B.), MARGHERI (C.), SECHET (P.).- Eléments de prospective sur la conception de l'habitat social.- Paris : CSTB/Plan construction, 1987.

BERNARD (Y.).- Usage de l'habitat. Les Français chez eux.

BERTONI (D.).- L'Influence du bruit au travail sur la gêne due au bruit dans l'habitat. Colloque "Effets et traitement du bruit des transports" 4^{ème} entretien du Centre Jacques Cartier - Lyon : INRETS, 1990.

BOUVIER (P.), MERCIER (P.-A.), SCARDIGLI (V.).- Technologie et modes de vie.- Paris : CES, Cahier n°1, 1985.

CAZES (B.).- Histoire des futurs. Les figures de l'avenir de St Augustin au XXI^{ème} siècle.- Paris : Seghers, 1986.

CHAVASSE (P.).- L'Histoire du décibel *in* Revue d'Acoustique n° 28-1974.- Paris, pp. 53-57

CHELKOFF (G.).- "Le Public et son espace : comment s'entendent-ils"- in *Espaces et sociétés*, n° 62-63, Paris : L'Harmattan, 1990.

"Les Effets sonores dans la ville" in *Les ambiances thermiques, lumineuses et sonores en architecture*, Paris : Direction de l'architecture et de l'urbanisme, MELTEM, 1989.

CHEMILLIER (P.).- *Sciences et bâtiment : La démarche scientifique appliquée à la construction*.- Paris : Editions des Ponts et Chaussées.

COLLOQUE DE DOURDAN.- *Espace et modes de vie*.- Paris : Plan construction / Mission de la recherche urbaine, MULT, 1982.

COLLOQUE BATIMAT.- *La Qualité acoustique des logements, le point avant la future réglementation*, Paris : sous le patronage de la Direction de la construction, septembre 1991.

CONAN (M.).- *Réflexion de synthèse sur la prospective de la conception de l'habitat*.- Paris : CSTB/Plan construction.

DESBONS (F.), PERIANEZ (M.).- *La Signification de la gêne due aux bruits dans l'habiter*.- CEP, 1975.

DELETRE (J.-J.).- *Le Confort sonore et la métrologie acoustique* in *Architecture et comportement*.- Lausanne : EPFL, vol. 7, n° 1, Mars 1991.

DORFLES (G.).- *L'Intervalle perdu*.- Paris : Librairie des Méridiens, 1984.

DREYFUS (J.).- *La Société du confort*- Paris : Editions des Ponts et Chaussées, 1989.

ELEB-VIDAL (M.), CHATELET (A.M.), MANDOUL (T.). - *Penser l'habité*.- Liège : Pierre Mardaga, 1988.

EUROPAN 1989.- *Modes de vie, Architectures du logement*.- Paris : Editions Techniques et Architecture, 1989.

FOURASTIE (J.).- *Histoire du confort*.- Paris : Que Sais-je ?, 1950 et 1973.

FOURASTIE (J.).- *Machinisme et bien-être*.- Paris : Editions de Minuit, 1951.

GIEDION (S.).- *La Mécanisation au pouvoir*.- Paris : Denoël-Gonthier, 1980 (trad. de l'anglais, 1948).

GOUBERT (P.).- *Du Luxe au confort*. Paris : Belin, 1988.

HABERMAS (J.).- *La Technique et la science comme idéologie*.- Paris, Flammarion, 1973.

HAMAYON (L.).- *La Conception du plan*.- Cahier du CSTB n° 1268, Livraison 153, décembre 1974.

- *Influences réciproques des contraintes acoustiques et de la conception architecturale*, Plan construction, 1974.

HESCHONG (L.).- *Architecture et volupté thermique*. Marseille : Ed. Parenthèses, 1981.

HOGGART (R.).- *La Culture du pauvre*.- Paris : Editions de Minuit, 1970 (1957).

d'IRIBARNE (Ph.).- "Les Relations entre le bien-être subjectif et le bien-être objectif." in *Elements subjectifs du bien-être*, OCDE, 1974.

JOSSE (A.).- *Etude sociologique de la satisfaction des occupants de locaux conformes aux règles qui sont supposées garantir un confort acoustique suffisant*.- CSTB, 1969.

JUAN (S.), ROTHIER-BAUTZER (L.).- Eléments pour une analyse critique des notions de mode de vie, styles de vie et courants socio-culturels.- Paris : Laboratoire du changement social / Groupe Prospective du MELATT, 1986.

LEIPP (E.).- La Machine à écouter.- Paris : Gallimard, 1977, pp. 120-121.

LEVY-LEBOYER (C.) (sous la direction de).- Douze ans de recherches sur la gêne due au bruit (...), 1976-1987.- Paris : IRAP, 1988.

LIENARD (P.).- Décibels et indices de bruit.- Paris : Masson, 1974.

LINDSAY (R.B.).- The Story of acoustics.- *in* The journal of acoustical society of America, Vol. 39, n° 4, p. 629-644, Avril 1966.

MAC-LUHAN (M.).- Pour Comprendre les medias.- Paris : Mame / Seuil, 1968.

MAGLIONE (J.).- Le Temps des réhabilitations.- Grenoble : PUG, 1986.

MIGNERON (J.-G.).- Influence de la dynamique et de la composition spectrale sur la gêne résultant dans un logement exposé à un niveau équivalent constant. Colloque Effets et traitement du bruit des transports. 4^{ème} entretien du Centre Jacques Cartier.-Lyon : INRETS, Déc. 90.

- Acoustique urbaine.- Paris : Masson, 1980.

MONIER (E.).- Energie au foyer. Le mode de vie des classes moyennes en habitat collectif.- Paris : Ed. Plan construction, 1985.

PARAVICINI (U.).- Habitat au féminin.- Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes, 1990.

PERIANEZ (M.).-Testologie du paysage sonore interne, CSTB, 1981.

PERRIAULT (J.) - La Logique de l'usage.- Paris : Flammarion, 1989.

PUJOLLES (J.).- La Pratique de l'isolation acoustique des bâtiments.- Paris : Editions du Moniteur, 1978.

QUERE (L.).- Des Miroirs équivoques. Aux origines de la communication moderne.-Paris : Aubier, 1982.

RASMUSSEN (S.-E.).- Experiencing architecture.- Cambridge : MIT Press, p. 224-237, 1962.

RESEAU "MODES DE VIE".- Approches sociologiques des modes de vie.- Paris : DGRST, 1982.

RYBCZYNSKI (W.).- Le Confort (traduit de l'anglais).- Montréal : Du Roseau, 1989.

STOUDZE (Y.).- Généalogie de l'innovation en matière de communication.- Paris : IRIS / Université de Paris-Dauphine, 1978.

TORGUE (H.).- L'Oreille active - Les relations à l'environnement sonore dans la vie quotidienne - Rapport de recherche - Grenoble : ESU / MER, Juin 1985.

VIAN (J.-P.).- Correspondance entre les caractéristiques physiques des isolements acoustiques et l'appréciation subjective de leur qualité *in* Cahiers du CSTB n°1733, vol. 224- Paris : CSTB, 1981, pp. 4-15.

VILLENEUVE (A.).- Evolution de l'équipement des ménages jusqu'au début de 1970. Paris : INSEE M4.

PRESENTATION DU LABORATOIRE CRESSON

ORIENTATION SCIENTIFIQUE

Créé en 1979, à l'Ecole d'Architecture de Grenoble, le CENTRE DE RECHERCHE SUR L'ESPACE SONORE a mis en oeuvre une méthode interdisciplinaire visant à mettre en corrélation trois approches de l'environnement : une analyse de la conception de l'espace bâti et aménagé, une approche sociologique et anthropologique du milieu urbain, une méthodologie d'application des acquis scientifiques et techniques de l'environnement. Le principal matériau d'étude a été l'environnement sonore.

A partir de 1990, l'arrivée de nouveaux chercheurs provenant soit de l'Université, soit de l'Education nationale, soit de la recherche contractuelle, soit du domaine professionnel, avec des thématiques portant sur l'espace urbain, a permis de créer le CENTRE DE RECHERCHES SUR L'ESPACE SONORE ET L'ENVIRONNEMENT URBAIN. Avec 14 chercheurs assurant l'équivalent de 9 temps pleins de recherche, un secrétariat à mi-temps et 16 étudiants de 3ème cycle (CEAA Environnement sonore et Architecture), ce laboratoire d'abord reconnu comme Groupe de Recherche Architecturale par la Direction de l'Architecture en 1984 a été promu Laboratoire de recherche Architecturale en 1990. Il est associé au CNRS en Section 39 (Espace, territoire et Société) depuis 1988.

Avec l'accroissement puis la stabilisation de son effectif, l'équipe a entrepris un travail d'approfondissement de ses premiers intérêts, les phénomènes sonores, et a élargi ses objets d'observation à d'autres éléments de l'environnement urbain susceptibles de valoir une approche similaire, en particulier l'environnement lumineux

S'il fallait typifier schématiquement la situation de l'équipe CRESSON dans le champ de la recherche, il faudrait placer son centre de gravité dans les sciences de l'homme et de la société et dans la recherche urbanistique et architecturale. On n'y trouvera pas en effet d'action de recherche proprement physique. C'est la démarche d'application des connaissances scientifiques et techniques aux domaines de l'architecture et de l'urbanisme, ainsi que leur interaction avec les sciences sociales, qui caractérisent notre manière d'aborder l'environnement.

Plus précisément, cette approche se caractérise par les quatre points suivants

1.- Une démarche interdisciplinaire (Architecture, Urbanistique, Sciences pour l'ingénieur, Droit, Géographie, Ecologie humaine, Philosophie, Sociologie, Esthétique, Sciences de la communication, Didactique) fondée sur la recherche d'une cohérence conceptuelle effective.

2.- La priorité donnée aux questions issues de l'environnement pour aborder le champ de l'urbain.

3.- La volonté de donner à l'analyse des pratiques sociales et des représentations collectives une place qu'elle n'a pas dans l'étude de l'environnement.

4.- La confrontation régulière et programmée entre la recherche théorique, l'expérimentation inductive et l'application-test des résultats obtenus.

Cette articulation entre théorie et pratique vise à dépasser la stricte évaluation normative et à promouvoir une attitude créatrice chez les concepteurs et responsables du cadre bâti et de l'aménagement.

STATUT DE L'EQUIPE

L'équipe CRESSON est un laboratoire de recherche-enseignement en exercice à l'Ecole d'Architecture de Grenoble où le laboratoire est implanté depuis 1979. Elle entretient, par ailleurs, des relations scientifiques privilégiées avec l'Université de Grenoble I, II, ET III. Une association scientifique avec l'Université II a été engagée.

INSERTION DE L'EQUIPE DANS LES RESEAUX SCIENTIFIQUES.

L'équipe est encouragée et soutenue par plusieurs instances publiques avec lesquelles elle collabore activement : CNRS, Education Nationale, Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et de la Mer, Ministère de l'Environnement, Ministère de la Culture.

Les collaborations scientifiques avec diverses instances universitaires ou établissements publics concernent les domaines de l'Urbanisme, des Sciences du social et du politique, des Sciences de la communication et des Sciences pour l'ingénieur. A l'échelle locale, les collaborations régulières sont les suivantes :

- DEA "Espace, pouvoirs, aménagement", (UFR "Développement, gestion économique, sociétés", Grenoble II),
- Département des sciences de la communication (Grenoble III),
- IUT de génie civil
- 1er et 2e cycle (Grenoble I),
- CSTB de Grenoble,
- Conservatoire régional de musique,
- Institut National du Génie Urbain (Lyon),
- Centre Pierre Léon (Université de Lyon II).

CONSEIL SCIENTIFIQUE DU LABORATOIRE

Il est composé des Professeurs :

- Mme Françoise Choay, docteur ès Lettres (Institut d'Urbanisme, Paris VIII),
- Mme Edith Lecourt, docteur ès Lettres (Psychologie clinique et psychiatrique, Université Louis Pasteur, Strasbourg),
- M. Bernard Miège, docteur ès Lettres (Directeur du département Sciences de la communication, Grenoble II),
- M. François-Bernard Mâche, docteur ès Lettres (Directeur du département de Musicologie de l'université de Strasbourg)
- M. Jacques Joly, docteur ès Lettres, géographe, Maître de conférences (Grenoble II)
- M. Yves Lequin, docteur ès Lettres, Université de Lyon II (Directeur du Centre Pierre Léon - CNRS - URA 04-223)

INFORMATION SCIENTIFIQUE

Responsabilités scientifiques.

Plusieurs membres du laboratoire assurent des activités d'expertise et de gestion de la recherche près divers ministères (Environnement, Equipement) ou sociétés savantes (Société Française d'Acoustique, CIDB, Association française de l'éclairage),

Production architecturale et conseil.

Les architectes de l'équipe ont une activité architecturale partielle mais importante pour tester les analyses et modèles d'aide à la conception établis dans nos programmes de recherche. A titre individuel ou en association avec d'autres partenaires, ils répondent aux concours intéressants du point de vue acoustique, interviennent sur des travaux de second oeuvre ou assurent des activités de conseil (CAUE, collectivités locales, Musée des Plans et reliefs, par exemple), d'aide à la conception (études acoustiques pour l'EDF, le CRT, deux Ecoles de musique, la Cité internationale de Lyon). Plusieurs de leurs projets ont été réalisés sur la région Rhône-Alpes (écoles, la salle du CIÉL à Grenoble) ou ailleurs (studio de l'Université de Reims).

Le Laboratoire produit régulièrement des créations sonores destinées soit à la pédagogie (cassettes didactiques), soit à l'environnement sonore de colloques, d'expositions ou de musées (ex : Colloques MELTEM sur le chantier, sur les entrées de ville, Musée des Plans et Reliefs, maquette de spots sonores pour la campagne nationale 1988 sur le bruit).

FORMATION PAR LA RECHERCHE

Le laboratoire a obtenu en 1984 (première session) l'habilitation pour un C.E.A.A. (Certificat d'Etudes Approfondies en Architecture) intitulé "*Environnement Sonore et Architecture*" qui délivre un certificat d'études approfondies en acoustique architecturale et environnement sonore. L'objectif est double : d'une part, initier à la recherche pluridisciplinaire sur l'environnement urbain, d'autre part, apporter une spécialisation aux étudiants et professionnels qui composent les promotions de ce post-diplôme et se répartissent globalement entre 60% d'architectes et urbanistes et 40% d'ingénieurs et spécialistes en Sciences humaines et Sciences de la communication.

L'originalité de la formation proposée, qui attire une proportion significative d'étudiants étrangers, est de tenir compte des indications touchant à l'usage et à la pratique des espaces bâtis concrets et de croiser cette connaissance avec les acquis quantitatifs plus classiques de manière, d'une part, à faire intervenir le confort sonore dès la conception et, d'autre part, à enrichir l'imagination créatrice de l'architecte. Il s'agit donc d'associer à parité d'encadrement une approche anthropologique de l'environnement sonore et un enseignement de type scientifique et technique sur l'acoustique architecturale (200 heures de formation théorique, 400 heures de formation pratique), associant les compétences locales dont le C.S.T.B., l'Université et les Cabinets d'acoustique-conseil de qualité.

De part son profil tout à fait unique et les travaux de pointe qu'il conduit, le Laboratoire met les étudiants du CEAA en position de contribution à la recherche ou à l'innovation méthodologique. Aucun des sujets de travail personnel n'a pu jusqu'à présent faire l'économie de cette dimension nécessairement inventive. Parmi d'autres, quelques sujets soutenus ou actuellement traités en seront de bons exemples : "*La maison aveugle*", "*La notion de synchronie dans l'environnement sonore*", "*Perception auditive spatiale et multidiffusion des sons*", "*Acoustique des locaux industriels, une démarche et un exemple*", "*Culture urbaine, trames, pratiques sonores*", "*Construire un espace cinématographique*", "*Perception auditive spatiale et multidiffusion des sons*"; "*L'acoustique des*

lieux de silence, exemple du Carmel de Chambéry", La résonance. Synthèse théorique et analyse d'un cas : la villa Contarini"

Autres enseignements

Les chercheurs du laboratoire assurent plusieurs enseignements dans les premier et second cycles de l'Ecole d'Architecture de Grenoble : Acoustique appliquée aux bâtiments, Eclairagisme, Architecture et Aménagement sonores, Ecologie humaine, Esthétique de l'environnement, Sociologie de la culture, Technologies de représentation sonore, Prise de son et traitement du signal.

Le laboratoire participe de manière importante aux enseignements dispensés par l'Université :

- D.E.A. "Urbanisme, environnement urbain, Politique des villes" assuré par l'Institut d'Urbanisme de Grenoble et l'Université des Sciences Sociales.
- - Premier et second cycle en Génie Civil, Université de Grenoble I.

Un programme de formation extérieure a été établi en 1986. Il est proposé à des

organismes publics souhaitant perfectionner les connaissances de leurs administrés ou d'interlocuteurs s'adressant à eux dans le même but (Promoca, CAUE, CRDP, Rectorat, ANAH). Des stages de haut niveau en acoustique et électro-acoustique des salles de spectacle ont été assurés par notre enseignant invité : Claude Venet (SCI-ARC et UCLA, USA) depuis 1987.

A noter enfin qu'un calendrier fourni de conférences (cycle de six ans) faites par des spécialistes dans le cadre de la formation post-diplôme a favorisé l'extension des contacts scientifiques mais a aussi drainé un public averti intéressé par nos recherches.

DIFFUSION DES RESULTATS

Depuis 1983-1984, l'Equipe CRESSON a constitué une importante bibliographie composée d'articles scientifiques publiés, de communications à des congrès, colloques, séminaires, de rapports de recherche, cassettes sonores, ouvrages édités, de productions muséographiques et audio-visuelles.

Recherches conduites par l'Equipe interdisciplinaire : rapports et cassettes édités.

- 1 - **Situations d'habitat et façons d'habiter.** A. Medam, JF.Augoyard, 1976, 329 p.
- 2 - **Les pratiques d'habiter à travers les phénomènes sonores.**
Contribution à une critique de l'habitat. JF.Augoyard, 1978, 212 p. + annexes.
- 3 - **Faire comme à Givors.** JF. Augoyard, J. Maglione, G. Dupont, 1983, 116p.
- 4 - **Sonorité, Sociabilité, Urbanité.** J.F. Augoyard, O. Balaÿ, O. Belle, G. Chelkoff, 1983, 155 p.
- 5 - **La dimension Sonore d'un quartier (+ cassette).** O. Balaÿ, G. Chelkoff, 1985,, 80 p.
- 6 - **La production de l'environnement sonore (+ cassette).** JF.Augoyard, P. Amphoux, G. Chelkoff, 1985, 185 p.
- 7 - **Environnement sonore et communication interpersonnelle (2 tomes + cassette).**
JF. Augoyard, P. Amphoux, O. Balaÿ, 1985, 132 p.
- 8 - **Les Sources d'information sur le bruit de voisinage.** M. Leroux, 1986, 51 p.
- 9 - **Proxémie acoustique dans l'habitat (+ cassette).** O. Balaÿ, 1986, 102 p.
- 10 - **Culture sonore en chantier (+ cassette).** JP. Thibaud, JP. Odion, 1987, 69 p.
- 11 - **Environnement sonore et société.** Séminaire sous la dir. de JF. Augoyard (résumés), 1987, 115 p.
- 12 - **Conception et usage de l'habitat : proxémies sonores comparées.** G. Chelkoff, O. Balaÿ, 1987, 76 p.
- 13 - **Entendre les espaces publics.** G. Chelkoff, JL Bardyn, M. Leroux, JP Thibaud, 1988, 246 p.
- 14 - **Le Bruit, la plainte et la voisin.**
P. Amphoux, M. Leroux, A. Blanc-Tailleur, JL. Bardyn, 1989, 2 tomes, 277 p. + 184p
- 15 - **A l'écoute du chantier : des productions sonores aux modes de prévention (+ cassette).**
J.P. Thibaud, G. Chelkoff, JP. Odion, 1989, 189 p.
- 16 - **Les Faiseurs de bruit.** M. Leroux, J.L. Bardyn, 1989, 97 p.
- 17 - **Une approche qualitative de l'éclairage public à Grenoble.**
G. Chelkoff, JJ. Delétré, JP. Thibaud, JL. Bardyn, 1990, 167 p.
- 18 - **Les facteurs lumineux du sentiment d'insécurité.**
Séminaire de recherche exploratoire, sous la dir. de JF. Augoyard, 1990, 107 p.
- 19 - **Les facteurs sonores du sentiment d'insécurité.** M. Leroux, JL. Bardyn, 1990, 201 p.
- 20 - **Aux écoutes de la ville. Enquête sur trois villes suisses.** P. Amphoux et alii, 1991, 319 p.
- 21 - **La qualité sonore des espaces habités.** Actes du Colloque, Grenoble, Cresson, 20-22 mars 1991, 380 p.
- 22 - **Bien-être sonore à domicile. Architectures du logement et potentiel de confort sonore.**
G. Chelkoff, JL. Bardyn, M. Leroux, O. Balaÿ, JP. Odion, 1991, 213 p.
- 23 - **Les Mises en vue de l'espace public.** G. Chelkoff, J.P. Thibaud, 1992, 231 p.
- 24 - **Lyon au XIXe siècle, l'environnement sonore et la ville.** O. Balaÿ, O. Faure, 1992, 115 p.
- 25 - **L'Appel du Port.** Recherche exploratoire pluridisciplinaire sur l'ambiance sonore de 5 ports européens.
J.L. Bardyn, 1993, 162 p.+ annexes.
- 26 - **L'identité sonore des villes européennes.** Guide méthodologique. P. Amphoux, 1993, 2 tomes, 49 et 41 p.
- 00- **Le Bruit et la Plainte.** Journée d'étude Nationale, 25/3/1988. **Cassette sonore "résumé-bilan" (2 x 30 mn)**
- 01- **Les faiseurs de bruit.** Journée d'étude Nationale, 9/6/1989. **Cassette sonore "résumé-bilan" (2 x 30 mn).**
- 02 - **L'Appel du port.** 50 fragments sonores pour 5 villes portuaires. **Disque Compact (73'15), 1993.**

LA CONCEPTION SONORE DES ESPACES HABITES

UNE DEMARCHE EXPLORATOIRE AVANT EXPERIMENTATION

TOME 2

par

Olivier BALAY
Jean-Pierre ODION
et Dominique NOEL

Décembre 1994

Rapport de recherche

n° 0592-179

CENTRE DE RECHERCHE SUR L'ESPACE SONORE
ET L'ENVIRONNEMENT URBAIN

CNRS UNITE DE RECHERCHE ASSOCIEE 1268 - EQUIPE DE RECHERCHE ARCHITECTURALE

**LA CONCEPTION SONORE DES ESPACES HABITES :
UNE DEMARCHE EXPLORATOIRE AVANT EXPERIMENTATION**

SOMMAIRE DU TOME 2

*METHODE D'ANALYSE DES PROJETS PRESENTES
DANS LE TOME 1 : SCENARIOS SONORES ET
FAISABILITES ACOUSTIQUES*

PRESENTATION	3
CHAPITRE 1 : A LA RECONQUETE DU SONORE DANS L'ENVIRONNEMENT DU LOGEMENT - SCENARIOS SONORES ET FAISABILITES ACOUSTIQUES	5
1.1. LES PAVES ONT DES OREILLES	6
1.2. ACCES A IMPEDANCE VARIABLE	10
1.3. LA COURSIVE EN SILENCE	17
1.4. "BOITES SONORES" SUR COUR	21
1.5. MODERATO HABITABLE	24
1.6. UNE PIECE SONORE URBAINE RURALISEE	26
1.7. LA TERRASSE IMPERIALE	28
CHAPITRE 2 : VERS UNE MODULATION DE L'ECOUTE DANS LE LOGEMENT - SCENARIOS SONORES ET FAISABILITES ACOUSTIQUES	31
2.1. ISOLEMENT ACOUSTIQUE FACULTATIF ENTRE LES DIFFERENTES PIECES DE L'HABITAT	
2.1.1. SAS COURT ET SAS EN CHICANE	32
2.1.2. L'EFFICACITE PHONIQUE SELON LA FORME ET L'AGENCEMENT DU SAS	34
2.1.3. DU ROLE ACOUSTIQUE DES PORTES DONNANT SUR LES SAS	36
2.1.4. LE SAS ACOUSTIQUE COMME ESPACE DE PROLONGATION D'ACTIVITE (1)	39
2.1.5. LE SAS ACOUSTIQUE COMME ESPACE DE PROLONGATION D'ACTIVITE (2)	43
2.1.6. DISPOSITIF MULTIPLIANT LES SAS	47
2.1.7. SEJOUR/COULOIR/CHAMBRE : + OU - 10 dB(A)	49
2.1.8. DES CIRCULATIONS LONGUES (1)	51
2.1.9. DES CIRCULATIONS LONGUES (2)	53
2.1.10. LIMITES EPAISSES AMOVIBLES	55

2.1.11.	<i>UN CAS D'ECOLE : ATTENUATION DES BRUITS PAR LES PLACARDS</i>	57
2.1.12.	<i>DISPOSITIFS POUR MIEUX CONTROLER LA CIRCULATION DES SONS ENTRE DEUX PIECES D'UN MEME LOGEMENT, LES LIMITES EPAISSES</i>	59
2.1.13.	<i>LE REDOUBLEMENT DE LA FAÇADE VITREE : UN DISPOSITIF QUI PERMET DE MIEUX CONTROLER LA CIRCULATION DES SONS ENTRE LE DEDANS ET LE DEHORS</i>	61
2.2.	CONCEPTION SPATIALE ET TEMPORALITES SONORES SYNCHRONES	
2.2.1.	<i>CONCEPTION SPATIALE ET TEMPORALITES SONORES SYNCHRONES : UN PASSAGE DE PORTE LONG</i>	63
2.2.2.	<i>CONCEPTION SPATIALE ET TEMPORALITES SONORES SYNCHRONES : LE DRESSING</i>	68
2.2.3.	<i>ON FAIT CIRCULER LE SON PAR LA GAUCHE OU PAR LA DROITE ?</i>	70
2.2.4.	<i>L'EXEMPLE D'UN DUPLEX AU JAPON</i>	72
2.3.	CONFORTEMENT SONORE DE L'HABITABILITE DU LOGEMENT : L'ESPACE DE RESERVE	
2.3.1.	<i>QUAND IL M'A PLU DE ME RETIRER DANS CE BUREAU, IL ME SEMBLE QUE JE SUIS LOIN DE CHEZ MOI</i>	75
2.3.2.	<i>PARCE QU'IL ME PLAIT DE LAISSER FILTRER LES SONS PAR LES PORTES ET LES FENETRES : LA LEÇON DE MADAME HULOT</i>	78

ANNEXES

-	EVALUATION DES DISTANCES D'INTELLIGIBILITE DE LA PAROLE DANS UNE AMBIANCE BRUYANTE	82
-	AUDIBILITE DES SONS DANS LE BRUIT DE FOND : L'EFFET SONORE DE MASQUE	86
-	RECHERCHE ACOUSTIQUE D'EVALUATION DES BRUITS EMIS A L'INTERIEUR DES APPARTEMENTS DE COLLECTIFS D'HABITATION	87
-	EVALUATION DU NIVEAU MOYEN D'UNE CONVERSATION, D'UN TELEVISEUR, D'UN APPAREIL ELECTROMENAGER	93
-	BRUITS AERIENS PRODUITS DANS LES LOCAUX SANITAIRES OU LES CHAUFFERIES DES MAISONS INDIVIDUELLES	95
-	COMMENT RENDRE INAUDIBLES LES SONS DE RADIO ET DE TELEVISION ENTRE LES LOGEMENTS ?	96
-	TRANSMISSION DU SON PAR LES FENETRES ET PAR LES PORTES	102
-	AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE DES TYPES USUELS DE PORTES - COMPORTEMENT D'UN SAS ACOUSTIQUE	105
-	QUELQUES EXEMPLES DE CONFIGURATIONS DE FENETRES et FORMULE DE CALCUL DE L'ISOLEMENT D'UNE FENETRE OUVERTE	106
-	SUPERPOSER - JUXTAPOSER LES PIECES DU LOGEMENT : CONSEILS ET BON SENS	108
-	QUELQUES EXEMPLES DE NIVEAUX DE SOURCES SONORES URBAINES ET DOMESTIQUES	109
-	NIVEAUX SONORES MAXIMAUX DES VEHICULES EN PLEINE ACCELERATION OU CIRCULANT A VITESSE CONSTANTE ET MODEREE	110
-	INFLUENCE DU BALCON SUR L'ISOLEMENT DE LA FAÇADE AUX BRUITS EXTERIEURS	111

**LA CONCEPTION SONORE DES ESPACES HABITES :
UNE DEMARCHE EXPLORATOIRE AVANT EXPERIMENTATION**

TOME 2

*METHODE D'ANALYSE DES PROJETS PRESENTES
DANS LE TOME 1 : SCENARIOS SONORES ET
FAISABILITES ACOUSTIQUES*

PRESENTATION

Si le Tome 1 de cette recherche fait état d'une synthèse de l'ensemble des travaux, le Tome 2 reprend en détail la méthode de travail et les échanges de documents entre trois champs disciplinaires : celui de l'architecture et de la sociologie (scénarios d'usage) d'une part, et celui de l'ingénieur (faisabilités acoustiques) d'autre part.

Dans ce document, les scénarios sonores envisagés pour chacun des dispositifs architecturaux sont décrits et sont appuyés par une étude de faisabilité acoustique (calcul des niveaux sonores, préconisations pour l'implantation des matériaux, ...), l'ensemble étant présenté à travers un jeu de questions-réponses auxquelles se sont prêtés les deux rédacteurs de ce Tome, Olivier Balaÿ (architecte, urbaniste) et Jean-Pierre Odion (ingénieur acousticien).

**CHAPITRE 1 : A LA RECONQUETE DU SONORE DANS
L'ENVIRONNEMENT DU LOGEMENT**

SCENARIOS SONORES ET FAISABILITES ACOUSTIQUES

1.1. LES PAVES ONT DES OREILLES...

A partir d'un projet de Yves Lion, architecte, Villejuif, ZAC des Hautes Bruyères, Allée Sonia Delaunay, 78 logements PLA / REX Plan Construction (1986 / 1992).

1.1.1. SCENARIO SONORE

Le plan de Y. Lion permet de réfléchir à la maîtrise de plans d'écoute différenciés au bénéfice de l'habitant et au bénéfice du promeneur :

- 1/ Dans le trajet menant au logement, l'habitant franchit une première porte qui le conduit à la frange d'une terrasse qu'il pourra investir pour lire ou pour déjeuner. Pour pouvoir discuter à voix normale à table, à une distance d'environ 2 m à 2,50 m, le niveau du bruit ambiant extérieur doit se situer autour de 50 dB(A) (Cf. annexe 1, p. 1). Qu'en est-il dans un volume de ce type ? La voix est-elle amplifiée de 3 à 4 dB(A) ? Quelles corrections acoustiques peut-on apporter au mur pour éviter l'effet tonneau ? Enfin, en fonction du niveau de conversation repéré, quelle doit être le niveau des fréquences du bruit ambiant extérieur qui permette de parler à voix normale ? La règle des 10 dB(A) (effet de masque) s'applique-t-elle ?

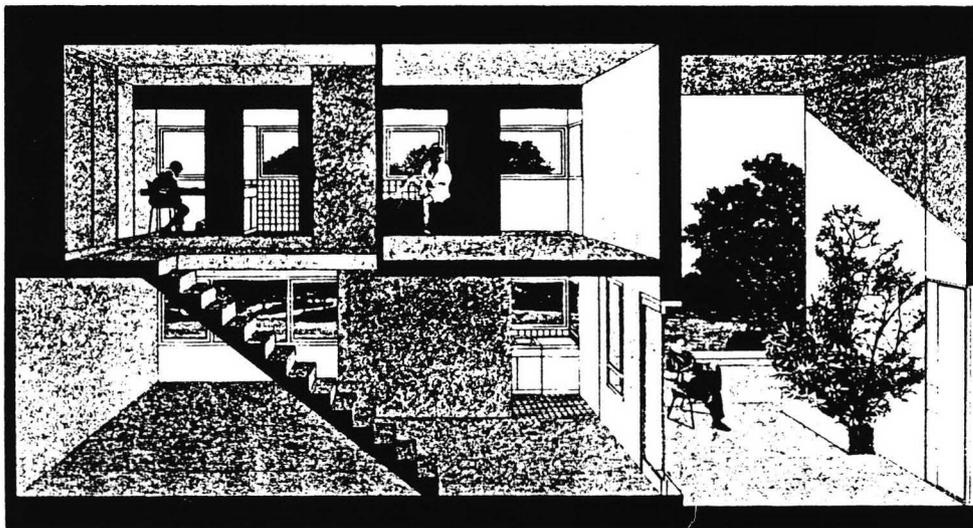
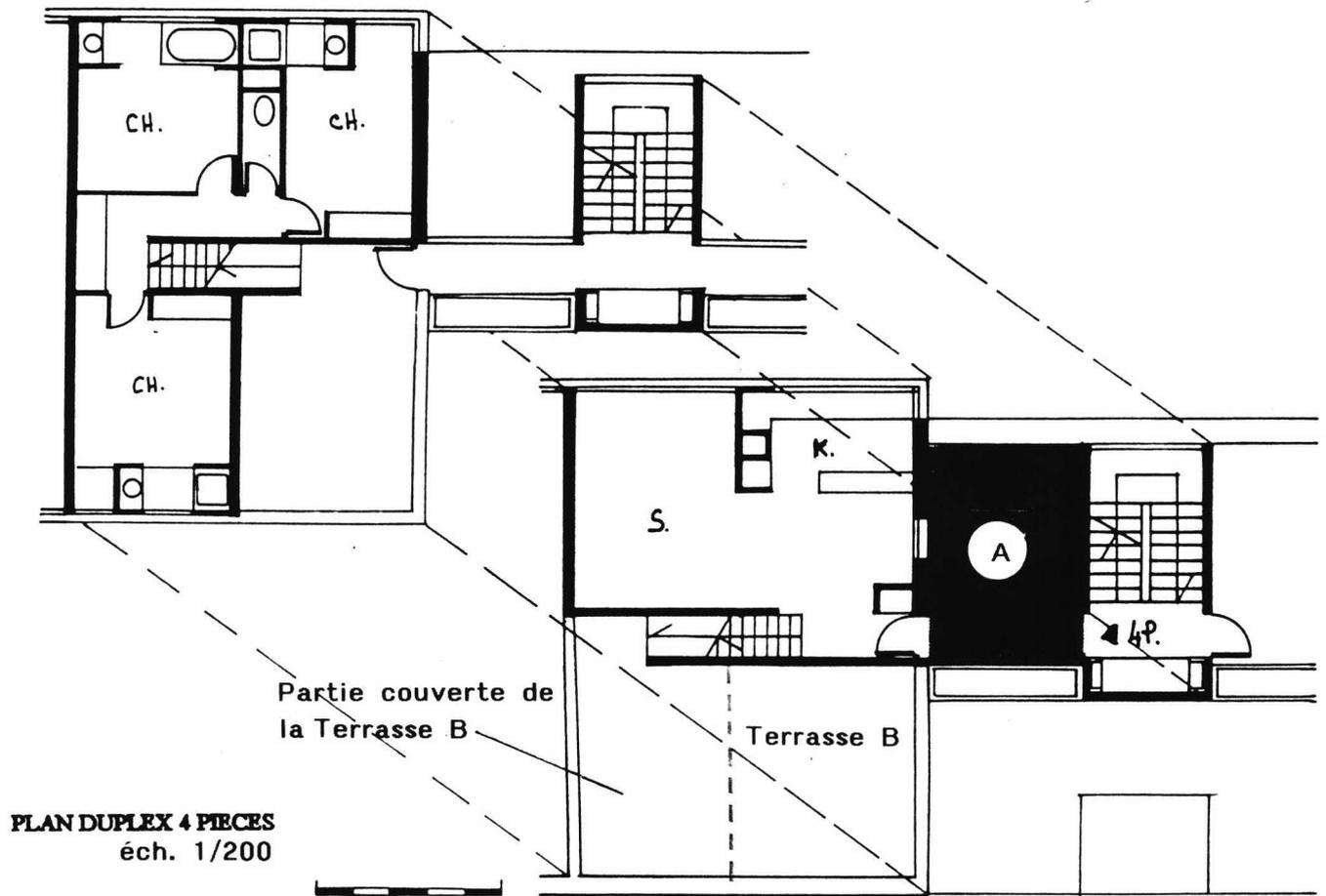
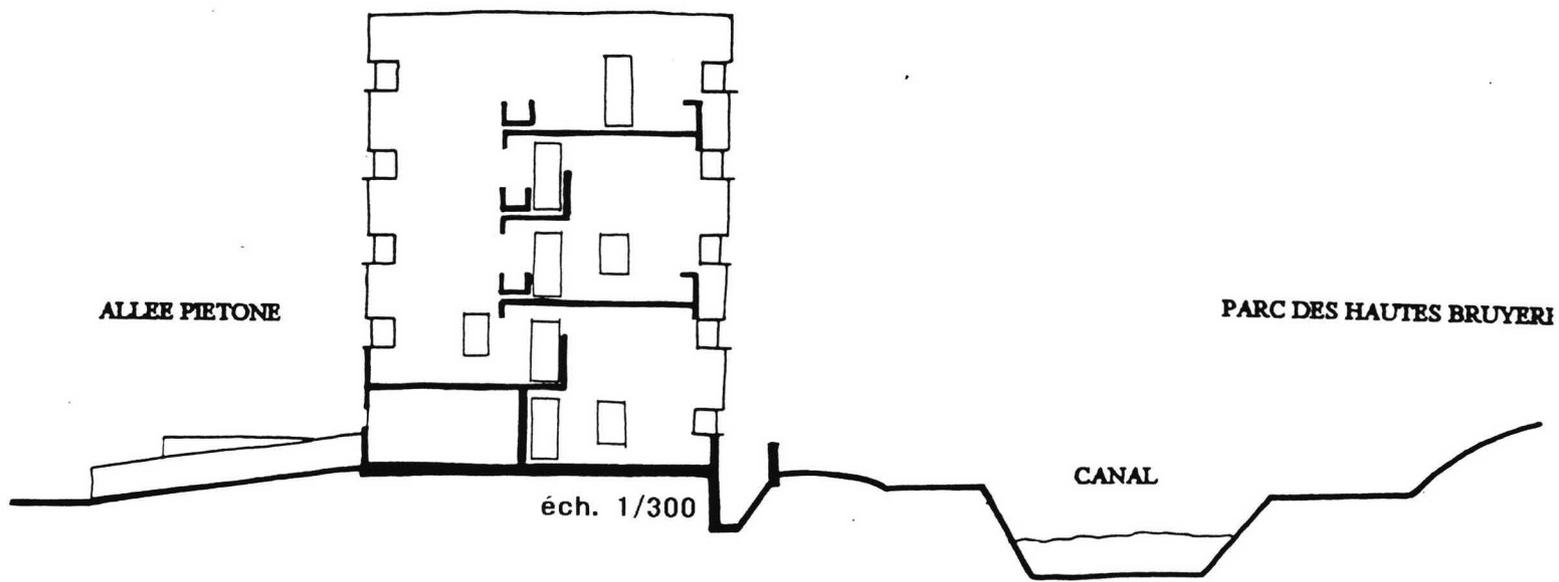
Demandons-nous maintenant comment on peut maîtriser la propagation des sons provenant de cette terrasse vers l'espace extérieur. Quel doit-être le niveau maximum du bruit ambiant côté voirie pour que l'on puisse comprendre la conversation qui se déroule sur la terrasse à voix normale ? Quel niveau sonore permet par exemple de discuter entre la rue et la terrasse, le locuteur n'étant plus assis au milieu de la terrasse mais se trouvant au niveau de la balustrade ? Quel degré d'absorption phonique doivent avoir les murs pour que, à niveau de bruit ambiant fixé, la conversation à voix normale ne soit pas intelligible mais reste audible dans la rue ?

- 2/ Les principes de Y. Lion pourraient permettre de créer une seconde terrasse orientée sur la façade opposée. Cette terrasse aurait une acoustique variable en rapport à la chambre du duplex qui la surplombe partiellement. Comment peut-on approcher la variation sonore qualitativement ? (TR ? ...).

Pour discuter d'une terrasse à l'autre à voix normale, le climat sonore ne doit pas dépasser 45 dB(A) (4 m de distance). En revanche, si le bruit ambiant est de 50 dB(A), c'est à voix "criée" que la conversation pourra avoir lieu.

Quelle correction à ces chiffres faut-il apporter en fonction de l'espace ?

Demandons-nous aussi comment gagner de l'isolation acoustique entre ces deux terrasses. Admettons qu'un adulte désire lire sur la terrasse B pendant que les enfants jouent sur la terrasse A, quel doit être le degré d'isolation phonique d'un écran en verre ou d'un volet en bois plein qui serait disposé le long du bac à plantes ?



1.1. LES PAVES ONT DES OREILLES...

A partir d'un projet de Yves Lion, architecte, Villejuif, ZAC des Hautes Bruyères, Allée Sonia Delaunay, 78 logements PLA / REX Plan Construction (1986 / 1992).

1.1.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

1/ Les valeurs calculées dans cette approche sont approximatives et ne peuvent prétendre qu'à une réponse indicative aux questions posées par la problématique sonore décrite ci-dessus.

1.1. Pour pouvoir discuter à voix normale sans se faire face à 2 m, 2,50 m, le bruit ambiant doit se situer au maximum à 46 dB(A) (norme NF S 31-047). Si les locuteurs sont face à face, la directivité de la voix ($Q = 7$) permet de converser dans un bruit ambiant supérieur (+ 5 dB(A), soit 51 dB(A) environ. Dans un lieu réverbérant, ce bruit ambiant devra être inférieur (lié à la durée de réverbération et au rapport signal sur bruit) pour conserver la même intelligibilité. A 2 m, on peut également dire que la voix est amplifiée par le TR (durée de réverbération) du lieu d'une valeur égale à 2 dB(A) (1) mais tout bruit est également amplifié du même facteur. Pour garder la même intelligibilité, il faut donc forcer la voix de cette valeur. En fait, il y a lieu de considérer deux zones. Dans une zone proche de la source sonore, tout se passe comme si l'on est en champ libre. Si l'on est loin de la source, l'intelligibilité n'est plus fonction que de la durée de réverbération. Il reste à quantifier la zone dite proche pour l'opposer à la zone dite réverbérante. La limite se trouve à une distance de la source sonore appelée distance critique avec
$$DC = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{A \cdot Q}{\Pi}}$$

Cependant, ceci n'est vrai que dans le cas de locaux de traitement acoustique assez homogène. Or, cette terrasse présente soit des murs très réfléchissants, soit des ouvertures sur l'extérieur, donc des parties très absorbantes.

Dans ces conditions, le champ acoustique sera assez hétérogène : vers les ouvertures, les conditions seront proches de celles d'un champ libre et l'amplification du lieu peu perceptible ; vers les murs, le champ sera plutôt du type réverbérant et la distance critique est inférieure à la distance d'intelligibilité de 2 m à 2,50 m dans un bruit de fond de 51 dB(A).

Le local ayant les dimensions suivantes : 4 m x 6 m x 6,80 m de hauteur sous plafond et deux ouvertures de 23,5 m², la durée de réverbération théorique est de 0,6 s pour des murs en béton et un sol en carrelage. L'aire d'absorption équivalente est de 40 m². La distance critique est de 2,40 m face à une personne (2).

Approximativement, pour deux personnes placées face à face dos aux murs, l'intelligibilité sera modifiée. Pour deux personnes placées dos aux ouvertures, la distance d'intelligibilité sera peu modifiée.

1.2. Corriger l'effet tonneau.

Le matériau sera d'abord posé au plafond mais également si possible sur le haut des murs, soit de manière symétrique, soit de manière dissymétrique. On pourrait par exemple disposer l'absorbant de manière à faciliter la propagation du son produit sur la terrasse vers l'intérieur du logement (porte d'entrée ouverte). Le but est de mettre suffisamment d'absorbant pour ramener l'amplification du local à moins d'un décibel. Le calcul montre qu'il faut que l'aire d'absorption équivalente soit au moins égale à 100 m², soit environ 120 m² de matériau très absorbant : flocage, faux-plafond, etc (3).

- 1.3. L'intelligibilité diminue avec la montée du bruit de fond et tendra vers zéro pour un bruit de fond supérieur de 10 dB(A) au niveau de la voix. La bonne intelligibilité du message sonore tend vers un maximum dès que le niveau sonore du message est supérieure de 10 dB(A) au niveau du bruit ambiant. Il reste que ces indications d'ordre général sont relativisées par le spectre du bruit de fond réel mais elles peuvent servir de référence pour une première approche de l'effet de masque de la voix humaine par le bruit ambiant.

1.4. Propagation vers l'extérieur.

Puissance acoustique de la voix en émission normale $L_w = 65$ dB(A). Le flux sonore qui sort par la terrasse correspond à une puissance de $L_w = 62$ dB(A) (- 3 dB car la puissance acoustique se répartit également par moitié vers les 2 ouvertures de la terrasse), soit $L_p = 54$ dB(A) à 1 m de la façade ($L_p = L_w + 10 \log\left(\frac{Q}{4\pi r^2}\right)$)

Puis, cette source rayonne sur une demie-sphère soit $L_p = 35$ dB(A) sur le trottoir à 9 m. Pour que la conversation soit comprise, le niveau de bruit ambiant ne devra pas dépasser un niveau sonore $L_p = 25$ dB(A) (d'après la règle selon laquelle la différence en niveau de 10 dB(A) entre 2 signaux sonores fait que l'on néglige l'impact le plus faible sur le plus fort). Distance terrasse / rue égale à 9 m pour le rez-de-chaussée. Les conditions du champ sont proches du champ libre ($Q = 2$ à 3) puisque le son de la voix émanant de la terrasse sort de manière non directive. Dans notre hypothèse selon laquelle le bruit ambiant extérieur atteint 50 dB(A), la voix sera audible à 2 m de la façade des logements, ce qui veut dire que les habitants situés à l'étage du dessus ou du dessous ne peuvent pas comprendre la signification. Ils peuvent à peine l'entendre. Selon la règle de l'effet de masque, la voix est totalement inaudible à 5 m des façades.

Si le locuteur se trouve au niveau de la balustrade ($Q = 7$), le niveau de pression dans la rue à 9 m est $L_p = 43$ dB(A). La conversation est compréhensible jusqu'à 33 dB(A) de bruit ambiant extérieur. Dans notre hypothèse où le bruit ambiant extérieur voisine les 50 dB(A), la conversation est audible (mais non compréhensible) à partir de 4,50 m de la façade. Elle est totalement inaudible à 13 m.

Quelle absorption sur la terrasse pour ne pas comprendre les conversations entre terrasses ? Les 120 m² d'absorbant définis sont suffisants pour abaisser le niveau dans la rue de 3 à 5 dB(A) rendant la conversation impossible à comprendre même si certains mots sont compréhensibles.

- 2/ TR proche de 1 seconde sous la partie couverte, de l'ordre de quelques 1/10e de seconde pour la partie découverte. Donc, effet d'amplification de la voix avec perte d'intelligibilité dès que l'on passe sous la partie couverte.

Pour discuter d'une terrasse à l'autre, pour des personnes placées au centre des terrasses, il y aura d'abord un effet brouilleur de la réverbération de la première terrasse étudiée. Puis, il y aura l'effet d'amplification de la seconde terrasse qui aura tendance à perturber à nouveau l'intelligibilité. La distance d'intelligibilité baissera et il faudra donc forcer la voix pour pouvoir se comprendre à 4 m avec 45 dB(A) de bruit ambiant sans toutefois être obligé de crier. L'effet prévisible est une hausse de la voix de 3 dB. Même réponse pour une voix criée pour 50 dB(A) de bruit ambiant. Il reste qu'à l'usage, les habitants peuvent toujours se rapprocher d'une terrasse à l'autre pour mieux se comprendre.

Si des enfants jouent en produisant 65 dB(A), le niveau reçu sur la terrasse d'entrée sera voisin de 60 dB(A). L'isolement dû à un vitrage ou à un volet coulissant devrait être de l'ordre de 10 dB(A) pour que le confort sonore sur la terrasse d'entrée reste compatible avec les conditions d'une conversation décrite au paragraphe 1.1. précédent. Cette valeur est très facile à obtenir, même avec un élément coulissant.

$$1) \quad \Delta L_p = -10 \log\left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{A}\right) + 10 \log\left(\frac{Q}{4\pi r^2}\right)$$

$$Q = 7$$

$$r = 2$$

$$A = 40$$

$$= 10 \log\left(\frac{7}{4\pi \cdot 4} + \frac{4}{40}\right) - 10 \log \frac{7}{16\pi}$$

$$= -6,2 + 8,6$$

$$= 2,4$$

$$2) \quad DC = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{A \cdot Q}{\pi}}$$

$$\frac{1}{4} \sqrt{\frac{40 \times 7}{\pi}}$$

$$= 2,40 \text{ m}$$

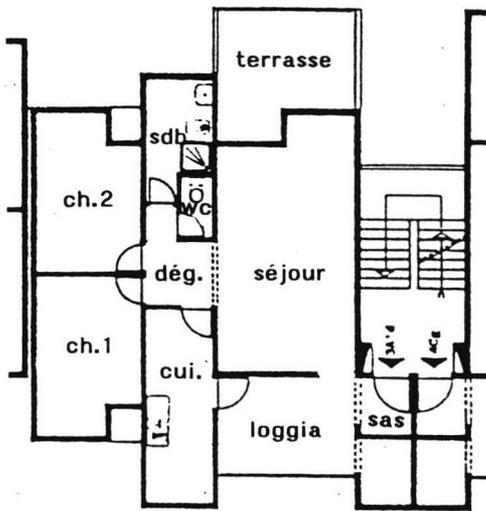
$$3) \quad \Delta L_p \leq 1 \Rightarrow 10 \log\left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{A}\right) \geq -7,6 \geq -7,6$$

$$\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{A} \leq 0,174$$

$$\frac{4}{A} \leq 0,174 - 0,139 = 0,035$$

$$A \geq \frac{4}{0,035} = 115$$

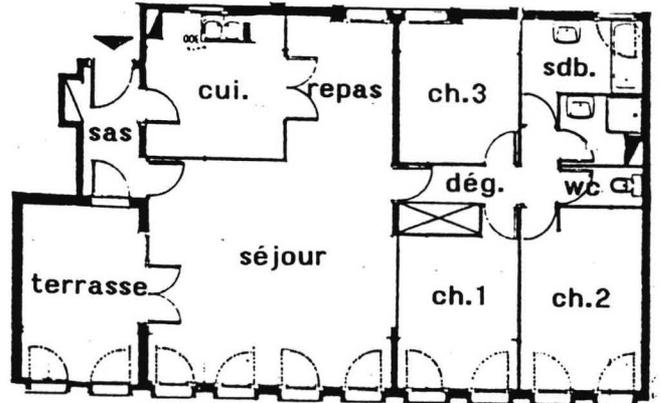
JARDIN CALME



éch. 1/200
SCPA Dervain

RUE BRUYANTE

JARDIN CALME



éch. 1/200
R.Boffil

RUE BRUYANTE

1.2. ACCES A IMPEDANCE VARIABLE

A partir d'un plan de R. Boffil, "les arcades du lac", Saint Quentin en Yvelines et d'un plan de la SCPA Dervain (La Martinique)

1.2.1. SCENARIO SONORE

Les questions que l'on se pose à travers ces deux exemples sont les suivantes : quelles qualités sonores sont apportées par les espaces qui mènent aux logements (effet sonore de coupure et d'irruption) ? Comment peut-on contrôler un bruit de fond bruyant provenant du dehors par l'intermédiaire d'une loggia ou d'une terrasse ?

- 1/ Quand on pénètre dans la loggia du plan de la SCPA Dervain, on a un premier sas en contact direct avec la loggia ouverte sur un bruit ambiant rue estimé à 60 dB(A) (garde-corps plein). La cage d'escaliers est ouverte sur un jardin calme (environ 40 dB(A) de bruit de fond).

Le scénario sonore est le suivant : l'habitant passe d'un climat sonore ouvert sur jardin à un climat sonore ouvert sur rue par l'intermédiaire d'une porte palière que l'on imagine pleine (blindée), environ 30 à 33 dB(A) d'isolation (cf. p. 17 de l'annexe 1). L'habitant pénètre donc dans un environnement sonore plus bruyant. Quelle qualité sonore apporte ce dispositif spatial dans le cheminement ? Dans ce contexte, nous nous demandons quels sont les niveaux sonores obtenus en fonction des traitements acoustiques suivants :

- Quel niveau sonore dans le sas quand sas et loggia sont réfléchissants ?
 - Quel niveau sonore dans le sas quand sas et loggia ont un plafond absorbant ?
 - Quel niveau sonore dans le sas s'il est réfléchissant et que l'on ait mis un absorbant en sous-face de la loggia ? et réciproquement ?
- 2/ Intéressons-nous maintenant au plan de Riccardo Boffil. L'agencement proposé permet à l'habitant, une fois la première porte du sas franchie, d'accéder au logement soit par la terrasse, soit par la porte mettant en relation le sas et le séjour. De plus, pénétrant dans le sas, l'habitant percevra des qualités différentes selon les dispositifs d'ouverture ou de fermeture que nous résumons ci-après.

Cas n° 1 :

Les portes d'accès au séjour et cuisine depuis le sas sont fermées. L'habitant rentre dans son logement par le séjour après avoir traversé la terrasse qui a ses fenêtres ouvertes sur le bruit de fond, rue bruyante (cas d'un habitant posant son vélo ou équivalent). Quels sont les niveaux sonores prévisibles dans le cheminement ?

Cas n° 2 :

L'habitant accède à son logement par la porte reliant le sas au séjour.

1ère hypothèse :

La porte reliant le sas à la terrasse est ouverte et les fenêtres donnant sur rue sont ouvertes. Quels sont les niveaux sonores prévisibles dans le cheminement ?

2ème hypothèse :

La porte reliant le sas à la terrasse est fermée. Il n'y a plus d'effet d'irruption. Il peut y avoir renforcement de l'impression de silence dans le sas si la porte est très isolante.

Cas n° 3 :

On s'intéresse maintenant à l'habitant qui séjourne dans son séjour. En plein été, il peut fermer les fenêtres de son séjour qui donne sur la rue bruyante et doser la présence du bruit ambiant extérieur par la terrasse ou par le sas (cas n° 4 suivant), et ceci de plusieurs façons. La question qui se pose alors est la suivante : comment circule le son à travers la terrasse jusque dans le séjour quand :

- 1/ La porte du séjour est ouverte (les deux battants) et les deux fenêtres de la terrasse sont ouvertes ?
- 2/ Même scénario que précédemment mais une seule des fenêtres de la terrasse est ouverte ?
- 3/ Dans les deux cas précédents, évaluer l'effet d'un absorbant phonique au plafond puis d'un absorbant phonique au plafond et sur le mur repéré en face des deux portes battantes ouvrant sur le séjour ?
- 4/ Reprendre les trois cas précédents, mais avec un seul battant de la porte du séjour ouvert.

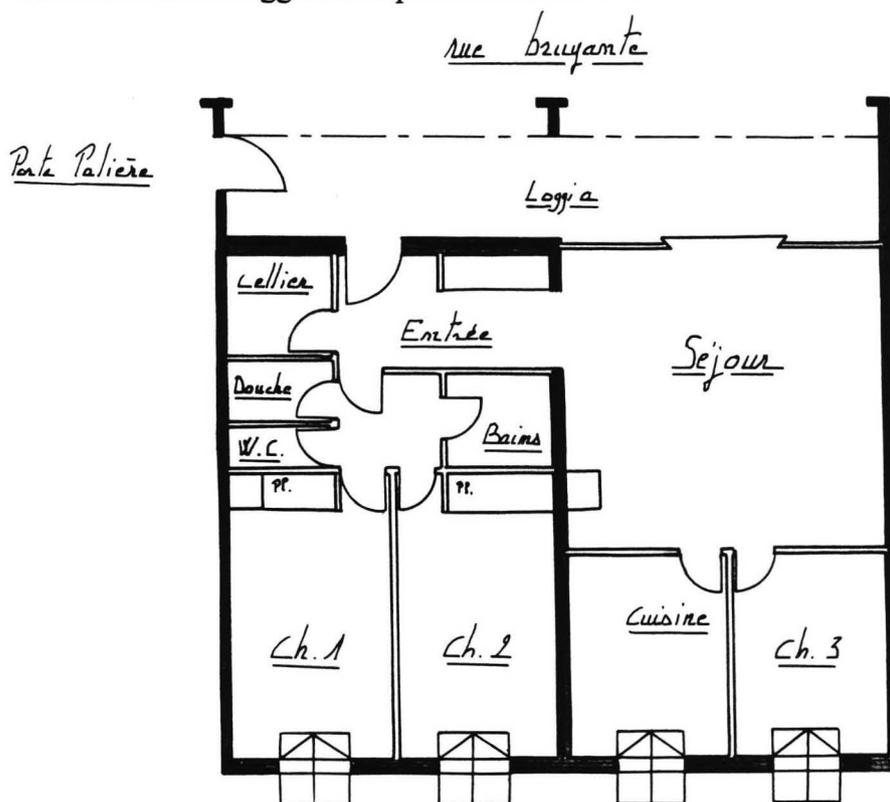
Nota : pour simplifier les calculs, on imaginera que la porte d'accès au sas depuis la terrasse est fermée.

Cas n° 4 : Manière de gérer le bruit de fond chez soi

Demandons-nous maintenant comment circule le son entre le dehors et le séjour quand :

- 1/ Les portes du séjour sont fermées et que le bruit passe par le sas d'entrée.
- 2/ Faire aussi le calcul en supposant qu'un jeu bruyant (environ 65 dB(A)) a lieu sur la terrasse fermée en automne et au printemps.

Dispositif voisin : Etude du projet de H. Ciriani à Marne la Vallée pour analyser l'efficacité d'une loggia et les potentialités de doser le bruit extérieur.



1.2. ACCES A IMPEDANCE VARIABLE

A partir d'un plan de R. Boffil, "les arcades du lac", Saint Quentin en Yvelines et d'un plan de la SCPA Dervain (La Martinique)

1.2.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

II3 A4 / Plan de la SCPA Dervain

Loggia côté rue :

Si ouverte :

- . niveau sonore dans la loggia réfléchissante sera sensiblement identique (de 0 à -1 dB(A)) au niveau de bruit de fond, environ 60 dB(A).
- . niveau dans le sas réfléchissant sera de l'ordre de 56 dB(A).

Si le sas et la loggia sont absorbants :

- . niveau dans la loggia : 58 dB(A)
- . niveau dans le sas : 53 dB(A).

Si fermée (vitrée -20 dB(A)) :

- . le niveau sonore dans la loggia réfléchissante sera de l'ordre de $60 - 20 = 40$ dB(A).
- . le niveau dans le sas réfléchissant sera de 36 dB(A).

III A3 / Plan de Riccardo Boffil.

Cas n° 1 :

Le jardin est calme (environ 40 dB(A)).

La terrasse a des fenêtres qui donnent sur la rue côté bruyant (environ 60 dB(A)).

Le niveau sur la terrasse, si les fenêtres sont ouvertes, sera d'environ 56 dB(A).

Dans le séjour, si l'isolement de façade est de 30 dB(A), le niveau sonore sera de 32 dB(A) à condition que la porte (porte-fenêtre) séparant le séjour de la terrasse soit fermée et présente un affaiblissement d'environ 26 dB(A), et à condition que la porte séparant le sas du séjour soit fermée (- 25 dB(A)).

Cas n° 2 :

lère hypothèse :

Les fenêtres de la terrasse sont ouvertes, ce qui donne un niveau de 56 dB(A) sur la terrasse.

La porte du sas donnant sur la terrasse est ouverte, ce qui donne un niveau de 51 dB(A) dans le sas.

La porte du sas donnant sur le séjour est ouverte, ce qui crée un niveau de bruit dans le séjour de l'ordre de 47 dB(A). Au total, on obtient 13 dB(A) d'isolement par rapport au niveau sonore en façade.

2ème hypothèse :

La porte reliant le sas à la terrasse est fermée, le niveau sonore dans le sas sera de :

- . a, 41 dB(A) si l'isolement de la porte est de 15 dB(A)
- . b, 31 dB(A) si l'isolement de la porte est de 25 dB(A)
- . c, 26 dB(A) si l'isolement de la porte est de 30 dB(A).

Si la porte de la cuisine est ouverte :

- si aucun bruit particulier n'est émis dans la cuisine, l'absorption du sas augmente de 1 à 2 dB(A) ;
- si la VMC fonctionne (30 dB(A)), ce bruit viendra renforcer celui perçu dans le sas de la façon suivante :
 - . a, 41 dB(A) combiné avec 30 dB(A), c'est-à-dire 41 dB(A)
 - . b, 31 dB(A) combiné avec 30 dB(A), c'est-à-dire 34 dB(A)
 - . c, 26 dB(A) combiné avec 30 dB(A), c'est-à-dire 31 dB(A).

Cas n° 3 :

- 1/ Les 2 fenêtres de la terrasse sont ouvertes => niveau sonore sur la terrasse 56 dB(A).
La porte du séjour est ouverte => niveau sonore dans le séjour 51 dB(A).
- 2/ Une fenêtre de la terrasse est ouverte => niveau sonore sur la terrasse 53 dB(A).
La porte du séjour est ouverte => niveau sonore séjour 48 dB(A).
- 3/ Effets des absorbants phoniques :
 - . dans le couloir diminution du niveau de 2 à 3 dB(A) ;
 - . sur la terrasse idem.
- 4/ Si un seul battant de la fenêtre de la terrasse est ouvert, la variation des niveaux ne dépassera pas 2 dB(A) en moins.

Cas n° 4 :

Comment circule le son entre le dehors et le séjour quand :

- 1/ Les portes du séjour sont fermées et que le bruit passe par le sas d'entrée : on supposera que la porte d'entrée au logement (30 dB(A)) est fermée.

Porte séjour/terrasse	Porte séjour/sas	Porte terrasse/sas	Niveau dans séjour	Isolement dB(A)
15	15	ouverte	42	14
		15	41	15
		25	41	15
		30	41	15
25	15	ouverte	37	19
		15	32	24
		25	31	25
		30	31	25
	25	ouverte	32	24
		15	31	25
		25	31	25
		30	31	25
30	15	ouverte	36	20
		15	28	28
		25	26	30
		30	26	30
	25	ouverte	29	27
		15	26	30
		25	26	30
		30	26	30
	30	ouverte	27	29
		15	26	30
		25	26	30
		30	26	30

L'isolement dB(A) indiqué est celui calculé par rapport au niveau de 56 dB(A) sur la terrasse.

Ajouter + 4 dB(A) aux valeurs ci-dessus pour obtenir la valeur de l'isolement par rapport au niveau de bruit en façade.

- 2/ Si un jeu bruyant (65 dB(A)) a lieu sur la terrasse, dans les mêmes conditions que ci-dessus, le niveau sonore dans le sas porte terrasse/sas ouverte sera de 61 dB(A). Les niveaux dans le séjour seront :

Porte séjour/terrasse	Porte séjour/sas	Porte terrasse/sas	Niveau dans séjour	Isolement dB(A)
15	ouverte	ouverte	57	8
	15	15 25 30	51 50 50 50	14 15 15 15
25	ouverte	ouverte	56	9
	15	ouverte 15 25 30	47 41 40 40	18 24 25 24
	25	ouverte	41	24
30	ouverte	ouverte	56	9
	15	ouverte 15 25 30	46 38 35 35	19 27 30 30
	25	ouverte 15 25 30	39 35 35 35	34 30 30 30
	30	ouverte 15 25 30	36 35 35 35	29 30 30 30

Etude du projet de H. CIRIANI

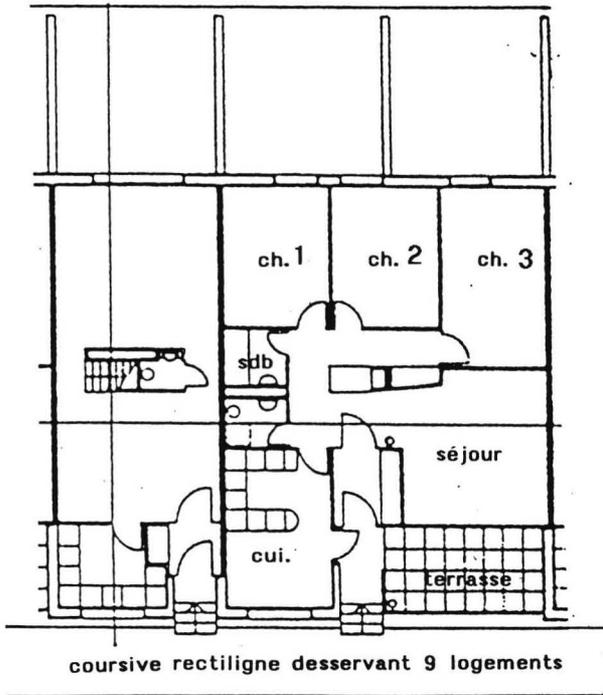
A deux mètres de la façade, $L_p = 60$ dB(A).

Gai dû à la loggia environ 1 dB(A). La porte entre séjour et loggia est une porte coulissante d'au moins 15 dB(A).

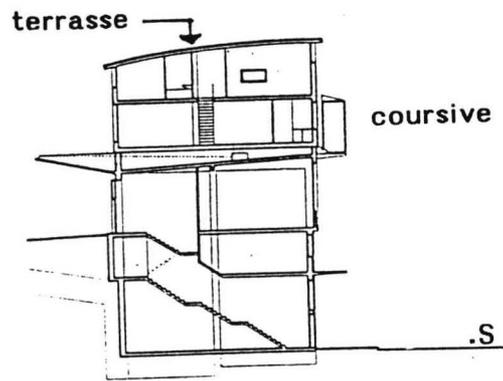
Loggia	Porte entrée > 25 dB(A)	Porte loggia/séjour 15 dB(A)	Gain par rapport au niveau loggia	Niveaux dans séjour
Ouvverte	indifférente	ouverte	4 à 5	55
	ouverte	fermée	7 à 8	52
	fermée	fermée	15	45

Fermeture de la loggia, gain envisageable par rapport au niveau en façade 10 dB(A), soit $L_p = 50$ dans la loggia. Dans cette configuration, on obtient les valeurs suivantes :

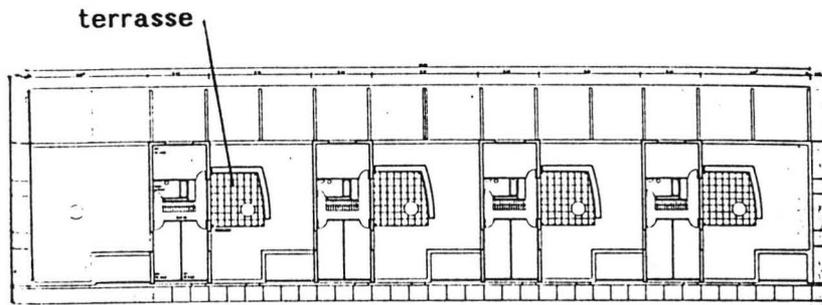
Porte palière 15 dB(A)	Porte entrée > 25 dB(A)	Porte séjour loggia 15 dB(A)	Niveau dans loggia	Niveau dans séjour
Fermée	fermée	fermée	50	35
Ouvverte	fermée	fermée	53	38
Ouvverte	ouverte	fermée	53	45
Ouvverte	ouverte	ouverte	53	49



éch. 1/200



éch. 1/500



éch. 1/500

1.3. LA COURSIVE EN SILENCE.

D'après un projet de l'Atelier Cube Lausanne 1989/1992

1.3.1. SCENARIO SONORE

Une coursive dessert 9 logements du type de ceux qui sont représentés sur le plan. Depuis cette coursive, on accède aux logements en montant 4 marches et en longeant par la frange une terrasse de 2,50 m de profondeur environ.

On peut noter l'accès direct à la cuisine depuis ces terrasses d'entrée et l'emplacement de deux chambres en chicane derrière les placards de la circulation centrale (gain en isolation de l'ordre de x dB(A) entre séjour et ch. 1, y dB(A) entre séjour et ch. 2, z dB(A) entre séjour et ch. 3).

Du point de vue de la conception sonore, ce dispositif permet de qualifier l'ambiance de la coursive par des bruits de cuisine ou d'activités se déroulant sur la terrasse. La question est ici de savoir dans quel niveau de bruit ambiant cette qualification est possible.

Dans le cas 1, on imaginera que la terrasse a un plafond de hauteur équivalente à celle des pièces du logement (2,80 m environ).

Dans le cas 2, on imaginera que la terrasse d'entrée n'a pas de plafond.

- 1/ Quel doit être le niveau de bruit ambiant provenant de l'extérieur pour qu'une conversation entre deux individus puisse avoir lieu à voix normale sur la terrasse (à une distance variant de 1,30 m à 0,70 m - discussion autour d'une table) ou pour que cette discussion se déroule à 4,50 m de distance (entre la terrasse et la porte de la cuisine laissée ouverte) ?
- 2/ Pour que l'activité sonore se déroulant sur le balcon (environ 60 dB(A)) soit audible (pas forcément intelligible) dans la rue, quel niveau de bruit de fond maximum doit on avoir dans la rue ? (d = 15 m).
- 3/ Quel est le gain sur le niveau de bruit ambiant apporté par un garde-corps plein par rapport à un garde-corps vide (1 dB(A) ?).
Quel gain acoustique créé par un garde-corps plein + un habillage de la sous-face de l'auvent (2 à 3 dB(A) ?)
Nota : cf. Annexe 1, page 14.
- 4/ Quel gain par rapport au bruit ambiant si on prolonge dans la largeur la coursive par un sorte de terrasse inaccessible réalisée en plancher bois sur structure métallique en porte-à-faux ?
- 5/ De façon générale, quelle profondeur donner à la terrasse pour gagner 10 dB(A) sur le bruit ambiant (rôle de la structure terrasse inaccessible en porte-à-faux ? rôle de la profondeur ? (plus c'est profond, plus il y a d'absorbant)).

Rôle d'un écran partiel en verre plein toute hauteur situé en limite extérieure de la coursive (débord de 2 fois la largeur de la coursive) ?

Nota : dans ce cas ci, se reposer les questions définies au 1).

- 6/ Quel niveau sonore sur les terrasses encastrées dans les toitures (gain par rapport au bruit ambiant routier ?).

1.3. LA COURSIVE EN SILENCE.

D'après un projet de l'Atelier Cube Lausanne 1989/1992

1.3.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

0/ Disposition des locaux

Gain en isolation de l'ordre de 12 dB(A) entre le séjour et les chambres 1 et 2 (dans le sens séjour vers chambres, on gagne 3 dB(A) de passage de porte, 1 dB(A) de couloir, 1,5 de chicane et 5,5 de débouché dans la chambre) et de 15 dB(A) pour la chambre 3 (2 coudes).

1/ Niveaux de bruit ambiant.

Discussion sur la terrasse.

Cas 2 : la réverbération peut être négligée. A 1 mètre, le niveau de bruit perturbateur ne doit pas dépasser 50 dB(A) par bande d'octave soit environ 56 dB(A) de bruit ambiant, les gens ne se faisant pas obligatoirement face. Si ils sont en face l'un de l'autre, on peut estimer que du fait de la directivité de la voix, le bruit ambiant peut être de 61 dB(A).

Cas 1 : la réverbération de la terrasse est de l'ordre de 0,5 seconde. La distance critique associée est d'environ 0,50 m pour une directivité de type voix humaine. L'influence de la terrasse couverte ne peut plus être négligée et le niveau de bruit extérieur devra être inférieur de 2 à 3 dB(A) pour compenser l'effet de brouillage de l'intelligibilité.

Pour une discussion entre cuisine et terrasse (la distance est d'environ 4,50 m).

Cas 2 : il y a lieu de distinguer à priori l'intelligibilité dans chaque sens. Dans le sens de l'intelligibilité d'une voix parlée sur la terrasse, il faut définir le niveau de bruit de fond en extérieur mais ne pas oublier que le niveau de bruit de fond de la cuisine (VMC, appareils ménagers, ...) ne devra pas perturber la réception. Pour une distance de 4 m et une voix normale à l'émission, le bruit de fond sur la terrasse ne doit pas dépasser 35 dB(A) par octave soit 41 dB(A) quand les locuteurs ne se font pas face. Ce bruit de fond peut atteindre 45 à 50 dB(A) pour les locuteurs se faisant face. Mais, l'étranglement constitué par la porte entre la terrasse et la cuisine va constituer une perte de niveau sonore d'au moins 6 dB(A). En supposant que la durée de réverbération de la cuisine est suffisamment faible pour ne pas brouiller l'intelligibilité du message qui va passer la porte, cette porte qui est identique pour le signal comme pour le bruit ne devrait donc pas affecter le rapport signal sur bruit et le message devrait être compris même s'il est affaibli. Deux suppositions ont été faites pour tirer cette conclusion : la fenêtre de la cuisine est fermée donc le bruit de fond extérieur ne peut rentrer que par la même porte que le signal utile : il n'y a pas de bruit perturbateur supplémentaire dans la cuisine susceptible de brouiller le message dès lors qu'il a franchi la porte.

Si l'on considère l'intelligibilité du message de la cuisine vers la terrasse, le message subit une perte identique au passage de la porte avant d'être brouillé par le bruit de fond. Dans ce cas, le locuteur sera amené à élever légèrement la voix de façon à compenser cette perte ou si l'on préfère puisque c'est la question, le niveau de bruit perturbateur devrait être abaissé de 4 à 5 dB(A) pour atteindre 36 dB(A) environ (soit 30 dB(A) par octave).

Cas 1 : la réponse dans ce cas est identique au cas 2 avec la variation introduite au cas 1 dans le paragraphe consacré à la discussion sur la terrasse. Le niveau de bruit de fond devra être inférieur de 2 à 3 dB(A) supplémentaires dans le cas d'un locuteur dans la cuisine à cause de l'effet brouilleur de la réverbération de la terrasse, soit 32 dB(A) (soit 26 par octave).

Le fait de revêtir la sous-face du plafond de la terrasse d'un matériau absorbant aura pour effet de supprimer la réverbération et l'on peut dire que l'on retrouve dans ce cas les résultats de la terrasse sans plafond.

2/ Audibilité dans la rue.

Du fait de la compacité des espaces (terrasse petite), le flux sonore qui sort par la terrasse correspond à la puissance acoustique de la voix en émission normale soit $L_w = 65$ dB(A), soit $L_p = 57$ dB(A) à 1 m de la façade. Dans ces conditions et pour une distribution de l'énergie approximativement hémisphérique ($Q = 2$ à 3) à partir de la terrasse, la perte due à la distance (la rue est située à 15 m) est de 26 dB(A), soit un niveau d'impact de la voix sur la rue atteignant environ 30 dB(A) (L_p de la voix à 15 m = 30 dB(A)). Pour être audible sans être compréhensible, le niveau de bruit de fond ne devra pas dépasser cette même valeur.

Pour ce qui suit (paragraphe 3 à 5), le calcul est effectué terrasse ouverte (sans toit) sauf indications contraires.

3/ Garde-corps de la coursive.

Pour un niveau N sur le trottoir, on aurait N - 5 sur la terrasse si la coursive n'existait pas (à 2 m de la façade). Avec un garde-corps ajouré (et avec le seul effet d'écran du plancher de la coursive), le niveau chute à N - 13 sur la terrasse. Avec un garde-corps plein de 1,20 m de haut, le niveau est de N - 17. Avec une façade de la coursive vitrée toute hauteur (2,80 m), le niveau chute à N - 25.

L'habillage en sous-face de l'auvent permet de gagner 2 à 3 dB(A) dans les deux cas d'un garde-corps à 1,20 m ajouré ou plein.

4/ Prolongement de la coursive en largeur (débord supplémentaire de 2 m sur la rue).

Gain de 17 dB(A) pour la personne placée sur la terrasse quelque soit le cas, c'est-à-dire garde-corps de 1,20 m ajouré ou plein. Cette disposition n'a pas d'intérêt dans le cas d'un écran en verre toute hauteur, 2,80 m.

Il permet de supprimer le garde-corps plein et l'absorbant en sous-face de l'auvent. Dans ce cas, gain de 3 dB(A) pour la personne placée sur la terrasse quelque soit le cas.

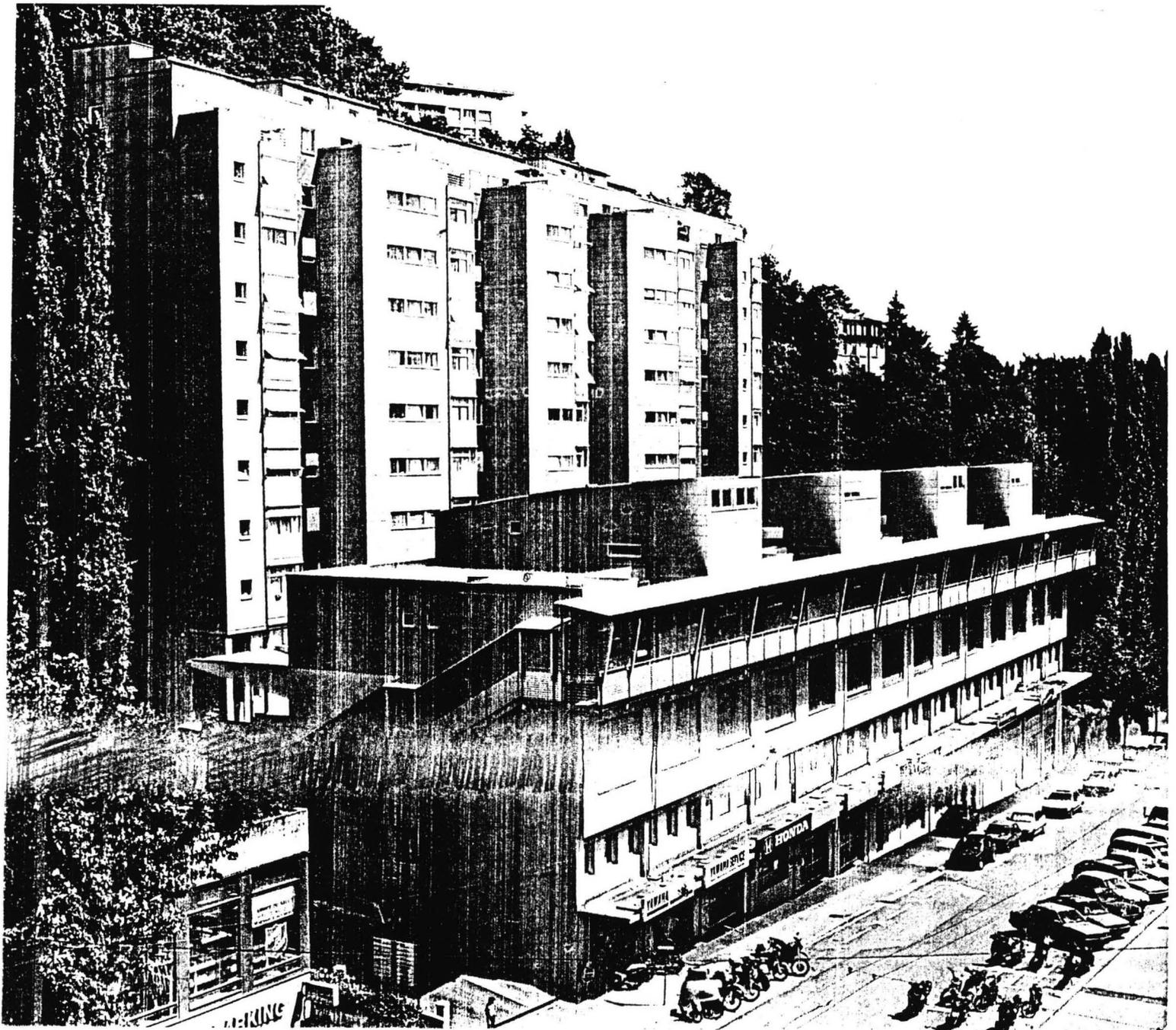
5/ Gain sur le bruit de fond en terrasse.

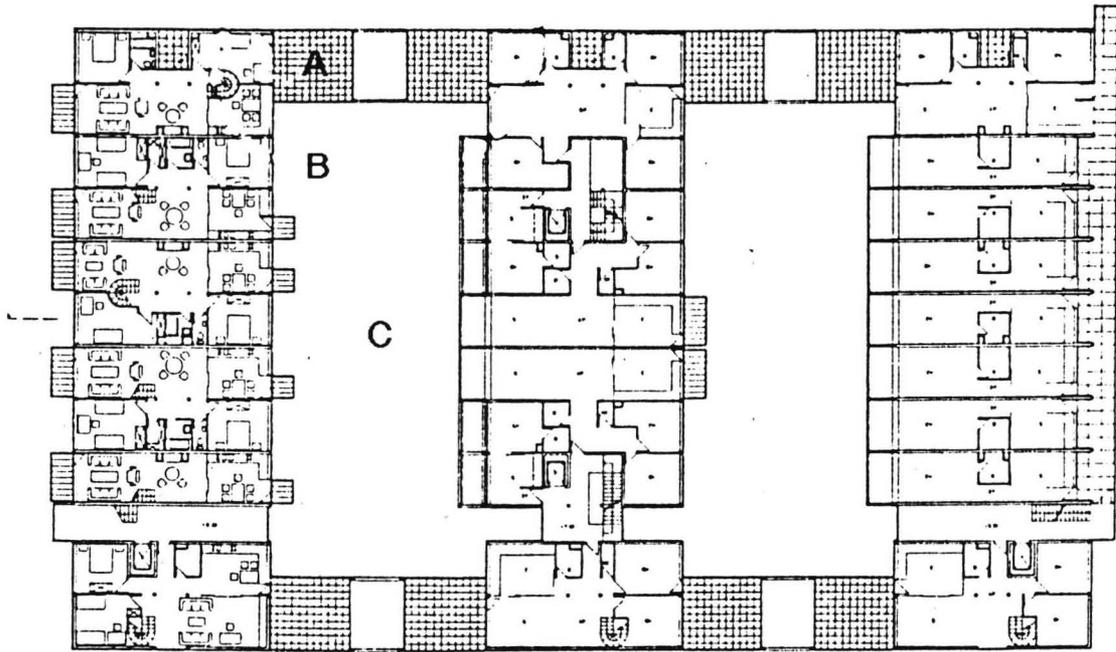
- Terrasse inaccessible : - 4 dB(A) (cf. ci-dessus).
- Profondeur : quelques décibels (1 ou 2 dans le contexte du projet).
- Ecran en verre toute hauteur de la coursive débordant de part et d'autre de la terrasse de 2 fois la largeur de la coursive : 6 dB(A).

Ces gains ne sont pas cumulables. On peut en revanche cumuler profondeur et terrasse inaccessible ou profondeur et écran de verre, les résultats restant les mêmes avec ou sans couverture de la terrasse. Pour l'écran de verre, l'indice d'isolement du matériau doit être supérieur de 10 à 15 dB(A) au niveau que l'on veut gagner sur la terrasse (pour gagner 6 dB(A) d'isolement sur le bruit ambiant, le vitrage doit offrir 16 à 21 dB(A) d'isolement).

6/ Terrasse encastrée.

- Par rapport à un point de mesure sur le trottoir, le gain en isolement escompté est de 35 dB(A).
- Si la terrasse n'est pas encastrée, par rapport à un point de mesure sur le trottoir, le gain en isolement est de 24 dB(A).





éch. 1/500

1.4. "BOITES SONORES" SUR COUR

A partir d'un projet de Pierre JEQUIER, architecte, rue des Ronzades à Genève, in Revue Faces n° 4, automne 1986, p. 50

1.4.1. SCENARIO SONORE

- 1/ Les loggias situées entre la rue et la cour intérieure doivent permettre de moduler les sons de la ville dans la cour intérieure. Mais, les terrasses sont aussi des lieux d'activité sonore ce qui n'est pas neutre par rapport au voisinage. L'objet de l'étude était de saisir l'intelligence sonore de ce plan, de comprendre les enjeux sonores par rapport à la ville et notamment le rôle acoustique de la forme urbaine en îlot par rapport aux émanations sonores du logement et des rues périphériques.

Partant de ce projet, on imaginera que l'espace situé au milieu de la terrasse est un espace serre que l'on peut fermer, une sorte d'isolat par rapport au logement.

Si on suppose un niveau sonore de conversation sur terrasse $L_w = 65$ dB(A), le flux sonore qui sort de la terrasse des deux côtés (on supposera que les façades cour et rue sont ouvertes) est égal à $L_w = 62$ dB(A) soit $L_p = 54$ dB(A) à 1 m de chacune des façades ($Q = 2$ à 3), soit encore $L_p = 42$ dB(A) à 4 m.

Sur le plan, 6 m environ séparent le centre de la terrasse de la fenêtre la plus proche du logement voisin.

Comme il s'agit d'une chambre, une fenêtre classique - même faiblement entrouverte - suffira pour assurer le confort de sommeil du voisin (gain de 14 à 16 dB(A) environ - cf. annexe p. 16).

Notons aussi que dans cette configuration, si le bruit ambiant dans la cour voisine les 50 dB(A), la conversation sur la terrasse (point A) sera audible depuis cette chambre, sans être compréhensible.

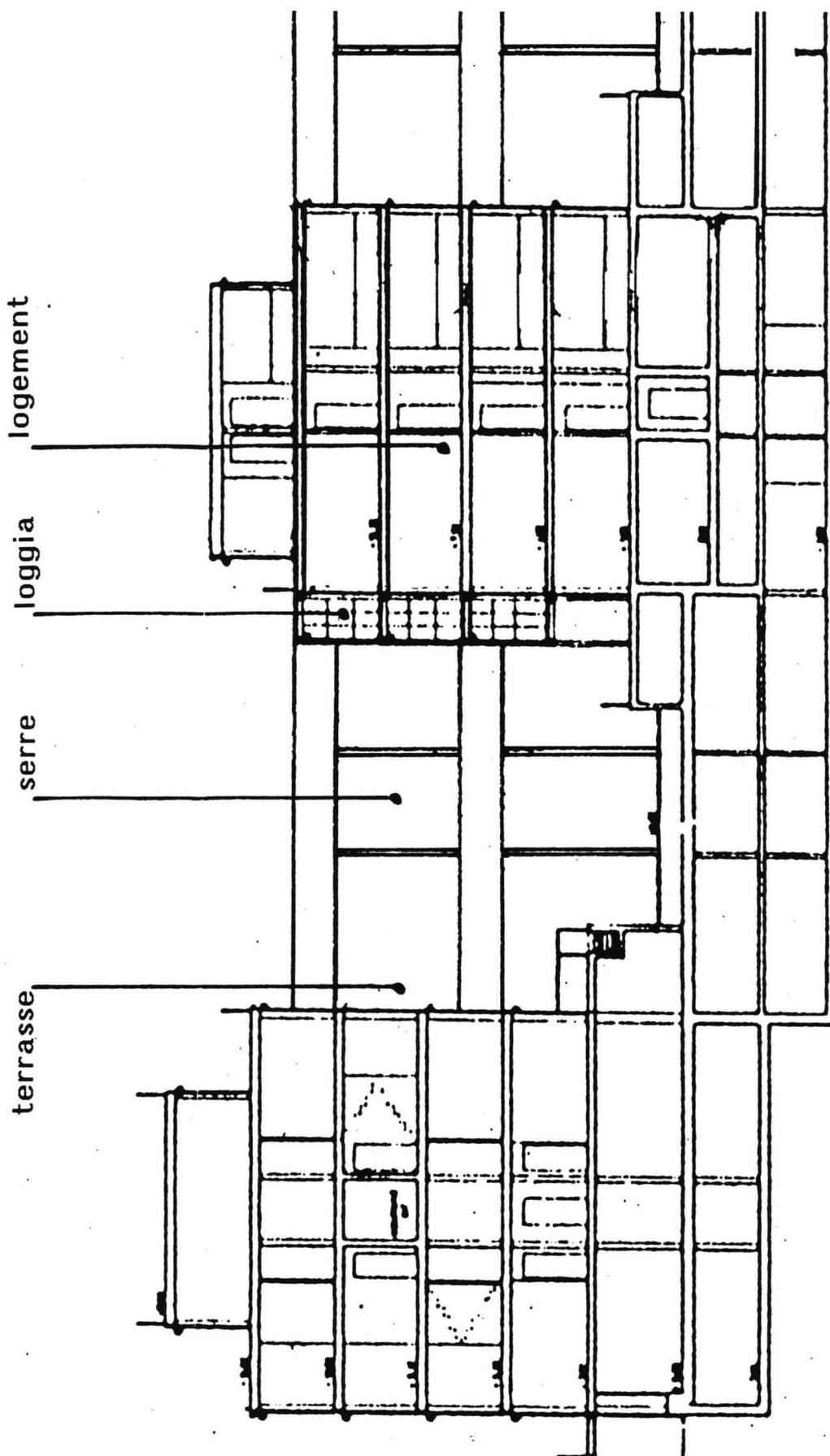
- 2/ Quel niveau sonore maximum sur la rue pour avoir un bruit ambiant environ égal à 50 dB(A) à 8 m à l'intérieur de la cour, en façade du logement (point B) ?
Mettre en évidence l'effet de la serre vitrée au milieu de la terrasse.

En supposant qu'un système de double volet coulisse sur la terrasse (double volet de la serre par exemple), on peut gagner 8 à 10 dB(A) environ sur le niveau sonore de la rue, ce qui autorise un bruit dans la rue supérieur de 8 dB(A) environ. Est-ce exact ?

- 3/ Comment circule le son depuis l'intérieur des appartements situés dans le bâtiment central, à travers la loggia jusque dans la cour intérieure ?

La loggia fait 2,50 m x 1,50 m environ au sol, hauteur 2,60 m. On supposera dans la pièce un niveau de 70 dB(A). La loggia s'ouvre sur la moitié de sa longueur (idem pour la chambre).

Notons que cette loggia se comporte comme une façade épaisse qui permet de moduler dans le logement l'écoute des bruits extérieurs. De quelle valeur ?



Coupe transversale.

éch. 1/200

1.4. "BOITES SONORES" SUR COUR

*A partir d'un projet de Pierre JEQUIER, architecte, rue des Ronzades à Genève,
in Revue Faces n° 4, automne 1986, p. 50*

1.4.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

- 1/ La façade de la cour qui donne sur la rue est très perméable. Seule la serre vitrée fait obstacle au son. Les terrasses sont largement ouvertes toutes hauteurs. Il n'y a qu'un petit garde-corps.
- 2/ Par rapport à la rue (à deux mètres de la façade sur rue), le niveau sonore en A sera diminué d'environ 2 dB(A). Une fois dans la cour, le niveau décroît à raison de 1 à 2 dB(A) par doublement de distance. Donc, à 8 m (au point B) au sol, quand le sol est réfléchissant, le gain potentiel est de 6 dB(A) par rapport à la terrasse et de 8 dB(A) par rapport à la rue. Si le sol est absorbant, on rajoute 2 dB(A) aux valeurs ci-dessus. En étage, le niveau sonore est de 1 à 3 dB(A) supérieur à ce qu'il est au sol (disparition d'effet de sol).

Au point C, l'affaiblissement au sol est de - 10 dB(A) par rapport à une émission sonore sur la terrasse, et de - 12 dB(A) par rapport à la rue. Le raisonnement pour le calcul de niveau en étage est le même que précédemment.

Donc, si on veut 50 dB(A) au point B au sol, la circulation peut produire jusqu'à $50 + 6 + 2 = 58$ dB(A) sur le trottoir. Si un dispositif permet de fermer la terrasse au bruit extérieur, la circulation peut produire jusqu'à $58 + x$ dB(A) sur le trottoir, x étant la valeur d'isolation de la paroi coulissante. *Exemple* : pour une paroi coulissante assurant un gain de 8 dB(A), le niveau sonore sur le trottoir peut être de 66 dB(A).

Si la cour est exposée à deux sources de bruit de transports terrestres (par le Nord et par le Sud), il faut diminuer les valeurs d'affaiblissement acoustique de 3 dB(A) au point C et de 1 dB(A) au point B.

Compte tenu de la largeur de la terrasse, l'effet de la partie vitrée de la serre est très faible quant au niveau sonore obtenu dans la cour (- 1 dB(A) maximum).

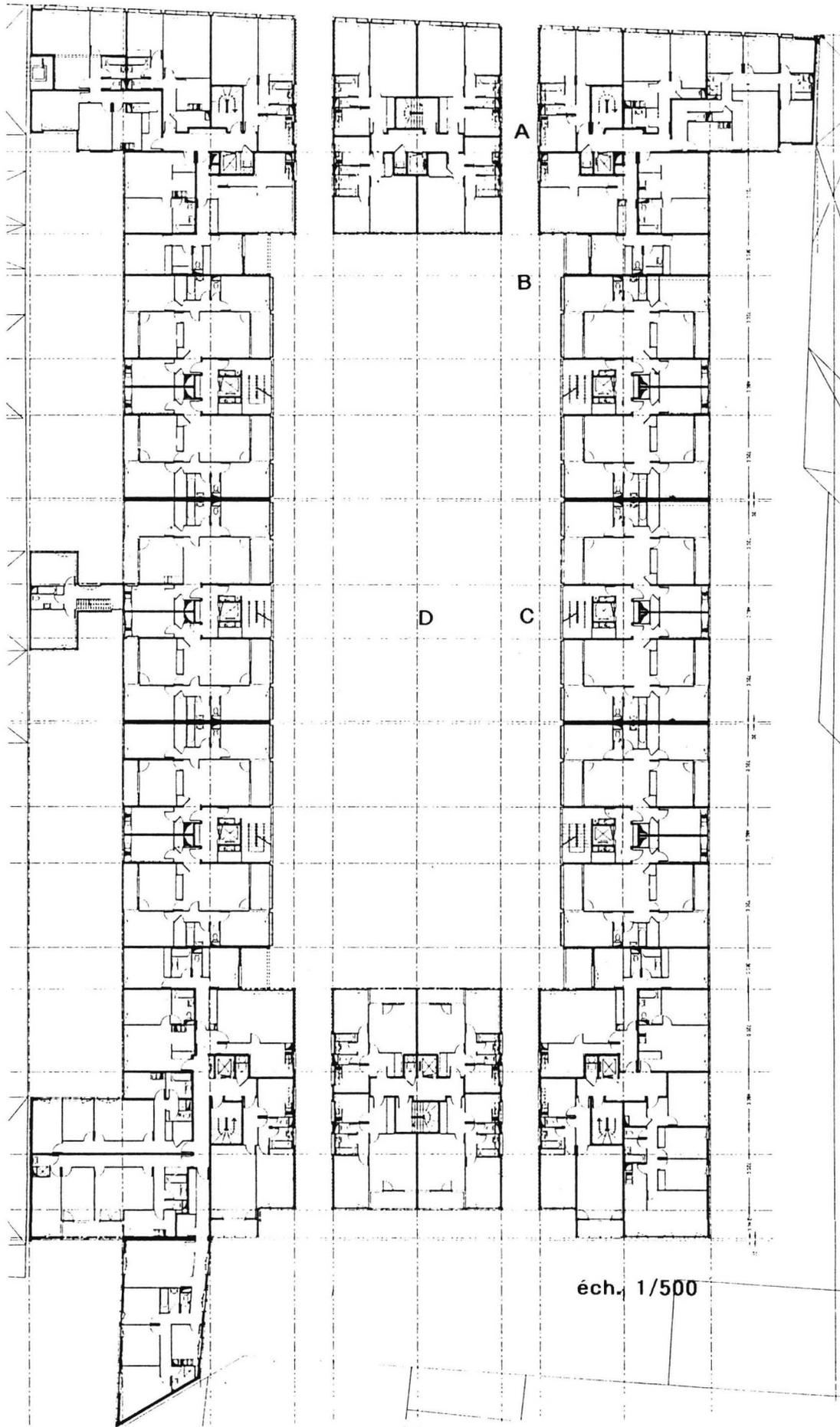
3/ Modulation due à la loggia.

Quand toutes les portes vitrées sont ouvertes, on peut obtenir - 8 dB(A) d'affaiblissement.

Les deux séparatifs seront probablement constitués de portes et/ou fenêtres coulissantes. La valeur d'isolement de chacune de ces portes ou fenêtres dépendra de la nature des vitrages. Dans le cas où celui-ci ne dépasse pas 15 dB(A), l'isolement perceptible maximum sera de $15 + 15 - 3 = 27$ dB(A).

En supposant que le niveau sonore du bruit ambiant dans la cour voisine les 50 dB(A) (compte tenu des règles d'aménagement sonore données au paragraphe 1/ du scénario sonore), ce dispositif permet de moduler depuis le logement l'écoute des bruits provenant de la cour intérieure de - 8 à - 7 dB(A).

Si on étudie maintenant le cheminement des sons dans le sens dedans/dehors, les valeurs de modulation restent les mêmes et, pour un niveau de conversation dans la chambre atteignant 70 dB(A) à 1 m des locuteurs, on obtient $70 - 8 = 62$ dB(A) à 1 m de la façade quand les deux fenêtres de la loggia sont ouvertes au maximum soit encore 50 dB(A) au point C à hauteur de la source (diminuer encore de 2 dB(A) cette valeur si source et récepteur se trouvent au raz-de-chaussée de la cour), avec un abaissement progressif pouvant atteindre - 27 dB(A) selon la nature du vitrage décrit ci-dessus ($50 - 27 = 23$ dB(A)). Entre ces deux valeurs, l'habitant peut donc gérer la diffusion de ses activités sonores dans l'espace collectif.



éch. 1/500

1.5. MODERATO HABITABLE

*A partir d'un projet de Renzo Piano, architecte
Logements Rue de Meaux - Paris 19ème
1988 / 1991*

1.5.1. SCENARIO SONORE

Pour un niveau sonore N en façade sur rue, quel niveau sonore obtient-on en A, B, C ou D (nous pensons ici que c'est l'itinéraire imposé pour rentrer chez soi).

On envisagera dans un premier cas que les parois qui longent la ruelle d'accès sont absorbantes et, dans un deuxième cas, qu'elles sont réfléchissantes.

Il s'agit ici de mettre en évidence les effets sonores de coupure perceptibles dans le trajet, ainsi que l'existence dans le trajet de réverbérations variables perceptibles par l'utilisateur (dans l'allée menant à la cour et dans la cour elle-même).



éch. 1/500

1.5. MODERATO HABITABLE

*A partir d'un projet de Renzo Piano, architecte
Logements Rue de Meaux - Paris 19ème
1988 / 1991*

1.5.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

Pour N à 4 mètres des façades, le niveau diminue de 3 dB(A) quand on est plus en face d'une façade (le son n'est plus renvoyé de l'arrière par la façade).

Pour les niveaux sonores en A et B, si les parois sont très absorbantes, le niveau peut être estimé à partir de l'angle sous lequel on voit la voie du point considéré. Si les parois sont réfléchissantes, il faut raisonner sur l'énergie se propageant dans le couloir et se fait absorber partiellement par les parois au fur et à mesure des réflexions.

Parois très absorbantes :

En A, N - 15. Cette valeur est un minimum car les longueurs d'ondes supérieures à 3 m ne pourront pas passer par l'entrée (fréquences inférieures à 110 Hz). Angle de vision de la voie 23°.

En B, N - 21. Angle de vision 9°.

En C, forte absorption des ondes se propageant le long de la façade. N - 30 au minimum, certainement plus. Angle de vision 4°.

En D, situation d'une cour réverbérante, 2 à 3 dB(A) d'atténuation par doublement de la distance depuis B, donc N - 23 à - 25.

Parois réfléchissantes :

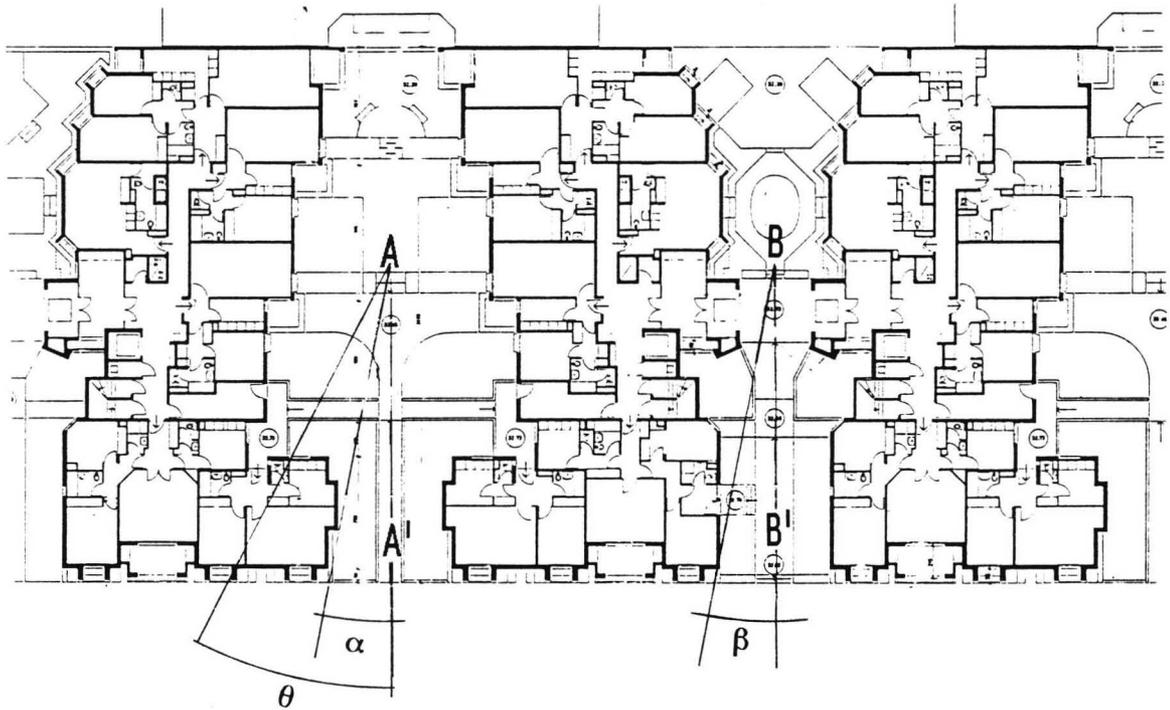
En théorie, les deux murs se comportent comme deux miroirs qui montrent en tous points la totalité de la voie. En fait, au fur et à mesure des réflexions sur ces miroirs, une partie de l'énergie est absorbée à raison de 2 à 3 % par réflexion. Comme les réflexions sur le sol sont renvoyées vers le ciel, l'atténuation est plus forte que dans le cas d'un couloir. Donc, en A, environ N - 5 à - 6.

En B, N - 10 à - 12.

En D, N - 14 à - 15.

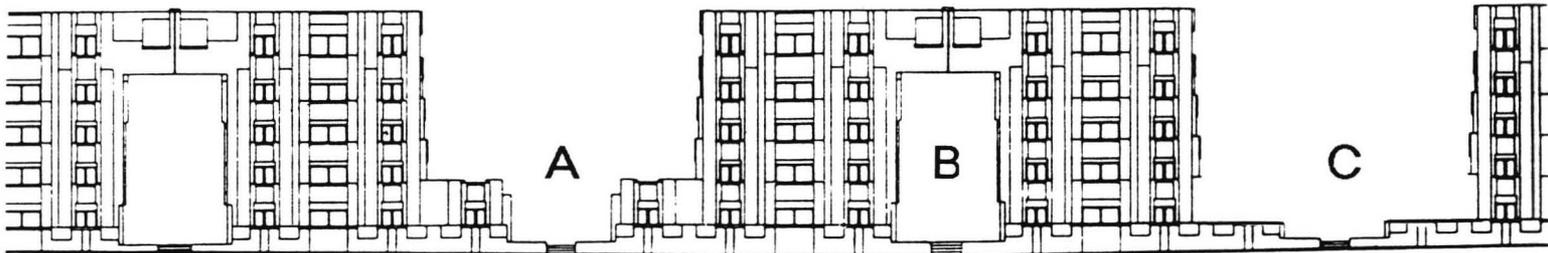
En C, même absorption due à la façade donc même gain vis à vis de B que dans le cas d'une façade absorbante, soit N - 21 environ.

Le calcul doit être tempéré par le fait que les ondes incidentes étant très rasantes par rapport aux façades, l'absorption peut être très forte dans certaines fréquences (en fonction du matériau et des aspérités architecturales de la façade) et beaucoup plus faible dans d'autres.



SOURCE DE BRUIT ROUTIER

éch. 1/500



éch. 1/500

1.6. UNE PIÈCE SONORE URBAINE RURALISÉE.

*A partir d'un plan de Roland Simounet, architecte
Résidence "Les Fougères" - ZAC Citroën Sévennes
Paris 15ème - 1987 / 1991*

1.6.1. SCENARIO SONORE

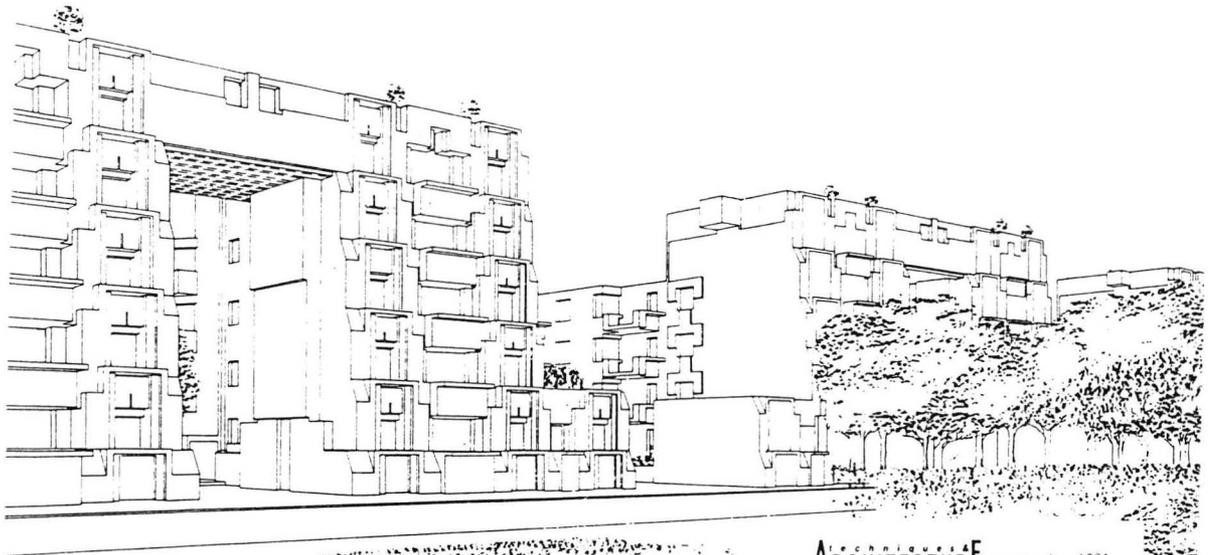
L'objectif est ici de calculer l'impact acoustique d'une voie routière dans la profondeur d'un tissu urbain selon la configuration du raccordement entre ce tissu et la voie de circulation.

On obtient ainsi des indications sur l'exposition des logements qui donnent sur un jardin intérieur, ce jardin intérieur étant plus ou moins ouvert aux bruits provenant de la voie de circulation.

Le plan de Roland Simounet sera l'occasion de tester plusieurs dispositifs de raccordement.

Partant d'une source linéaire de type voie routière produisant un niveau sonore N à 4 mètres des façades, quel niveau sonore obtient-on en A et B selon les configurations suivantes d'ouverture des jardins intérieurs aux bruits de circulation ?

- 1/ Niveau sonore en A au sol dans la configuration prévue par l'architecte.
- 2/ Niveau sonore en C au sol dans une configuration qui voudrait que les bâtiments qui "resserrent" l'accès aux jardins intérieurs ne soient pas construits.
- 3/ Niveau sonore en B si le portique au-dessus du point B' a de l'épaisseur (comme dans le projet de l'architecte).
- 4/ Niveau sonore en B si le portique au-dessus de B' n'a pas d'épaisseur.



ARCHITECTURE septembre 1991

1.6. UNE PIECE SONORE URBAINE RURALISEE.

*A partir d'un plan de Roland Simounet, architecte
Résidence "Les Fougères" - ZAC Citroën Sévennes
Paris 15ème - 1987 / 1991*

1.6.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

En A' et B', les niveaux sont sensiblement les mêmes puisque les réflexions dues aux façades sont équivalentes. Ils sont donc d'environ $N - 3$ puisque l'effet des réflexions des façades est quasiment nul.

La suite des calculs est menée en négligeant les réflexions sur les parois latérales qui sont assez complexes.

En A, dans la configuration prévue par l'architecte, le niveau peut être calculé en sommant le niveau sonore au point A voyant la voie sous un angle 2 fois (angle teta - angle alpha) avec un écran de hauteur h avec le niveau sonore au point A voyant la voie sous un angle de 2 fois alpha sans écran. L'angle alpha fait 13° , l'angle teta fait 28° et h fait 5 mètres. Dans ces conditions, le premier niveau sonore est inférieur de 15 dB(A) au second niveau sonore, donc négligeable. En A, le niveau sonore est inférieur de 13 dB(A) à celui calculé au point A' (soit $N - 16$).

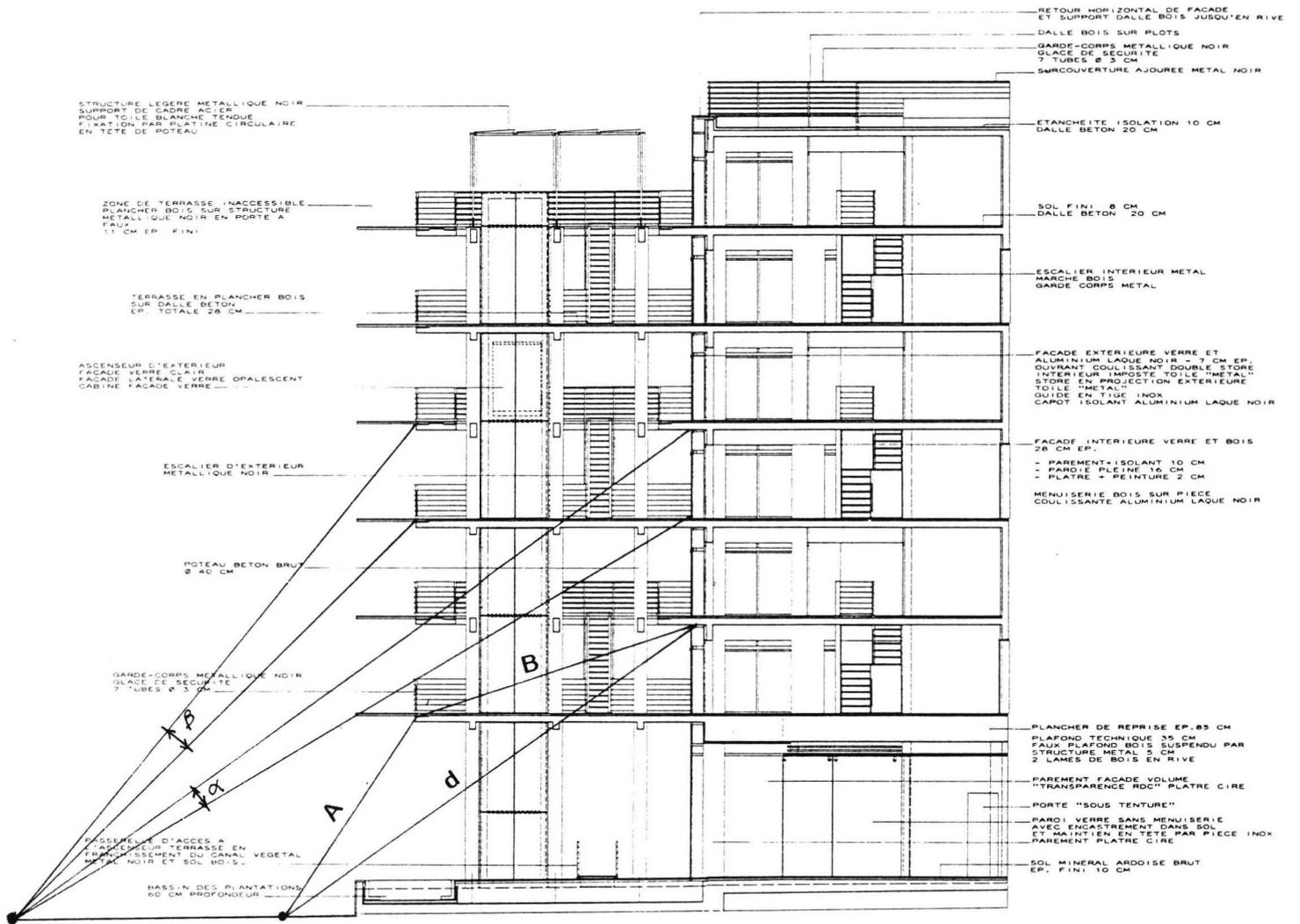
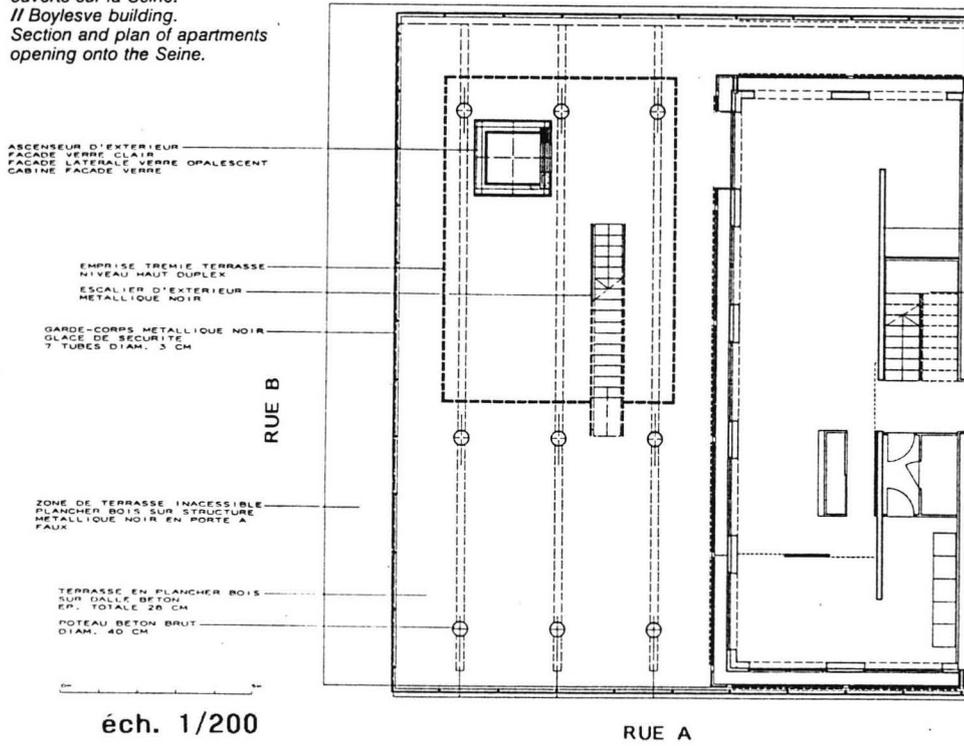
Si l'on supprime les bâtiments qui resserrent l'accès aux jardins intérieurs, le niveau sonore en C n'est plus que de $N - 13$ dB(A).

En B, la voie est vue sous un angle 2 fois beta, avec $\beta = 9^\circ$. Le niveau sonore en B est inférieur de 15 dB(A) par rapport à celui calculé en B', soit encore $N - 18$ dB(A).

Si le portique au-dessus du point B' a l'épaisseur telle qu'elle est prévue dans le projet de l'architecte, les niveaux sonores en B' et en B sont les mêmes si la sous-face est absorbante. Ils sont de plus de 3 dB(A) si la sous-face est réfléchissante.

Immeuble de l'avenue de Boylesve.
 Coupe et plan des appartements
 ouverts sur la Seine.
 // Boylesve building.
 Section and plan of apartments
 opening onto the Seine.

JARDIN



1.7. UNE TERRASSE IMPERIALE

*A partir d'un projet de Francis Soler pour un immeuble avenue de Boylesve
Concours mars 1988 - TA n° 397, p. 48*

1.7.1. SCENARIO SONORE

Ce plan de Francis Soler permet de réduire l'impact d'un bruit de fond ambiant sur une terrasse (et donc sur une façade du logement), rendant celle-ci appropriable. Les appartements sont en duplex. Ils possèdent deux terrasses superposées. On accède au duplex par le haut.

Etant donné la surface du plafond le plus haut de la terrasse, quel gain en niveau sonore sur le bruit ambiant extérieur est possible si on installe en sous-face un absorbant y compris sous le débord de la terrasse inaccessible ?

Pour répondre à cette question, on envisagera deux cas :

Cas n° 1 :

La terrasse est ouverte sur les trois côtés, deux côtés exposés aux bruits de voitures et un côté exposé aux bruits de jardin comme indiqué sur le plan.

Cas n° 2 :

On imaginera ici que la terrasse est ouverte seulement sur la rue Boylesve et le jardin (une façade de verre fait écran par rapport à la rue A). On envisagera dans ce cas les 3 scénarios suivants :

1° scénario : les voitures circulent en B uniquement (cf. plan).

2° scénario : les voitures circulent en A uniquement.

3° scénario : les voitures circulent en A et B.

Nota : quand les voitures circulent en B uniquement, on envisagera dans un premier temps que la source sonore circule à 2 mètres des façades et, dans un second temps, à 10 mètres des façades.

On calculera aussi le gain dû au débords des terrasses inaccessibles.

On pourrait envisager un plafond sous terrasse absorbant.

TABLEAU N° 1

POINT 1	Façade (α)	Dalle terrasse (β)	$g = 3 \times \frac{(\beta)}{(\alpha)}$
R + 1	11,6°	11,3°	2,9
R + 2	7,7°	7°	2,7
R + 3	5,3°	6,5°	2,5
R + 4	3,8°	3°	2,5
R + 5	2,8°	2,4°	2,59

POINT 2	Façade	Dalle terrasse	$g = 3 \times \text{---}$
R + 1	9,4°	9,7°	3,7
R + 2	7,7°	7,9°	3
R + 3	6,4°	6,4°	3
R + 4	5,2°	5,1°	2,9
R + 5	4,3°	4,2°	2,9

Tableau 2

	Gain dû à la profondeur de la terrasse			Gain dû à la pose d'un absorbant phonique en sous-face des deux terrasses			Gain total maximum			Gain dû à un balcon plein		
	NIV 1	NIV 2	NIV 3	NIV 1	NIV 2	NIV 3	NIV 1	NIV 2	NIV 3	NIV 1	NIV 2	NIV 3
Source en 1 à 2 mètres	13	13	18	2	4	0	15	17	18	1	1	1
Source en 2 à 10 mètres de la façade	7	10	16	3	4	0	10	14	16	3	2	1

1.7. UNE TERRASSE IMPERIALE

*A partir d'un projet de Francis Soler pour un immeuble avenue de Boylesve
Concours mars 1988 - TA n° 397, p. 48*

1.7.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

Les terrasses prolongeant les dalles planchers constituent un "écran acoustique" qui apporte un gain en isolation pour une personne placée à 2 m en avant de la façade vis-à-vis d'une ligne de sources de bruit (rue) située parallèlement à cette façade. Ce gain en isolation est affaibli par les ondes sonores qui se réfléchissent sur la sous-face de la terrasse de l'étage supérieur.

Dans ces conditions, si la source de bruit est au pied de l'immeuble, il n'y a pas d'effet de réflexion. Cependant, cet effet passera par un maximum quand la source fait un angle de 45° par rapport à la façade de chacun des étages, avant de tendre vers zéro pour une source à l'infini.

Parallèlement, l'effet de réflexion est d'autant moins important que, pour une source localisée, on se situe à un étage élevé. Quand l'auditeur se situe à la hauteur de la source, l'effet d'écran du plancher est très réduit car la source est à vue de la façade et il n'y a pratiquement pas d'absorption dans le volume de la terrasse.

Cas n° 1 : La terrasse est ouverte sur les 3 côtés.

- 1.1. Pour la façade côté jardin, la diminution du niveau sonore en façade (après pose d'un absorbant phonique en sous-face) sera fonction de la localisation de la source par rapport à la façade comme on l'expliquait ci-dessus. Pour une source placée à 2 m des façades, il sera compris théoriquement entre 2,5 et 3 dB(A) suivant l'étage d'après les calculs des angles des rayons (cf. tableau 1). Mais, en ajoutant la diffusion et en considérant que l'absorption ne peut être égale à 1, ce gain n'est plus que de 1,5 à 2 dB(A) (rez-de-chaussée, dernier niveau). Pour une source sonore située à 10 m, ce gain sera de l'ordre de 2 dB(A) quelque soit l'étage.
- 1.2. Pour la grande façade le long de la rue B, l'estimation ne prend pas en compte l'effet de la trémie des circulations verticales qui diminue l'effet d'écran des terrasses sur la partie supérieure des duplex. Pour ce qui suit, on considérera que l'auditeur est toujours placé sur la terrasse basse du duplex.

Les calculs (cf. tableau 2) montrent, pour la source située à 2 m et à 10 m des façades, les différents gains sans les portes à faux.

Pour une source située à 10 m des façades (point 2), le gain en isolement dû au matériau absorbant placé en sous-face sera compris entre 3 et 4 dB(A) suivant l'étage (du rez-de-chaussée au plus haut), sans équiper le porte à faux d'un matériau absorbant. Le fait d'équiper les portes à faux ne permet pas de gagner beaucoup en affaiblissement (0,5 par rapport au point 1, 0,2 à 0,3 par rapport au point 2).

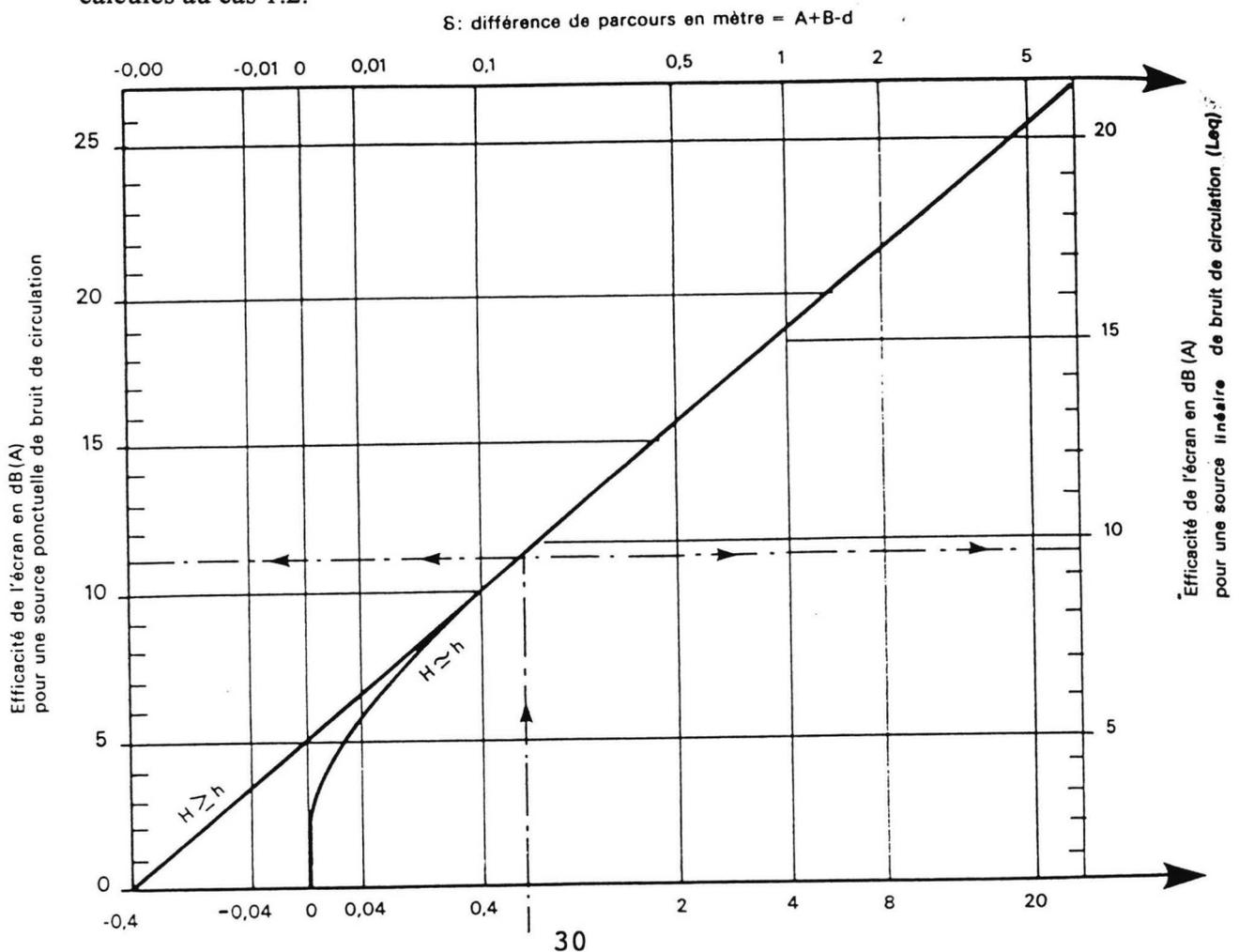
C'est la grande longueur de la terrasse qui fait que les ondes sonores subissent plusieurs réflexions sur le plafond avant d'atteindre la façade. Dans ces conditions, le coefficient d'absorption du matériau absorbant peut être considéré comme ayant une valeur voisine de 1. Il n'y a donc pas lieu de retirer 1 décibel comme préconisé pour la façade peu profonde donnant sur le jardin.

- 1.3. Pour la façade sur la rue A, il n'y a pas de terrasse. L'effet sonore de la rue A se fera de plus sentir sur la façade de la rue B dans une proportion qui est fonction du rapport des distances de l'auditeur aux deux extrémités des terrasses (dans les deux directions A et B) et du rapport des flux de circulation rue A et rue B à vitesses identiques. Pour les flux voisins, le gain en isolation de la rue A pour une personne placée sur la façade sera égal à celui de la rue B lorsque cette personne se trouvera à 8 m de l'extrémité de la terrasse dans la direction de la rue A. Plus la personne se rapproche de la rue A, plus le gain apporté par le revêtement absorbant diminue.

Dans ce contexte, il faut qu'il y ait peu de circulation en A sinon, l'effet absorbant de la terrasse diminue.

Cas n° 2 :

- 2.1. Si les voitures circulent en B uniquement, le cas se ramène au cas 1.2. précédent, mais avec un résultat constant tout le long de la façade. Il n'y a plus l'effet de bord décrit en 1.3.
- 2.2. Si les voitures circulent en A uniquement, toutes les situations intermédiaires entre les deux points 1 et 2 étudiées au cas 1.2. précédent sont envisagées et les gains escomptés par le revêtement absorbant en sous-face sont voisins de celui calculé pour une rue à 2 mètres. Plus l'auditeur est à un étage élevé, et plus il est éloigné de la rue A, plus il est protégé. S'il se trouve au raz-de-chaussée au bord de la rue A, il est très exposé. Le cas étudié en 1.2. reste valable pour un auditeur placé au milieu de la façade (cas de source au point 1).
- 2.3. Les voitures circulent en A et B. Si la paroi vitrée en limite de terrasse est suffisamment isolante vis-à-vis des bruits de la rue A (gain d'au moins 13 + 2 au niveau 1, 13 + 4 au niveau 2, 18 au niveau 3), l'influence de la rue A n'affecte pas la terrasse et les gains escomptés par le revêtement absorbant sont voisins de ceux calculés au cas 1.2.



**CHAPITRE 2 : VERS UNE MODULATION DE L'ECOUTE
DANS LE LOGEMENT**

SCENARIOS SONORES ET FAISABILITES ACOUSTIQUES

2.1.1. SAS COURT ET SAS EN CHICANE

A partir d'un plan de Otto Steidle et Roland Sommerer, Berlin, 1984 (représentation de gauche) et de R. Boffil, "Les arcades du lac", Saint-Quentin-en-Yvelines (représentation de droite)

2.1.1.1. SCENARIO SONORE

L'objectif est ici de calculer le gain acoustique apporté par la création d'un sas d'entrée au logement. On sait qu'un sas est d'autant plus efficace :

- 1) Que son volume est grand.
- 2) Qu'il comporte plus d'absorbant (moquette, tapisserie...).
- 3) Que les portes ne sont pas situées l'une en face de l'autre.

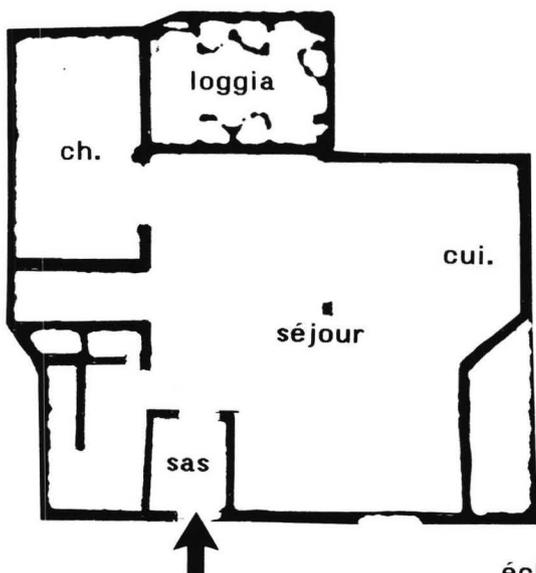
A travers les deux exemples, il faudra envisager deux cas :

- a) Le sas est absorbant.
- b) Le sas est réfléchissant.

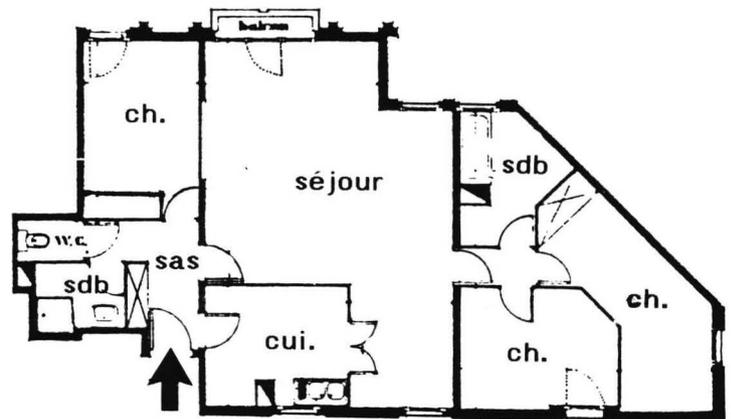
Scénario 1 : la porte palière est une porte pleine de type B (cf. Annexe 1, page 17) et la porte d'accès au séjour est une porte de type A.

Scénario 2 : les deux portes sont de type B.

Scénario 3 : la porte palière est de type C et la porte d'accès au séjour est de type A.



éch. 1/200
Otto Steidle



éch. 1/200
R. Boffil

2.1.1. SAS COURT ET SAS EN CHICANE

A partir d'un plan de Otto Steidle et Roland Sommerer, Berlin, 1984 (représentation de gauche) et de R. Boffil, "les arcades du lac", Saint-Quentin-en-Yvelines (représentation de droite)

2.1.1.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

Plan de Otto Steidle et Roland Sommerer

Calculer le niveau à l'intérieur du logement.

Porte de type A : 15 dB(A)
 B : 25 dB(A)
 C : 35 dB(A)

Type de porte palière	Type de porte de couloir	Niveau si Bdf = 70 dB(A)	Isolement dB
B	A	$N = 70 - 25 + 2 - 15 = 32$ dB(A)	38
B	B	$N = 70 - 25 + 2 - 25 = 22$ dB(A)	48
B	ouverte	$N = 70 - 25 - 7 = 38$ dB(A)	32
C	A	$N = 70 - 35 + 2 - 15 = 22$ dB(A)	48

Projet de R. Boffil

Calculer idem ci-dessus avec la source en extérieur :

Type de porte palière	Porte intérieure	Chambre 1	Séjour
Ouverte	Ouverte	$N - 7$	$N - 8$ à 9
C	Ouverte	$N - 35 - 5$	$N - 35 - 6$
C	A	$N - 35 + 3 - 15$	$N - 35 + 3 - 15$

Portes chambre et séjour ont un isolement de 15 dB(A).

Sas entre séjour et chambres 2 et 3.

Pour une source dans le séjour, niveau dans les chambres :

	Chambre 2	Chambre 3
Toutes portes fermées	$N - 15 + 3 - 15$	$N - 15 + 3 - 15$
Portes chambres fermées, porte sas / séjour ouverte	$N - 4 - 15$	$N - 3 - 15$

Les portes sont toutes des portes de 90 cm de passage.

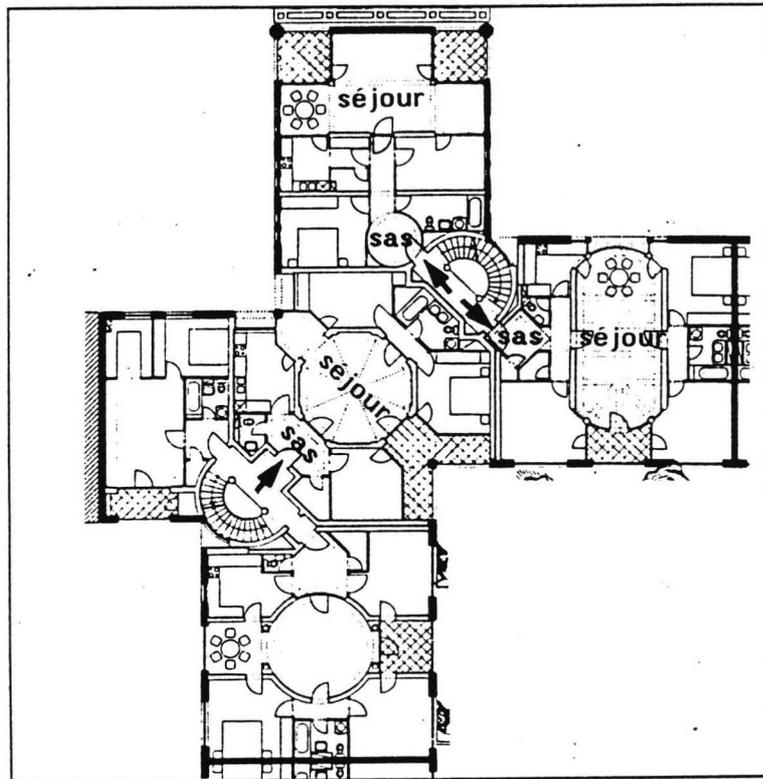
2.1.2. L'EFFICACITE PHONIQUE SELON LA FORME ET L'AGENCEMENT DU SAS

A partir d'un plan de Rob Krier, architecte, Berlin, 1977-1980

2.1.2.1. SCENARIO SONORE

L'objectif est ici de tester l'efficacité de la succession des sas entre la cage d'escalier et le séjour dans les 3 configurations proposées par le plan, toutes portes ouvertes.

Noter que dans le plan de droite, il existe une double porte entre le sas d'entrée et le couloir desservant chambres et séjour.



éch. 1/500

2.1.2. L'EFFICACITE PHONIQUE SELON LA FORME ET L'AGENCEMENT DU SAS

A partir d'un plan de Rob Krier, architecte, Berlin, 1977-1980

2.1.2.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

	Haut	Droite	Gauche
Parois réfléchissantes	- 10	- 13	- 8
Parois absorbantes	- 13	- 14	- 10

Si, dans la configuration du plan de droite, les deux portes d'accès au couloir séparant le séjour du sas ne se font pas vis-à-vis, le gain en isolement est de l'ordre de 2 dB(A).

2.1.3. DU ROLE ACOUSTIQUE DES PORTES DONNANT SUR LES SAS

*A partir d'un plan de Joseph-Paul Cleibues, architecte
Ritterstrasse, Berlin, 1984.*

2.1.3.1. SCENARIO SONORE

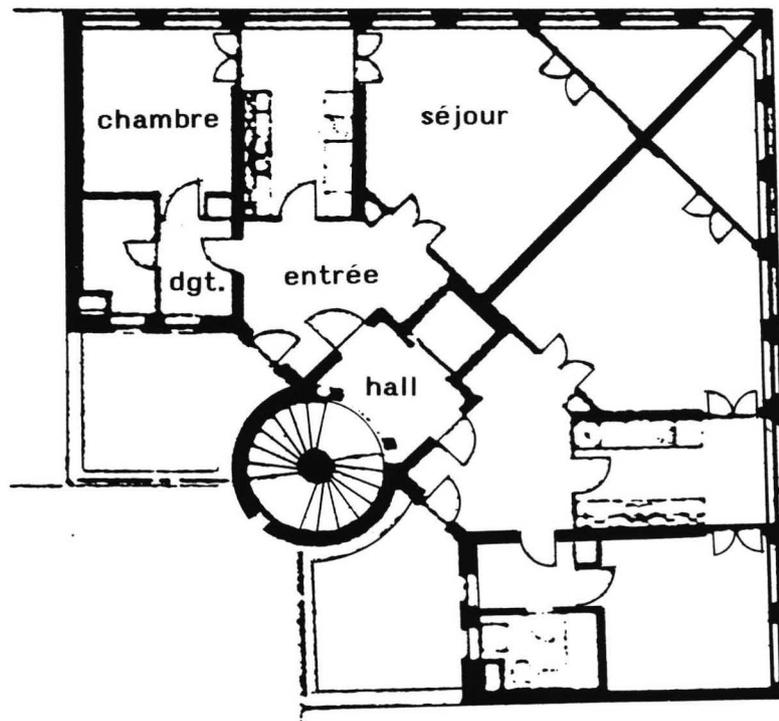
L'objectif est ici de calculer le gain acoustique apporté par la création d'un sas d'entrée au logement.

- a) Le sas est absorbant.
- b) Le sas est réfléchissant.

Scénario 1 : la porte palière est une porte pleine de type B (cf. Annexe 1, page 17) et la porte d'accès au séjour est une porte de type A.

Scénario 2 : les deux portes sont de type B.

Scénario 3 : la porte palière est de type C et la porte d'accès au séjour est de type A.



Ech. 1/200

2.1.3. DU ROLE ACOUSTIQUE DES PORTES DONNANT SUR LES SAS

*A partir d'un plan de Joseph-Paul Cleibues, architecte
Ritterstrasse, Berlin, 1984.*

2.1.3.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

Les valeurs d'isolement sont indiquées dans le tableau ci-dessous. Dans toutes les configurations, on a considéré que la porte séparant l'entrée de l'appartement du hall (cage d'escalier) était toujours fermée (isolement de la porte = 30 dB(A)).

Si les portes séparant l'entrée du hall extérieur et l'entrée du salon sont ouvertes, on obtient un isolement de - 12 à - 15 dB(A) entre le salon et le hall de la cage d'escalier (6 du fait du grand sas d'entrée et 6 du fait du déboucher dans le séjour absorbant).

Quand un sas est conçu de telle manière qu'il dessert plus de 2 espaces, on ne perd pas les 3 dB(A) d'isolement entre deux pièces si l'accès à la troisième pièce est ouvert. Cette perte en isolement ne doit être prise en compte que dans les cas où le sas est complètement fermé

I2 a3

Si la source se trouve dans la cage d'escalier de l'immeuble, les niveaux sonores sont :

	Niveaux	Isolements	
Hall (cage escalier)	70 dB(A)		
Entrée	40 dB(A)	30	porte entrée fermée
Séjour	34 dB(A)	30 + 6	porte entrée fermée, porte séjour ouverte
Dégagement	33 dB(A)	30 + 7 à 8	sas court + angle (porte ouverte), porte entrée fermée, portes chambre et dégagement ouvertes
Ch.	28 dB(A)	30 + 7à8 + 5à6	porte entrée fermée, portes chambre et dégagement ouvertes

Si la porte du hall est ouverte, le niveau dans l'entrée est de N - 6, le niveau dans le salon est de N - 12 à - 15.

Séjour	28 dB(A)	15 - 3	porte entrée, porte séjour et porte dégagement fermées
Ch.	14 dB(A)	15 - 3 + 15	porte entrée, porte séjour et porte dégagement fermées

	Réception en chambre, porte de dégagement et porte ch. ouverte, toutes les autres portes de distribution sont fermées	Idem mais les autres portes de distribution sont ouvertes	Gain en isolation pour porte de distribution supplémentaire
Emission (hall) porte d'accès au sas ouverte	$L_{p1} = N - 6\text{à}7 - 5\text{à}6$ $Db1 = 19$	$L_{p2} = L_{p1} - 2\text{à}3$ $Db2 = Db1 + 2\text{à}3$	0,5 à 1
Emission (hall), porte d'accès au logement fermée (R = 30à33 dB(A))	$L_{p3} = N - 30 - 7\text{à}8 - 5\text{à}6$ $Db3 = R + 7\text{à}8 + 5\text{à}6 = 43$	idem ci-dessus $L_{p4} = L_{p3} - 2\text{à}3$ $Db3 = Db2 + 2\text{à}3$	idem

A noter que le sens d'ouverture de la porte entre entrée et dégagement favorise l'isolement porte ouverte. Dans l'autre sens, l'isolement ne serait que de 3 à 4 au lieu de 7 à 8 ici.

2.1.4. LE SAS ACOUSTIQUE COMME ESPACE DE PROLONGATION D'ACTIVITE (Exemple 1)

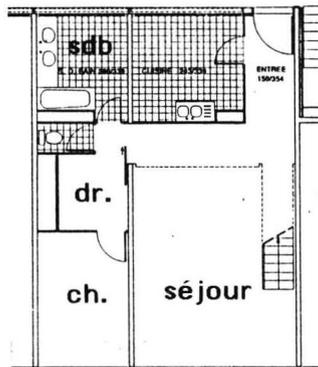
*D'après un plan de Dominique Perrault, immeuble villa à Saint-Quentin-en-Yvelines,
1988/1991*

2.1.4.1. SCENARIO SONORE

Un sas dressing situé entre l'entrée-séjour et la chambre assure un gain en isolation acoustique qui peut être renforcé par la pose d'un revêtement absorbant phonique sur les murs du dressing.

La porte coulissante qui, par elle-même, isole assez peu (10 dB(A)) peut être tirée, ce qui préserve l'intimité par rapport au regard de l'autre (libre circulation entre la chambre et la salle de bain dont les deux portes peuvent rester ouvertes, faisant bénéficier alors le dressing d'un éclairage naturel). C'est la qualité d'un filtrage sonore potentiel entre séjour et chambre que nous avons choisi ici d'étudier.

- 1/ Degré d'isolation du mur de 18 cm en béton entre le séjour et la chambre ?
- 2/ Degré d'isolation de la porte d'accès à la chambre et de la porte coulissante (en tenant compte d'un volume réfléchissant semi-absorbant, absorbant) sachant que la porte d'accès à la chambre a un indice d'affaiblissement de l'ordre de 23 dB(A) (y compris le jour laissé libre sous la porte = 1 cm) et que la porte coulissante est un panneau de particule de bois aggloméré dont la masse volumique (Kg/m³) est de l'ordre de 600 à 700 Kg/m³ (porte stratifiée 10/10) de 4 cm d'épaisseur (1 cm de jour en aplomb du cadre de l'ouverture, mais en recouvrement sur le cadre).
- 3/ Quelle valeur sonore maximum dans le salon pour que l'on puisse discuter entre la salle de bain et la chambre à voix normale (distance 7 m) ?



éch. 1/200

2.1.4. LE SAS ACOUSTIQUE COMME ESPACE DE PROLONGATION D'ACTIVITE (Exemple 1)

*D'après un plan de Dominique Perrault, immeuble villa à Saint-Quentin-en-Yvelines,
1988/1991*

2.1.4.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

1/ Affaiblissement acoustique du mur de 18 cm en béton :

R = 56 dB(A), soit encore en isolement acoustique normalisé, Dn = 51 dB(A).

2/ Isolement séjour / chambre :

Porte coulissante de 650 kg/m³ donne R = 27 dB(A) limité à 23 par le jour de 1 cm sous la porte et limité à 10 dB(A) par les 3 jours en périphérie en l'absence d'un dispositif de verrouillage qui permettrait la compression d'un joint.

Partant d'un niveau dans le séjour voisinant 65 dB(A) en champ réverbéré, les atténuations selon les configurations d'ouverture et de fermeture sont traduites dans le tableau ci-dessous.

	Isolement	Niveau résultant
--	-----------	------------------

Porte coulissante	10	55
-------------------	----	----

Réception dans dressing réfléchissant (peu probable), porte coulissante fermée	0	55
Réception dans chambre, porte fermée	20	35

Réception dans dressing semi-réfléchissant, porte coulissante fermée	3	52
Réception dans chambre porte fermée	20	32

Réception dans dressing absorbant, porte coulissante fermée	6	49
Porte chambre	20	29

3/ Il faut que dans le dressing, il n'y ait pas plus de 40 dB(A) pour que l'on puisse discuter entre la salle de bain et la chambre à voix normale. Le niveau sonore dans le salon devra alors être :

- porte coulissante ouverte : 43 dB(A)
- porte coulissante fermée : 51 dB(A)

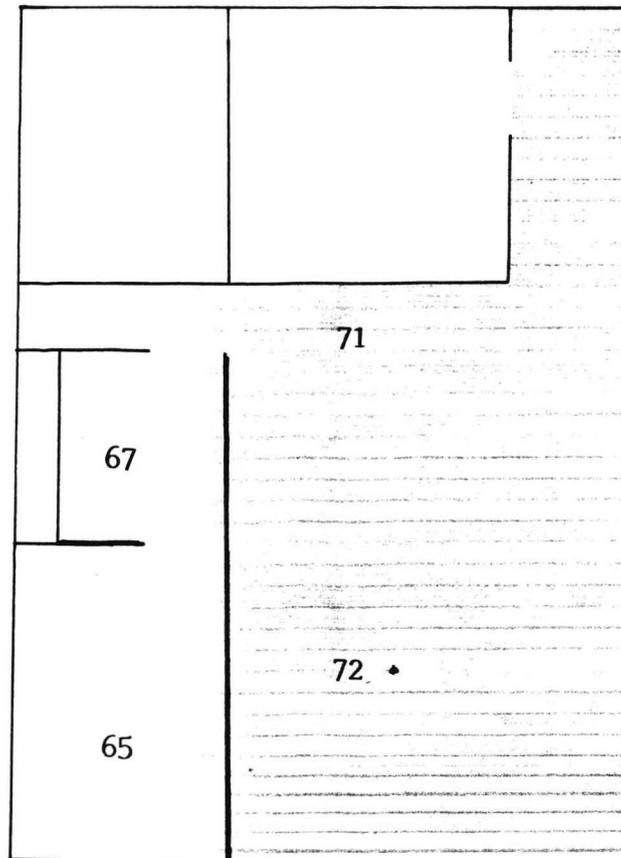
Si on part sur un isolement de la porte coulissante de 10 dB(A), en général on pourra considérer le niveau N.

$N = 40 + \text{isolement porte coulissante} + \text{atténuation due au traitement des sas (+1, +3, +6)}$.

Ainsi, si le sas est absorbant et si la porte coulissante est close, le niveau maximum dans salon ne devra pas dépasser : $40 + 10 + 6 = 56 \text{ dB(A)}$.

Si le niveau moyen dans salon voisine les 70 dB(A), on aura au mieux un niveau sonore dans dressing égal à 54 dB(A).

ANALYSE DE LA PROPAGATION DU SON PORTES OUVERTES



2.1.5. LE SAS ACOUSTIQUE COMME ESPACE DE PROLONGATION D'ACTIVITE (Exemple 2)

D'après un plan théorique de J-P. Vidal, architecte et Ph. Gatheron, designer, 1967

2.1.5.1. SCENARIO SONORE

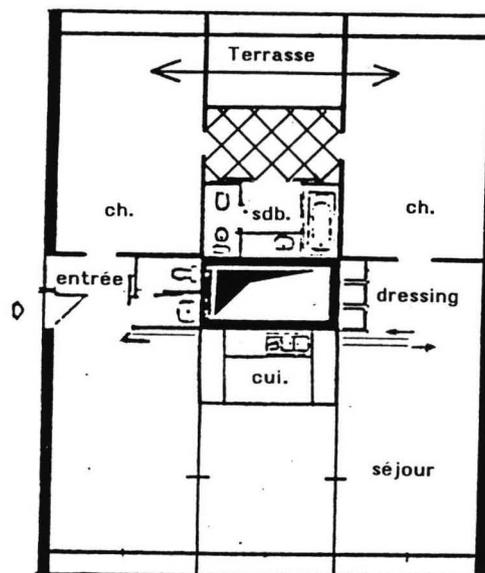
Si on lui ajoute deux portes coulissantes, ce plan d'appartement donne des possibilités de gain en isolation acoustique entre le coin jour et le coin nuit. On notera l'astucieux emplacement du dressing, qui peut servir de prolongement à une activité se déroulant dans la chambre, et celui de la salle de bains, qui peut prendre le jour sur la terrasse à travers un espace vitré "polyvalent", lui aussi appropriable soit au moment du soin du corps, soit au moment d'un jeu.

Les questions posées sont les suivantes :

- Si le niveau sonore en champ réverbéré dans le séjour est de l'ordre de 65 dB(A), quel niveau obtient-on dans les chambres selon les portes de type A, B ou C dont les indices d'isolation se trouvent en Annexe 1, page 17.
- Idem question précédente, mais entre les deux chambres.
- Quel gain peut être apporté par la porte coulissante ?
Quel gain est apporté par la pose d'un absorbant au plafond dans les sas ?

Nota : le niveau souhaité dans les chambres est de 30 dB(A).

- D'autre part, on se demandera aussi quelle doit être la nature des cloisons (gain en isolation acoustique) par rapport au local W.C. (bruit de chasse d'eau : 70 dB(A)) et par rapport à la salle de bains (remplissage de baignoire : 75 dB(A)) entre ces deux salles d'eau et les chambres.



éch. 1/200

2.1.5. LE SAS ACOUSTIQUE COMME ESPACE DE PROLONGATION D'ACTIVITE (Exemple 2)

D'après un plan théorique de J-P. Vidal, architecte et Ph. Gatheron, designer, 1967

2.1.5.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

I2 b6

L'ajout d'une porte coulissante donne des possibilités de gain en isolation acoustique entre le coin jour et le coin nuit situé entre 8 et 10 dB(A).

Niveau sonore source dans séjour : 65 dB(A).

Niveau dans chambres selon portes de type A, B et C (Cf. Annexe 1, p. 17).

Niveau dans les chambres :

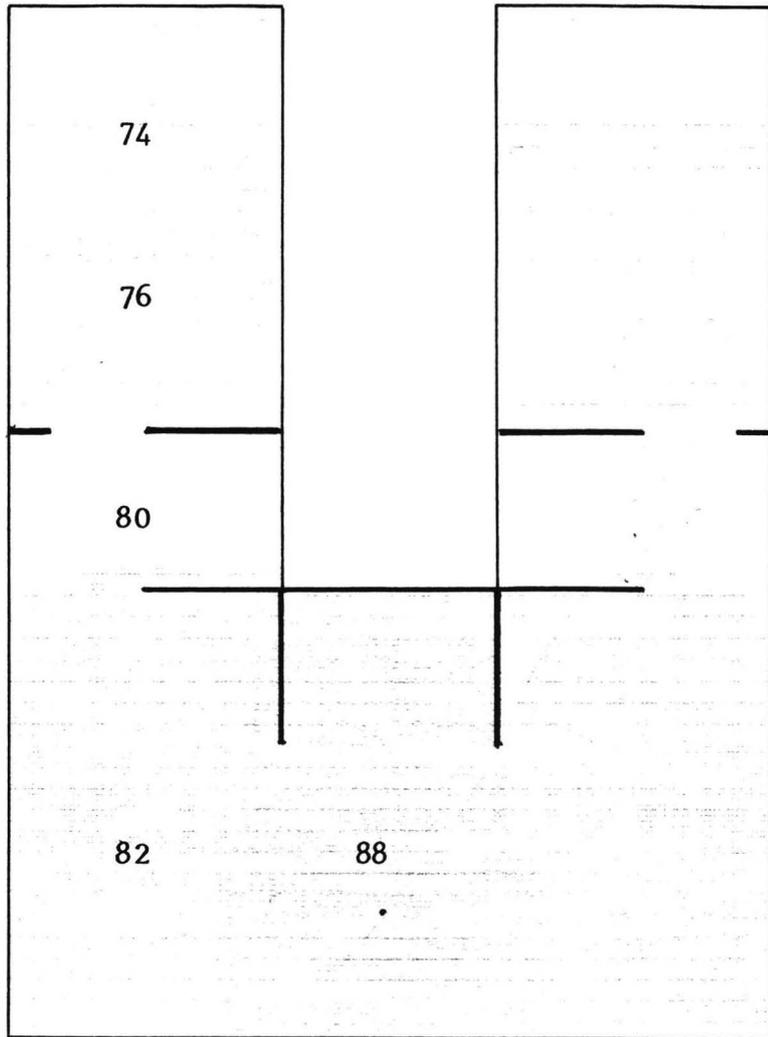
Sans porte	N - 6 dB(A)	59 dB(A)
Avec porte (15)	N - 12 dB(A)	53 dB(A)
Avec porte (25)	N - 22 dB(A)	43 dB(A)
Avec porte (30)	N - 27 dB(A)	38 dB(A)

Si on place une porte coulissante : 8 dB(A)

Porte 15 fermée	N - 20	45 dB(A)
Porte 25 fermée	N - 30	35 dB(A)
Porte 30 fermée	N - 35	30 dB(A)

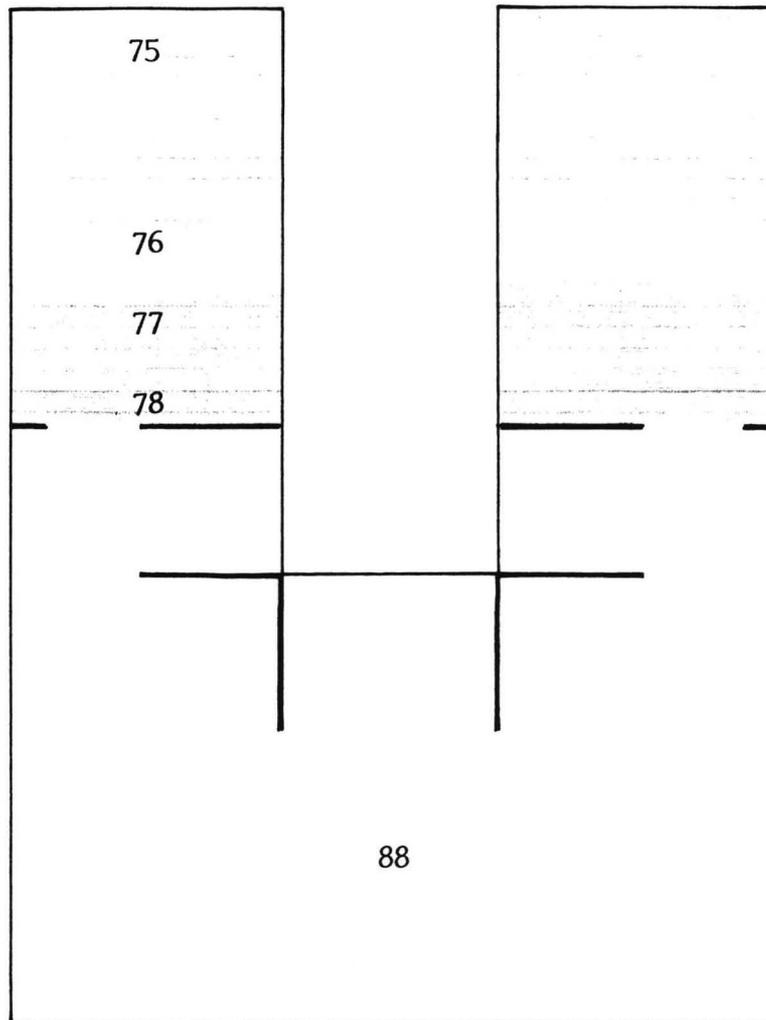
En posant de l'absorbant en plafond des volumes, on gagnerait 2 à 3 dB(A).

Nature des cloisons ? La cloison devra permettre un gain d'environ 40 dB(A) par rapport au WC (bruit de chasse d'eau : 70 dB(A)) et un gain de 45 dB(A) par rapport à la salle de bains (remplissage de baignoire : 75 dB(A)).



NIVEAUX SONORES RELATIFS NE TENANT PAS COMPTE DES
DIFFRACTIONS

PORTES OUVERTES



ANALYSE DETAILLEE DE LA PROPAGATION SONORE DANS LA CHAMBRE
(Source dans le salon : 88 dB(A))

2.1.6. DISPOSITIF MULTIPLIANT LES SAS

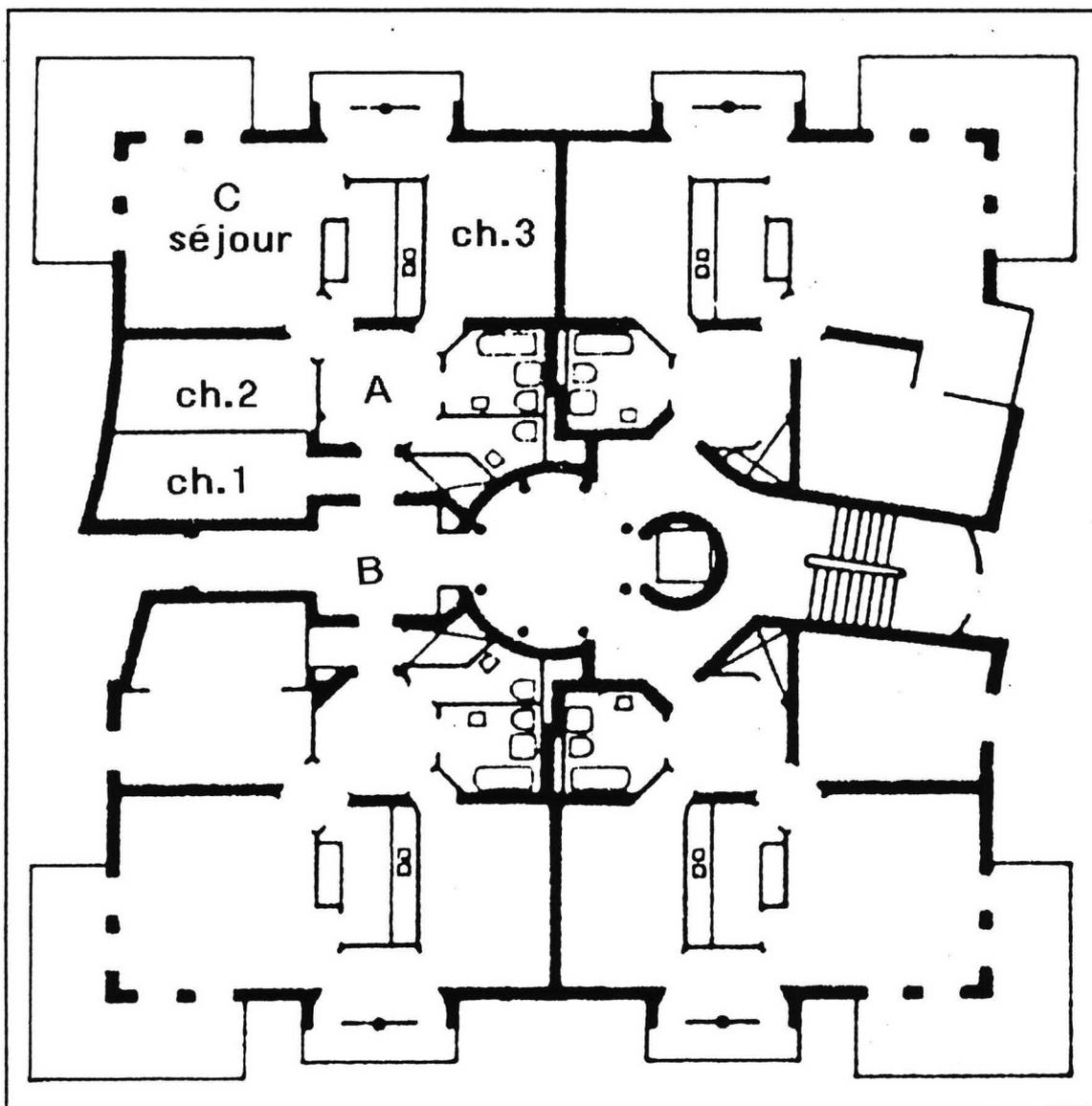
A partir d'un plan de Hans Hollein, architecte, Berlin, 1984

2.1.6.1. SCENARIO SONORE

L'objectif est ici de tester l'efficacité de la succession des sas portes ouvertes et portes fermées dans le logement.

- 1) Quand le bruit provient du local A, quel est le niveau sonore réceptionné dans les trois chambres et le séjour ?
- 2) Quand le bruit provient du palier B, quel est le niveau de réception sonore dans les trois chambres et le séjour ?
- 3) Quand le bruit provient du séjour C, quel est le niveau sonore réceptionné dans les chambres et le palier ?

Pour les calculs, on imaginera que la porte palière est une porte de type B et que les portes intérieures sont des portes de type A.



2.1.6. DISPOSITIF MULTIPLIANT LES SAS

A partir d'un plan de Hans Hollein, architecte, Berlin, 1984

2.1.6.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

Tester l'efficacité de la succession des sas portes ouvertes et portes fermées.

Isolement porte intérieure - 15 dB(A), porte palière 30 dB(A).

- Quand le bruit provient du local A, réception dans les 3 chambres et séjour.
- Quand le bruit provient du palier B.
- Quand le bruit provient du séjour C.

Les chambres sont numérotées 1, 2 et 3 du bas gauche vers le haut droit.

Il y a des portes à chaque extrémité de sas.

Bruit en	Portes	Ch. 1	Ch. 2	Ch. 3
A	Ouvertes	- 11	- 9	- 6
	Fermées	- 28	- 27	- 15
B : palier	Ouvertes	- 7	- 18	- 17
	Fermées	- 42	- 71	- 60
C : séjour	Ouvertes	- 20	- 9	- 15
	Fermées	- 56	- 27	- 47

Explications :

- la chambre 1 possède un sas en col avant de pénétrer dans la chambre qui permet de gagner 1 à 2 dB(A).
- la chambre 3 possède un sas très court qui permet de gagner 0,5 décibel.

Les isollements supérieurs à 45 dB(A) sont à pondérer avec les résultats des transmissions solidiennes éventuelles des parois.

2.1.7. SEJOUR / COULOIR / CHAMBRE : + OU - 10 dB(A)

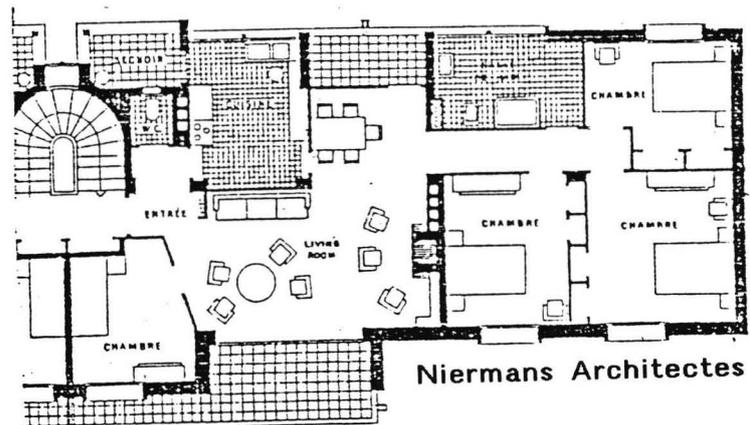
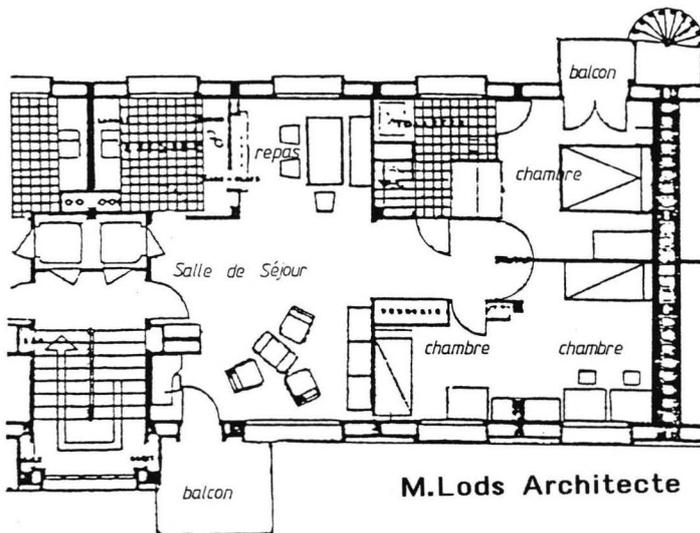
*A partir d'un plan de M. Lods, architecte, Sotteville-lès-Rouen, 1948-1950
(représentation de gauche)
et d'un plan des Frères Niermans, architectes (représentation de droite)*

2.1.7.1. SCENARIO SONORE

Les deux plans qui illustrent la notion d'"espace ouvert" dans les années 1950 (peu de portes) proposent une répartition des pièces presque similaire mais suggèrent des commodités acoustiques bien différentes, la solution de droite assurant une meilleure atténuation sonore entre les pièces que la solution de gauche.

Quels niveaux de réception sonore dans les chambres pour une source sonore de 70 dB(A) dans le salon ? On supposera dans les 2 cas, des portes de mêmes nature. Etudier aussi l'aspect du couloir absorbant.

Quel gain acoustique du fait de la disposition des chambres par rapport au couloir sans porte qui les relie aux pièces à vivre ?



2.1.7. SEJOUR / COULOIR / CHAMBRE : + OU - 10 dB(A)

*A partir d'un plan de M. Lods, architecte, Sotteville-lès-Rouen, 1948-1950
(représentation de gauche)
et d'un plan des Frères Niermans, architectes (représentation de droite)*

2.1.7.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

- 1/ La forme du salon et l'emplacement de la circulation influent sur la propagation du son. Sur le plan de gauche, l'ensemble salon, coin repas est ramassé, presque rectangulaire. La circulation se pique au milieu de cet ensemble. Sur le plan de droite, l'ensemble salon coin repas fait un L et la circulation vient se piquer sur le haut du L en face du coin repas. Comme pendant le repas toute la famille est réunie, le son de l'activité repas qui peut se propager facilement ne perturbe personne. La différence entre les deux plans peut se chiffrer pour le plan de droite à 2 à 3 dB(A) de moins pour la propagation à l'intérieur de la pièce puis une chute supplémentaire de 2 à 3 dB(A) lorsque le son pénètre dans la circulation la plus étroite.
- 2/ La longueur et la largeur de la circulation influent directement sur l'atténuation. La solution de droite présente une atténuation supérieure de 2 à 3 dB(A) par rapport au plan de gauche.
- 3/ La position des portes des chambres du fond placées perpendiculairement à l'axe de la circulation favorisent sur le plan de droite l'isolement de 1 à 2 dB(A).

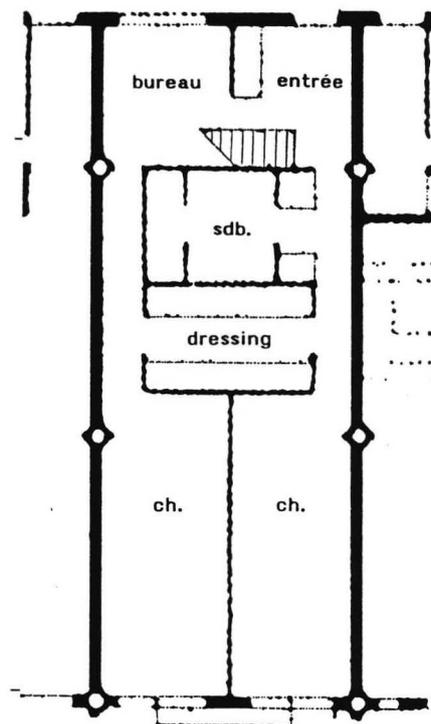
Au total, il y a une différence d'environ 9 dB(A) entre les deux solutions pour l'isolement toutes portes ouvertes entre salon et chambres du fond. Il n'y a pas de différence de résultat portes fermées.

2.1.8. DES CIRCULATIONS LONGUES (Exemple 1)

D'après un projet de l'Atelier 5, architectes, Concours pour des logements à Fribourg (Suisse), 1987

2.1.8.1. SCENARIO SONORE

Ce duplex dont on voit le plan du niveau bas laisse deux passages longs de 6,00 m environ pour l'accès aux chambres depuis l'entrée. L'objectif est ici de calculer le gain en isolation acoustique si les revêtements le long de ce couloir sont lisses et les revêtements le long de ce couloir sont absorbants.



éch. 1/200

2.1.8. DES CIRCULATIONS LONGUES (Exemple 1)

D'après un projet de l'Atelier 5, architectes, Concours pour des logements à Fribourg (Suisse), 1987

2.1.8.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

La variation du niveau du champ réverbéré dans le couloir peut être estimée par la variation de la fonction mathématique $10 \log \frac{A_2}{A_1}$ où A est l'aire d'absorption équivalente du couloir,

soit $\sum \alpha_i S_i$.

$$\Delta L_p = 10 \log \frac{A_2}{A_1}$$

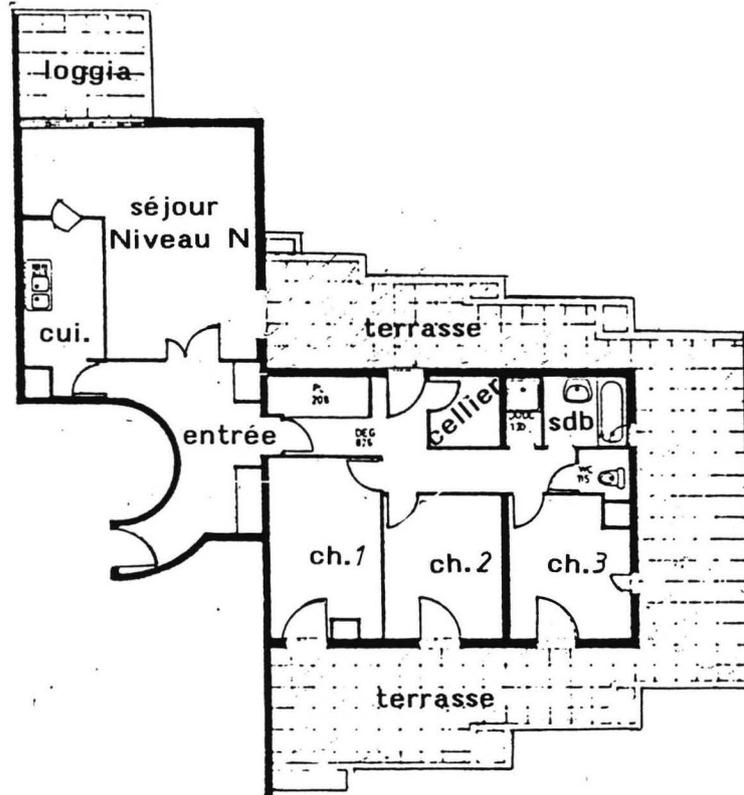
A₂ : local traité moins absorbant

A₁ : local traité plus absorbant

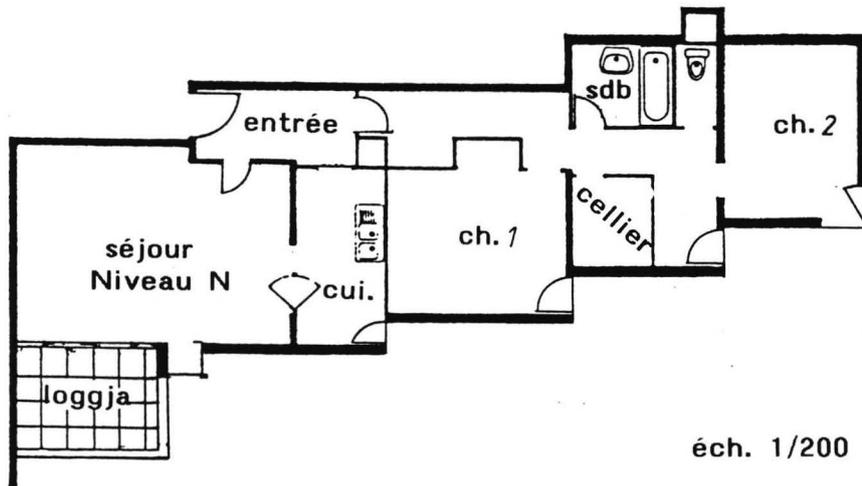
Pour un couloir peu absorbant, α est de l'ordre de 0,05 ; A \approx 1,6 m².

Pour un couloir moyennement absorbant : moquettes au sol et un seul mur ($\alpha = 0,3$), A = $(6 \times 1 \times 0,3) + (6 \times 2,5 \times 0,3) = 6,3 \text{ m}^2$ $\Delta L_p = 6 \text{ dB(A)}$.

Pour un couloir très absorbant : faux-plafond en plafond, moquette murale sur les deux côtés et moquette au sol, A = $(6 \times 6 \times 0,3) + (6 \times 0,8) \approx 15,6 \text{ m}^2$ $\Delta L_p = 10 \text{ dB(A)}$.



éch. 1/200



éch. 1/200

2.1.9. DES CIRCULATIONS LONGUES (Exemple 2)

D'après un plan de Henri Ciriani, "La Noiseraie", Marne la Vallée

2.1.9.1. SCENARIO SONORE

L'objectif est ici de tester l'efficacité de la longueur du couloir de distribution interne des pièces qui renforce l'isolation acoustique entre partie jour et partie nuit.

Cette étude permettra aussi d'obtenir quelques informations sur la progression sonore vers la zone "nuit" ou, réciproquement, vers la zone d'activité diurne selon le sens du déplacement. Dans ce cas, il faut remarquer que le mur cintré situé dans l'entrée diffuse les échanges sonores entre ces deux zones. De même, l'emplacement du cellier n'est pas neutre puisqu'il génère des circulations entre la cuisine et la sphère "nocturne" du logement en créant une zone d'activité dans le coin nuit à proximité des zones de bains.

Noter enfin que les activités qui se déroulent dans chaque pièce peuvent avoir un prolongement sur le dehors, et que l'on peut passer par le dehors pour aller d'une pièce à une autre.

Les questions posées par ce plan sont les suivantes :

- Rôle de la paroi courbe pour la diffusion sonore ?
- Pour une source placée dans le séjour, quel niveau sonore obtient-on dans chaque chambre du fait de la propagation dans les couloirs (rôle des chicanes) ?

Scénario 1 : les portes sont ouvertes.

Scénario 2 : les portes sont fermées.

- Comment peut-on améliorer le principe en disposant des matériaux absorbants au plafond ou dans le couloir ?

2.1.9. DES CIRCULATIONS LONGUES (Exemple 2)

D'après un plan de Henri Ciriani, "La Noiseraie", Marne la Vallée

2.1.9.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

II c2

Plan du haut

La forme courbe ne favorise pas l'isolement entre séjour et dégagement puisqu'elle favorise les réflexions (+ 3 dB(A) environ par rapport à un mur plat). Quelle que soit la position de la source dans le séjour, le mur courbe renvoie la source dans la circulation. Les 2 dB(A) de chicane peuvent être estimés perdus. Toutes portes ouvertes :

Séjour	Niveau N	Explication
Entrée	N - 3	Effet sas court
Dégagement	N - 9	Effet sas court
Ch. 1	N - 14	Effet sas large (+ 6) + coude (+ 2)
Ch. 2	N - 14	Effet sas large (+ 6) + coude (+ 2)
Ch. 3	N - 17	Effet sas large (+ 6) + sas long (+ 3) + coude (+ 2)

Améliorations possibles : moquette murale sur mur courbe de l'entrée (+ 1). Matériau très absorbant sur mur du cellier face à l'arrivée du son en face du dégagement (+ 2 à + 3). Faux-plafond absorbant 3 dB(A) à 5 dB(A), gain de 3dB(A) sur ch. 1 et 2 ; gain de 5 dB(A) sur ch. 3.

Plan du bas.

Séjour	Niveau N	Explication
Entrée	N - 6	
Dégagement	N - 11	Sas court + chicane
Ch. 1	N - 19	Entrée Ch. (+ 6) + coude (+ 2)
Ch. 2	N - 20	Entrée Ch. (+ 6) + sas long (+ 3)

2.1.10. LIMITES EPAISSES AMOVIBLES

*D'après un plan de Daniel Ballif et Roger Loponte, architectes, Troinex (Genève),
1985/1986*

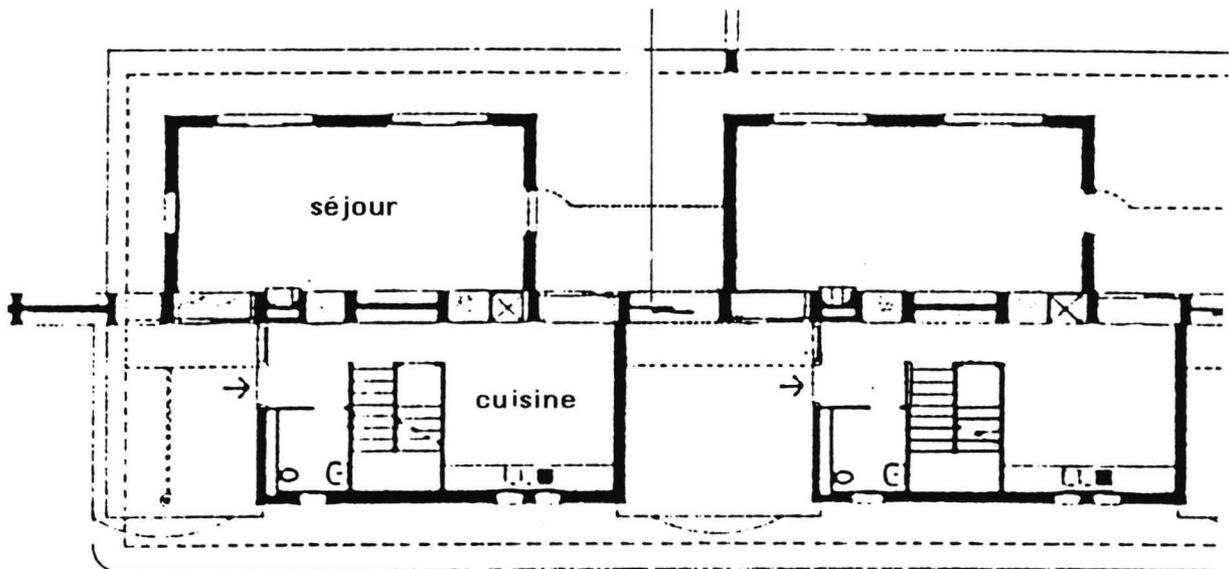
2.1.10.1. SCENARIO SONORE

Ce dispositif de logements en bandes sur R + 1 utilise le principe de la limite épaisse entre cuisine et séjour (r z-de-chaussée) et entre circulation et chambres (à l'étage).

L'objectif est de tester ce qui se passe entre salon et cuisine ou entre couloir et chambres dans les cas suivants :

- a) Si on dispose un revêtement absorbant dans les tableaux du passage entre les deux pièces.
- b) Si on ajoute une porte coulissante côté salon.
- c) Si on ajoute une porte à la française côté salon.
- d) Si on combine b) et c).
- e) Si on combine a), b) et c).

Nota : la nature de la cloison séparative (gain acoustique) dépendra de chacune des solutions retenues.



éch. 1/200

2.1.10. LIMITES EPAISSES AMOVIBLES

*D'après un plan de Daniel Ballif et Roger Loponte, architectes, Troinex (Genève),
1985/1986*

2.1.10.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

II3 c1

Isolation entre salon et cuisine.

La cloison peut classiquement faire 40 dB(A). La porte du placard 10 dB(A) soit donc 47 dB(A) si la porte du placard est fermée (ce qui est toujours la question que l'on se pose).

La nature de la cloison séparative dépend de chacune des solutions retenues.

	Isolement	
Sans porte	5 à 6	
Revêtement absorbant sur tableaux	5 à 6	Effet négligeable pour une moquette. 1 dB(A) si matériau épaisseur 5 cm.
Porte coulissante	8 à 10	
Porte à la française	15	
Coulissante + à la française	8 + 15 - 3	
Coulissante + à la française + absorbant	8 + 15 - 2	Si matériau absorbant épais.

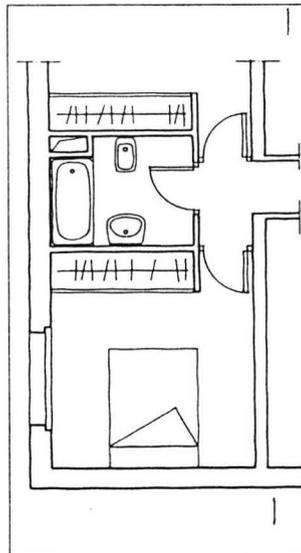
2.1.11. UN CAS D'ECOLE : ATTENUATION DES BRUITS PAR LES PLACARDS

D'après un plan dessiné par Loïc Hamayon, architecte (Guide d'acoustique pour la conception des bâtiments d'habitations, ed. du Moniteur, Paris, 1982, p. 61.

2.1.11.1. SCENARIO SONORE

Selon le dispositif ci-joint, et par rapport au Qualitel, quelle doit être la nature des portes de placards et la nature des cloisons pour que l'isolation acoustique entre la salle de bains et les chambres corresponde aux normes Qualitel.

Quelle différence y a-t-il entre un placard plein et un placard vide ?



éch. 1/200

2.1.11. UN CAS D'ECOLE : ATTENUATION DES BRUITS PAR LES PLACARDS

D'après un plan dessiné par Loïc Hamayon, architecte (Guide d'acoustique pour la conception des bâtiments d'habitations, ed. du Moniteur, Paris, 1982, p. 61.

2.1.11.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

Gain d'au moins 8 à 10 dB(A) par le placard très absorbant.

Très intéressant pour une salle d'eau.

2.1.12. DISPOSITIFS POUR MIEUX CONTROLER LA CIRCULATION DES SONS ENTRE DEUX PIECES D'UN MEME LOGEMENT, LES LIMITES EPAISSES

D'après un projet de Alvaro Siza, La Hague, 1987

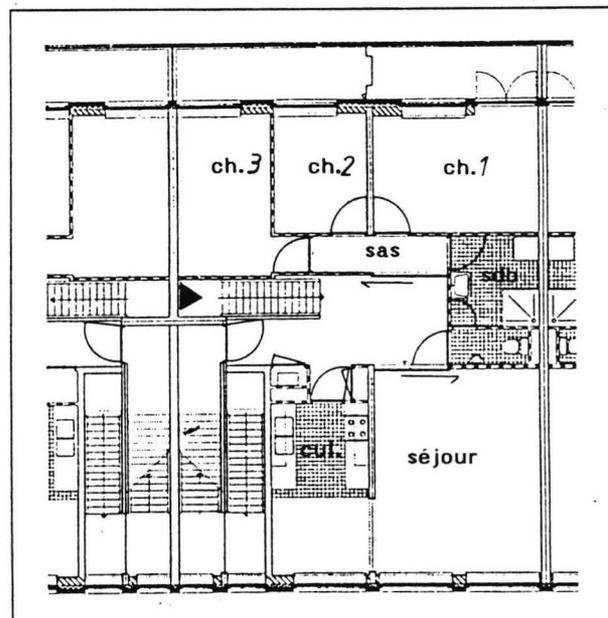
2.1.12.1. SCENARIO SONORE

On remarquera que ce plan d'habitation en duplex possède un astucieux principe de sas acoustique entre les chambres et les pièces de jour. Ce principe combine porte ouvrant à la française et porte coulissante. On notera également le double accès à la salle de bains ainsi que la possibilité d'accéder aux logements par le niveau supérieur ou inférieur du duplex.

On supposera un niveau sonore en champ réverbéré émis dans le séjour de l'ordre de 70 dB(A) et on souhaite obtenir un niveau de 30 dB(A) dans les chambres.

Questions :

- 1/ Quelle est la nature de la porte d'accès à la chambre pour obtenir 40 dB(A) d'isolation sachant que les deux portes coulissantes sont fermées ?
- 2/ Quel est le gain apporté par la succession des sas si les plafonds du hall d'entrée et du sas d'accès aux chambres est traité en absorbant ?



éch. 1/200

**2.1.12. DISPOSITIFS POUR MIEUX CONTROLER LA CIRCULATION DES SONS
ENTRE DEUX PIECES D'UN MEME LOGEMENT, LES LIMITES EPAISSES**

D'après un projet de Alvaro Siza, La Hague, 1987

2.1.12.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

- 1/ Pour un niveau sonore de 70 dB(A) dans le séjour, on obtient un niveau N de 63 dB(A) dans le sas couloir, toutes portes ouvertes.

Sans porte coulissante (N = 63)	Ch. 1	Ch. 2	Ch. 3
Porte A (- 15)	N - 12 = 41	Idem	N - 15 = 38
Porte B (- 25)	N - 22 = 31	Idem	N - 25 = 28
Porte C (- 30)	N - 27 = 6	Idem	N - 30 = 23
Avec porte coulissante, enlever 8 dB(A)			
Porte A	33	Idem	30
Porte B	28	Idem	20
Porte C	18	Idem	15

- 2/ Gain en isolement si sas des plafonds absorbants ?

+ 3 dB(A) dans le hall d'entrée, + 1 dB(A) dans le sas-couloir.

2.1.13. LE REDOUBLEMENT DE LA FAÇADE VITRÉE : UN DISPOSITIF QUI PERMET DE MIEUX CONTROLER LA CIRCULATION DES SONS ENTRE LE DEDANS ET LE DEHORS

D'après un plan de Francis Soler, Parc de Passy, Paris, 1988/1991

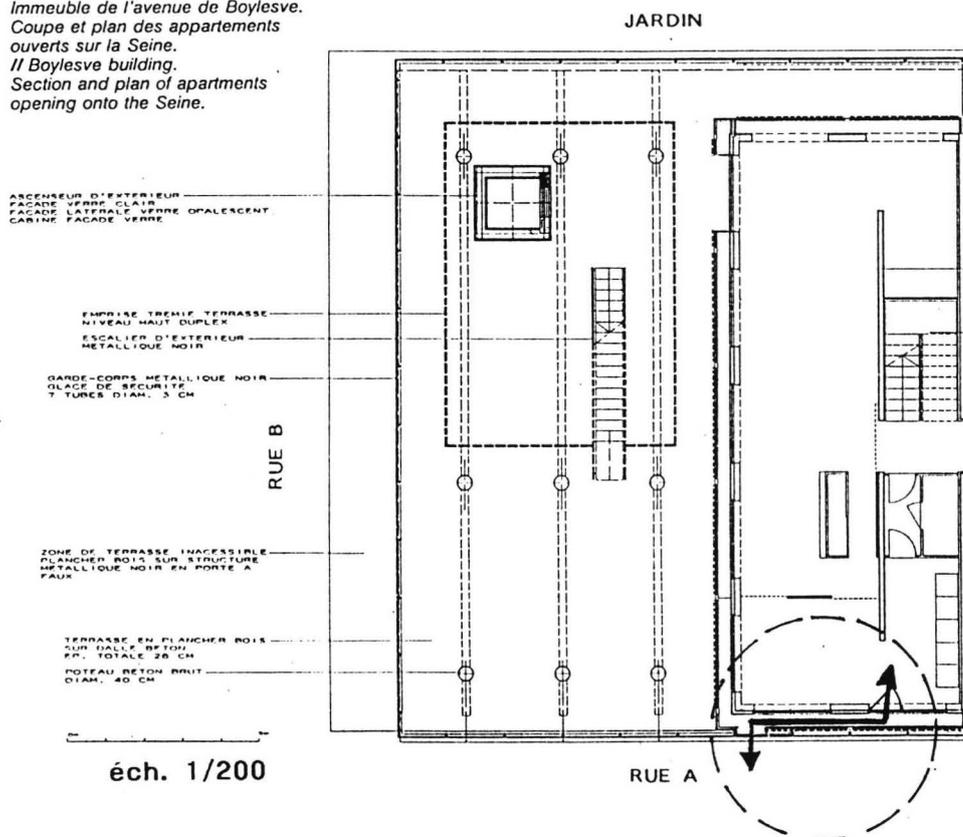
2.1.13.1. SCENARIO SONORE

Il serait intéressant ici d'approcher le gain d'isolation acoustique d'un espace tampon de 32 cm d'épaisseur avec un bi-verre thermique côté intérieur et un verre monolithique acoustique côté extérieur.

Dans un deuxième temps, il serait très intéressant d'apprécier le potentiel de filtrage et de modulation de ce principe si l'habitant décide d'aérer chez lui ou cherche à obtenir un niveau de bruit de fond pour se masquer des bruits intérieurs.

Dans ce cadre, le dispositif serait le suivant : les fenêtres côté intérieur seraient des fenêtres ouvrant à la française ; les fenêtres côté extérieur seraient des fenêtres coulissantes. L'objectif serait ici d'évaluer l'efficacité acoustique de la chicane ouverte selon le plan ci-dessous.

*Immeuble de l'avenue de Boylesve.
Coupe et plan des appartements
ouverts sur la Seine.
// Boylesve building.
Section and plan of apartments
opening onto the Seine.*



**2.1.13. LE REDOUBLEMENT DE LA FAÇADE VITRÉE : UN DISPOSITIF
QUI PERMET DE MIEUX CONTROLER LA CIRCULATION
DES SONS ENTRE LE DEDANS ET LE DEHORS**

D'après un plan de Francis Soler, Parc de Passy, Paris, 1988/1991

2.1.13.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

En utilisant un bi-verre thermique 4-6-4 et un verre acoustique de 10 à 12 mm d'épaisseur, on peut envisager un isolement compris entre 45 et 50 dB(A).

Avec le double système de baies coulissantes, tous les isollements de façade peuvent être envisagés entre 5 dB(A) (les deux baies sont grandes ouvertes) et 50 dB(A) (elles sont toutes fermées).

2.2.1. CONCEPTION SPATIALE ET TEMPORALITES SONORES SYNCHRONES : UN PASSAGE DE PORTE LONG

*A partir d'un plan "Les espaces du choix, boulevard de Crosne",
A. Louvier, D. Bourdon, D. Girard, M. Raggi-Pastra, R. Pastrana, architectes
Plan Construction Expérimentation*

2.2.1.1. SCENARIO SONORE

Trois scénarios sonores sont envisagés à partir de ce plan.

Scénario 1 : Conception spatiale et temporalités sonores synchrones.

- Comment le son se transmet-il entre le coin jour et les chambres via la salle de jeux pour enfants ?
- Quel indice d'isolation pour la porte A de manière à ce que l'activité "jeu" ne gêne pas l'écoute de la télévision fonctionnant dans le séjour et réciproquement ? On supposera que le niveau sonore d'un jeu d'enfant atteint les 70 dB(A) et que la télévision engendre un bruit oscillant entre 55 et 65 dB(A) Leq à 3,50 m de la télévision en champ réverbéré (émission de "variétés"), avec un niveau sonore le plus faible de 40 dB(A) (émission culturelle).
- Quel gain acoustique si le passage de porte est absorbant ?
- Quelle serait l'utilité d'un sas de type F2 (sans porte) entre la salle de jeux et le séjour ?

Scénario 2 : Objets sonores domestiques et conversation à voix normale.

- Quel indice d'isolation acoustique d'une porte de placard en stratifié (nature et épaisseur ?) pour assurer un niveau de conversation à voix normale dans la cuisine entre deux locuteurs situés à 1,30 m de distance (bruit de fond maximum : 55 dB(A) ?) quand les lave-linge et lave-vaisselle fonctionnent ?
- Quel indice d'isolation acoustique prévoir pour la cloison de la salle de bains en rapport à la chambre quand le niveau sonore atteint lors du remplissage de la baignoire est de 75 dB(A) ?
- Même question pour la cloison de la chambre séparant le W.C. (bruit de chasse d'eau : 70 dB(A)).
- Quel indice d'isolation des cloisons entourant les descentes de canalisations W.C. et salles de bains ? (sachant que la trappe de visite a un gabarit de 30 x 40 cm environ).

Scénario 3 : Dispositif acoustique pour contrôler le bruit de fond extérieur dans une chambre.

- Par rapport au bruit extérieur, quel gain en niveau sonore pourrait-on obtenir si les fenêtres des chambres donnant sur l'extérieur sont des fenêtres très isolantes (voir fixes) et que le rapport à l'extérieur se fait par une fenêtre de petite dimension située sur le balcon dont on a traité la sous-face en absorbant phonique ? Ce principe permettrait de doser un bruit de fond supportable dans les chambres dans un contexte urbain très bruyant.

Partant de la surface des chambres, il s'agirait de calculer la dimension de cette petite fenêtre pour que la nuit, en période d'été, on puisse dormir fenêtre ouverte (on supposera que le niveau sonore dans la chambre ne doit pas dépasser 30 dB(A)).

Trois types de fenêtres sont envisagés :

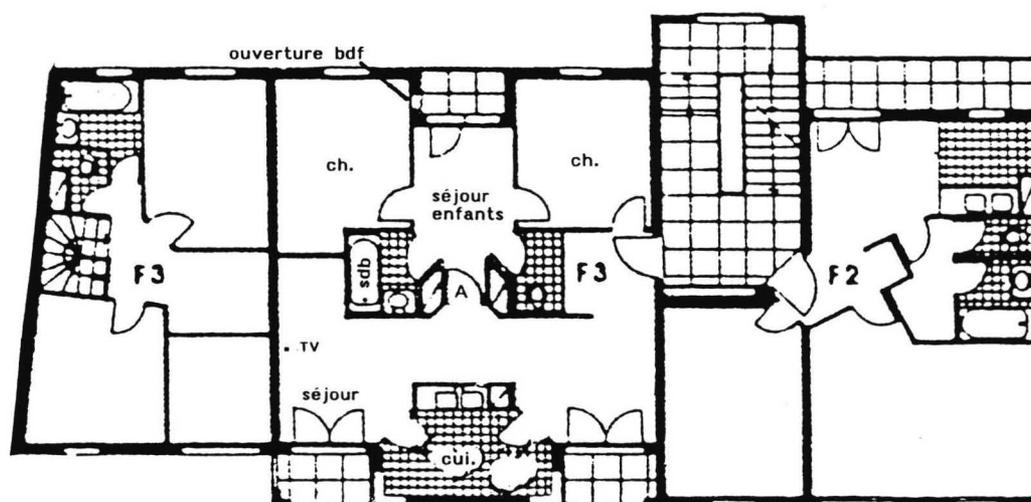
- une fenêtre coulissante, qui permet de régler la fente d'ouverture et de ne pas la modifier en cas de courant d'air.

Nota : une fenêtre à "guillotine" autorise aussi ce réglage.

- Si la fenêtre est basculante, elle rabat les sons vers la terrasse et non pas vers le plafond de la chambre.
- Si la fenêtre est à l'anglaise, la vitre fait obstacle aux sons provenant de la rue.

Nota : pour les types de fenêtres, voir Annexe 1, page 15.

Il faut savoir qu'une fenêtre très isolante (environ 40 dB(A) de gain) ouverte même faiblement (3 cm de jour) perd 24 dB(A) d'isolement (cf. Annexe 1, page 16).



éch. 1/200

2.2.1. CONCEPTION SPATIALE ET TEMPORALITES SONORES SYNCHRONES : UN PASSAGE DE PORTE LONG

*A partir d'un plan "Les espaces du choix, boulevard de Crosne",
A. Louvier, D. Bourdon, D. Girard, M. Raggi-Pastra, R. Pastrana, architectes
Plan Construction Expérimentation*

2.2.1.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

Réponse au scénario 1 :

Comment le son se transmet-il entre le coin jour et les chambres via la salle de jeux ?

Toutes portes ouvertes :

Télévision dans un coin du salon niveau 65 dB(A), on obtient :

- . dans le sas, -1 à -2, soit environ 62 dB(A)
 - . dans la salle de jeux, -5 à -6, soit environ 56 dB(A)
 - . dans la chambre, -6, soit environ 50 dB(A) dans la chambre (le passage de portes crée un affaiblissement de 6 dB(A)).
-) Total : - 7 dB(A)

Pour qu'il y ait gêne de l'activité jeu sur l'activité T.V. et réciproquement, il faut qu'une des activités apporte un niveau de bruit de fond de 3 dB(A) au-dessus du niveau le plus faible.

Exemple 1 :

Télévision en soirée :

- niveau le plus faible environ 40 dB(A). La gêne arrivera à partir de 43 dB(A).

C'est à dire que le niveau perturbateur sera lui aussi de 40 dB(A). L'effet "sas + déboucher dans pièce" donne un affaiblissement environ 7 dB(A). Partant d'un niveau de bruit de jeu atteignant 70 dB(A) en champ réverbéré, l'indice d'isolation de la porte devra donc être de :

$$70 - 7 - 40 \text{ dB(A)} = 23 \text{ dB(A)}.$$

Exemple 2 :

Niveau sonore T.V. lors d'une émission de variété : 55 dB(A) en champ réverbéré.

L'isolement de la porte pourra être de :

niveau de bruit de jeu 70 - 7 - 55 dB(A), soit environ 8 dB(A).

Si le niveau sonore du téléviseur atteint 65 dB(A) dans le salon, l'impact sonore du téléviseur dans la salle de jeu sera de 58 dB(A) (voir ci-dessus). Si le jeu se situe à 70 dB(A), comme cela est courant, il n'y aura pas de perturbation de jeu par la télévision même porte ouverte. Elle ne sera même pas perçue.

Le gain envisageable par le passage de porte traité en absorbant est négligeable, environ 1 dB(A).

Un sas du type de celui dessiné dans l'appartement voisin (type F2), engendre un gain d'isolement de 3 à 5 dB(A) portes ouvertes.

Réponse au scénario 2 :

1/ *Indices des cloisons :*

L'objectif est toujours d'avoir 30 dB(A) dans une chambre.

Donc, par rapport à la salle de bains $75 - 30 + 5 = 50$ dB(A) (les 5 dB(A) rajoutés le sont pour les transmissions indirectes). Cela impose un mur lourd ou une cloison en plaques de plâtre à double ossature. Ne pas oublier les transmissions solidiennes du bruit d'eau dans les canalisations (colliers antivibratiles).

Vis-à-vis du W.C., indice de 45 dB(A).

2/ *Descentes E.U. et E.V. :*

Tout dépend de la nature des canalisations. Si des canalisations sont en fonte, un simple doublage suffit. Si les canalisations sont en plastique, doublage ou cloison à deux parements de plaques de plâtre.

3/ *Portes de placards :*

Est-il nécessaire de poser des portes de placard devant les machines à laver la vaisselle pour pouvoir converser à voix normale dans la cuisine ?

En l'occurrence, tout dépend de la nature du lave-vaisselle. Le modèle SMEG ou LD 193 E produit un niveau sonore de 54 dB(A) à 1 mètre dans une pièce ayant des dimensions semblables à celles indiquées sur le plan. Dans ce contexte, et si on se réfère aux tableaux de l'annexe page 1, l'intelligibilité d'une conversation entre deux locuteurs situés à 1,30 m de distance n'est pas perturbée.

Réponse au scénario 3 :

1/ *Isolation des façades :*

Avec une petite fenêtre fermée (60 x 60 cm) équipée en vitrage CONTRASONOR (43 dB(A)/Rose) donnant sur le balcon dont la sous-face est traitée (-2 dB(A)), l'isolement peut atteindre 50, voire 55 dB(A) entre la chambre et le dehors. Si le bruit extérieur atteint 70 voire 75 dB(A) (autoroutes, aéroports, ...), le niveau sonore intérieur ne devrait donc pas gêner le sommeil.

En revanche, si cette petite fenêtre est ouverte ou entrebâillée (cf. le tableau ci-dessous), le bruit de fond extérieur ne doit pas dépasser les valeurs suivantes :

Niveau maximum dans chambres	Isolement fenêtre	Bruit de fond maximum
30	fenêtre ouverte -7 -8	38 à 40
30	fente 4 cm -17	47
30	fente 3 cm -18	48
30	fente 2 cm -20	50
30	fente 1 cm -23	53
30	fente 5 mm -26	56

2/ Différences de comportement des fenêtres en fonction de la fente d'ouverture ?

Il n'y a pas de différence entre les 3 types courants de fenêtres (française, guillotine, basculante) pour des ouvertures allant de quelques millimètres à quelques centimètres puisque, dans ces cas, les ouvrants sont à peine déplacés par rapport à la position fermée. En revanche, pour des fenêtres plus largement ouvertes, des différences apparaissent entre l'ouverture à guillotine et (où les vitres restent parallèles à la façade) et les ouvertures à la française et basculantes (où les parois vitrées prennent des angles variables avec la façade et la direction de propagation des ondes sonores).

Dans l'ouverture à guillotine, si l'on soulève la moitié inférieure de la fenêtre, l'appui de la fenêtre (épaisseur de la façade) protège la partie ouverte des ondes du bruit généralement routier situé en contrebas (- 3 à - 4 dB(A)) par rapport à une fenêtre à la française ayant la même ouverture (10 à 15 cm). Cet affaiblissement de 3 à 4 dB(A) n'est valable que lorsque la fenêtre est située sur un isolant placé à l'intérieur de la pièce.

Pour une ouverture basculante, l'idéal serait d'avoir une fenêtre qui s'ouvre vers l'intérieur de manière à ce que le filtrage soit perpendiculaire à la propagation des ondes émanant d'une source située en contrebas.

Mais, du fait du problème de manipulation engendré par ce procédé, c'est l'inverse qui est utilisé, c'est-à-dire qu'on bascule le vitrage vers l'extérieur, créant ainsi un formidable miroir pour les ondes sonores qui peuvent pénétrer dans la pièce. Le seul avantage de ce procédé est qu'il permet d'entendre les conversations sur le trottoir en-dessous.

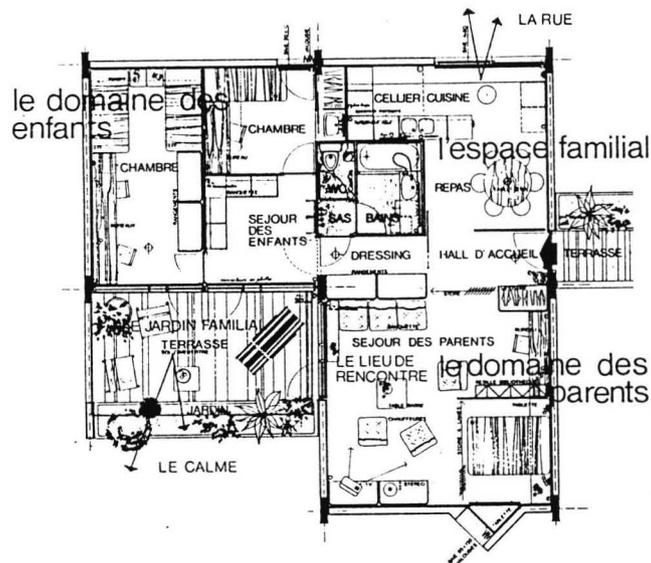
Notons enfin que dans le cas d'une ouverture des fenêtres à la française, quand elle est dans une position intermédiaire (c'est-à-dire à demi-ouverte), les deux ouvrants forment un entonnoir qui semble alors renforcer la pénétration du son à l'intérieur de la pièce. Ces deux vantaux favorisent également l'entrée des ondes qui frappent les vitres avant d'être dirigées vers le plafond de la pièce. Une fenêtre demi-ouverte apporterait donc un isolement inférieur à une fenêtre ouverte au maximum. Cette expérience "vécue" n'a cependant pas été mesurée.

2.2.2. CONCEPTION SPATIALE ET TEMPORALITES SONORES SYNCHRONES : LE DRESSING

A partir d'un modèle innovation "Salamandre", expérimentation Plan Construction 1975.

2.2.2.1. SCENARIO SONORE

- Comment le son se transmet-il entre le coin jour et les chambres via la salle de jeux pour enfants et le dressing ?
- Quel indice d'isolation pour le sas dressing de manière à ce que l'activité "jeu" ne gêne pas l'écoute télévision par exemple dans le séjour et réciproquement ? On supposera que le niveau sonore d'un jeu à voix forte voisine les 70 dB(A) et que la télévision engendre un bruit de 65 dB(A).



Modèle-Innovation Salamandre
éch. 1/200

2.2.2. CONCEPTION SPATIALE ET TEMPORALITES SONORES SYNCHRONES : LE DRESSING

A partir d'un modèle innovation "Salamandre", expérimentation Plan Construction 1975.

2.2.2.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

- Comment le son se transmet-il entre le coin jour et les chambres via la salle de jeu pour enfants et dressing ?

Si la télévision engendre un bruit de 65 dB(A) à 3,50 m du poste en champ réverbéré, on obtient :

- au niveau du hall d'accueil : - 2 à - 3 dB(A)
- à l'intérieur du dressing : - 1 à - 2 dB(A)
- passage de porte (déboucher) dans le séjour des enfants : - 4 à - 6 dB(A).

Soit une moyenne d'environ - 8 à - 9 dB(A) entre le séjour des parents et la salle de jeu des enfants quand toutes les portes sont ouvertes.

Si on ferme la porte coulissante du dressing (-8 dB(A)), on gagne 2 à 3 dB(A) d'isolement supplémentaires sur l'indice d'isolement de la porte, + 2 à 3 dB(A) du fait de l'angle entre le séjour des enfants et le séjour des adultes (- 13 au total).

Si on ferme uniquement la porte séparant le séjour des enfants du dressing (-15 dB(A)), on gagne 2 à 3 dB(A) d'isolement sur l'indice acoustique de la porte, + 2 à 3 dB(A) du fait de l'angle existant entre le domaine des parents et le domaine des enfants (- 20 au total). Si toutes les portes du dressing sont fermées, on rajoute $15 + 8 - 3 = 20$ dB(A) d'isolement entre le séjour des parents et le séjour des enfants (+ 2 à 3 dB(A) du fait du couloir en angle séparant ces 2 espaces (- 23 au total).

Dans ce contexte, toutes portes fermées, et si on a un niveau de T.V. dans le séjour égal à 65 dB(A), on obtient 42 à 43 dB(A) dans le séjour des enfants, et 27 à 28 dB(A) dans les chambres (portes fermées de 25 dB(A) d'isolement entre chambres et séjour des enfants).

- Pour répondre à la deuxième question du scénario sonore, on reprend les valeurs indiquées ci-dessus et on se rend compte que pour un bruit de 70 dB(A) émis dans le séjour des enfants, on obtient dans le domaine des parents $70 - 20 - 3 = 47$ dB(A).

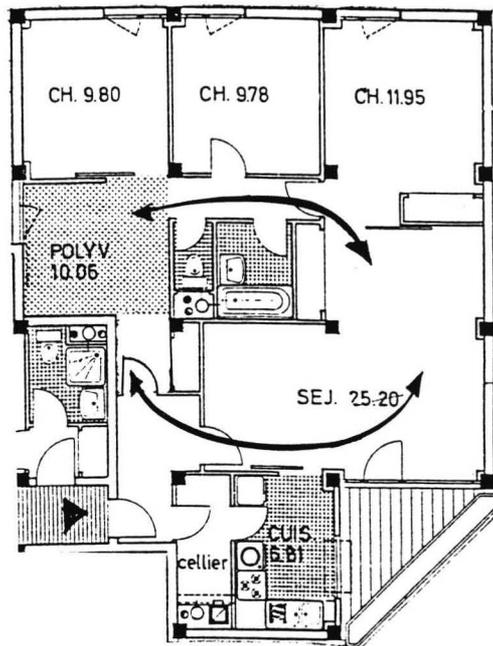
Comme le niveau le plus faible de la télévision en "prime time" est d'environ 55 dB(A), on saisit que le jeu des enfants ne gênera pas l'écoute de la télévision en début de soirée.

2.2.3. ON FAIT CIRCULER LE SON PAR LA GAUCHE OU PAR LA DROITE ?

*Alain Gillot, architecte
Modèle innovation "Etoile", 1973 / 1975.*

2.2.3.1. SCENARIO SONORE

- Comment les sons circulent-ils entre le coin séjour et la salle polyvalente pour enfants via les 2 sas couloir qui permettent d'accéder à la salle polyvalente ?
- Quel niveau sonore obtient-on dans les chambres quand la source est placée dans le séjour ?



2.2.3. ON FAIT CIRCULER LE SON PAR LA GAUCHE OU PAR LA DROITE ?

Alain Gillot, architecte
Modèle innovation "Etoile", 1973 / 1975.

2.2.3.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

Toutes portes ouvertes	Circulation du son par le sas 2
Sas entrée : - 6	Coude (- 1,5) + déboucher (- 4,5)
Sas polyvalente : - 7	Déboucher (- 5,5) + couloir court (- 1,5)
Total : - 13	

Toutes portes ouvertes	Circulation du son par la chambre et le sas 1
Sas chambre 3 : - 6	Car déboucher sur la chambre de 12 m ² absorbante
Sas 1 : - 3	Coude (- 1,5) + couloir réfléchissant (- 1,5)
Salle polyvalente : - 5	Déboucher dans salle polyvalente absorbante
Total : - 14	

Si les deux voies sont ouvertes simultanément, l'isolement entre le séjour et la salle polyvalente chute de 3 dB(A). On obtient donc 11 à 12 dB(A) d'isolement au lieu de 13 à 14 dB(A) d'isolement.

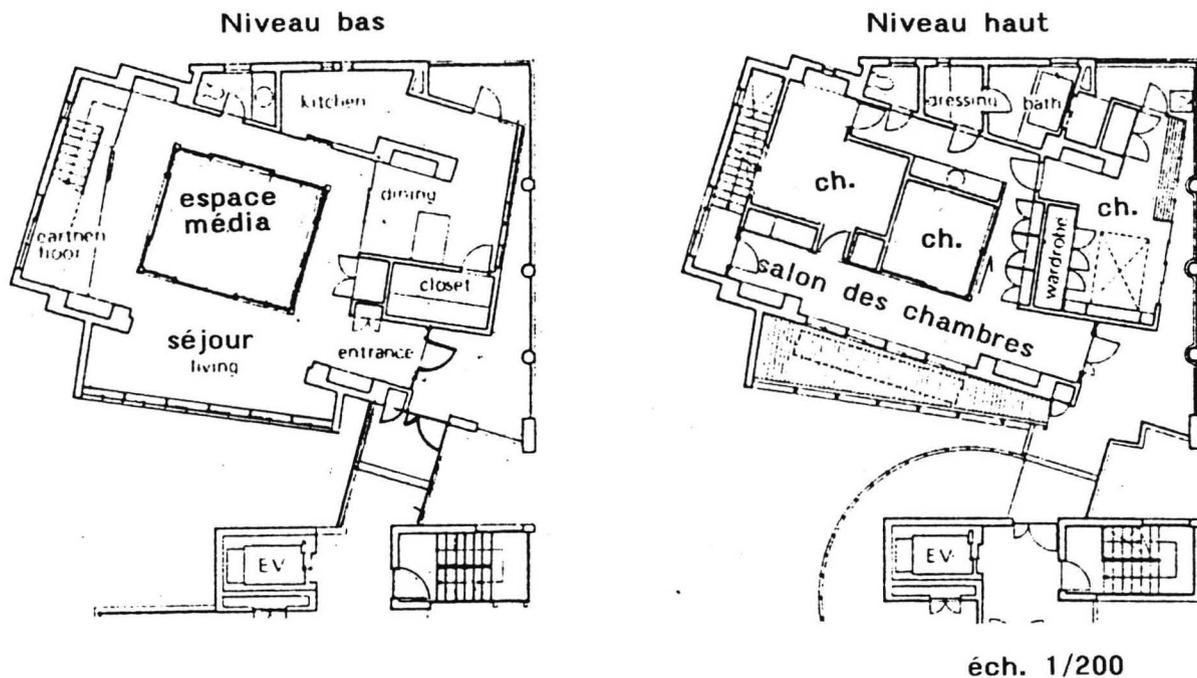
Si l'on ferme les portes, l'isolement semble plus faible par la circulation qui passe par la chambre 3 car il n'y a qu'une porte coulissante. Mais, le fait d'avoir un sas très absorbant (la chambre 3) peut permettre de gagner 2 à 3 dB(A) sur l'isolement apporté par le complexe porte coulissante + porte standard (15 + 8 = 23 dB(A)). L'isolement total est donc de 23 + 3 = 26 dB(A).

Quand le son circule par le sas n° 2 et le sas d'entrée, l'isolement toutes portes fermées (portes de type A) est de 15 + 15 - 3 = 27 dB(A).

2.2.4. L'EXEMPLE D'UN DUPLEX AU JAPON

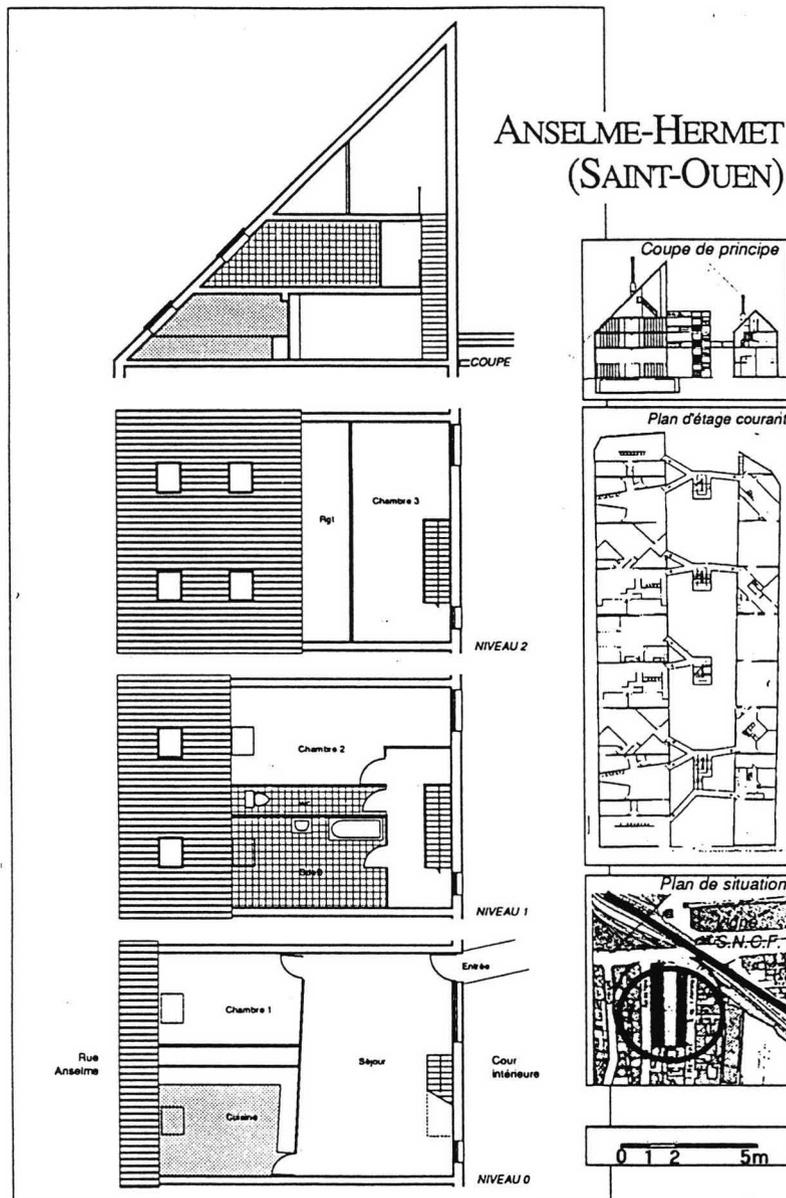
2.2.4.1. SCENARIO SONORE

- 1/ - Pour un niveau sonore dans le séjour égal à 70 dB(A), quel est le niveau dans l'espace "média" (on supposera une porte coulissante simple ou une porte coulissante vitrée avec balai au sol) ?
- Quel est le niveau sonore dans le couloir derrière l'espace "média" ?
 - Quel niveau sonore dans le salon des chambres si porte de l'escalier ouverte et fenêtre entre "salon des chambres" et séjour fermée ?
 - Quel est le niveau sonore dans le salon des chambres si une fenêtre est ouverte et la porte d'accès est fermée ?
 - Quel est le niveau sonore dans le salon des chambres si deux fenêtres sont ouvertes et la porte est fermée ?
 - Quel est le niveau sonore dans le salon des chambres si tout est ouvert ?



- 2/ - D'une façon plus générale, quels isolements obtient-on entre chacun des niveaux des appartements traités en duplex et triplex, selon les configurations d'espaces et d'escaliers ? (bilan à établir à partir des mesures réalisées dans 3 appartements : opération Anselme-Hermet à Saint-Ouen (architecte J. Nouvel), opération "Les échelles du Baroque" à Paris (architecte R. Boffil) et opération "Les Colchiques" à Fontaine (près de Grenoble) (architecte Chedal-Anglay) dans le cadre du contrat n° 8961085, Plan Construction "Bien-être sonore à domicile", Chelkoff (G.) avec Balaÿ (O.), Bardyn (J-L.), Leroux (M.), Odion (J-P.), introduction de J-F. Augoyard, Grenoble, CRESSON 1991).

ANSELME-HERMET (SAINT-OUEN)



Immeuble - Rue Anselme - Escalier 3

Triplex - Niveau R+3 -

2.2.4. L'EXEMPLE D'UN DUPLEX AU JAPON

2.2.4.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

1/ Niveau sonore dans séjour = 70 dB(A), 37 dB(A) d'isolation pour la pièce média possible si cloisons 50 dB(A) + 2 ouvertures assurant 25 dB(A) chacune.

- niveau sonore dans le couloir derrière l'espace média.
- niveau sonore dans salon des enfants si porte ouverte et fenêtre fermées.
- niveau sonore dans salon si 1 fenêtre ouverte et porte fermée.
- niveau sonore dans salon si 2 fenêtres ouvertes et porte fermée.
- niveau sonore dans salon si tout est ouvert.

70 dB(A) dans le séjour.

Deux couloirs assurant 1 à 2 dB(A) de perte, un débouché et un coude, soit 9 dB(A) d'isolement. Comme il y a deux couloirs, donc deux fois plus d'énergie, le gain est de l'ordre de 6 dB(A) seulement, soit 64 dB(A).

Si la porte en haut de l'escalier est ouverte, le niveau sonore sera de l'ordre de - 7 en bas de l'escalier, - 10,5 en haut de l'escalier, environ - 15 dans le salon des enfants si la porte est ouverte et les fenêtres fermées. Cela signifie qu'il faut que les fenêtres fassent au moins 25 à 30 dB(A) d'isolement pour ne pas faire diminuer le gain obtenu par la cage d'escalier porte ouverte. Donc, fenêtres coulissantes exclues.

Si une fenêtre est ouverte et porte fermée, le niveau sonore dans le séjour des enfants est de $70 - 5 = 65$ dB(A).

Si deux fenêtres sont ouvertes, on obtient $70 - 3 = 67$ dB(A) dans le séjour des enfants.

Si tout est ouvert (porte + fenêtres), cela ne change rien. Toujours 67 dB(A) dans le séjour des enfants.

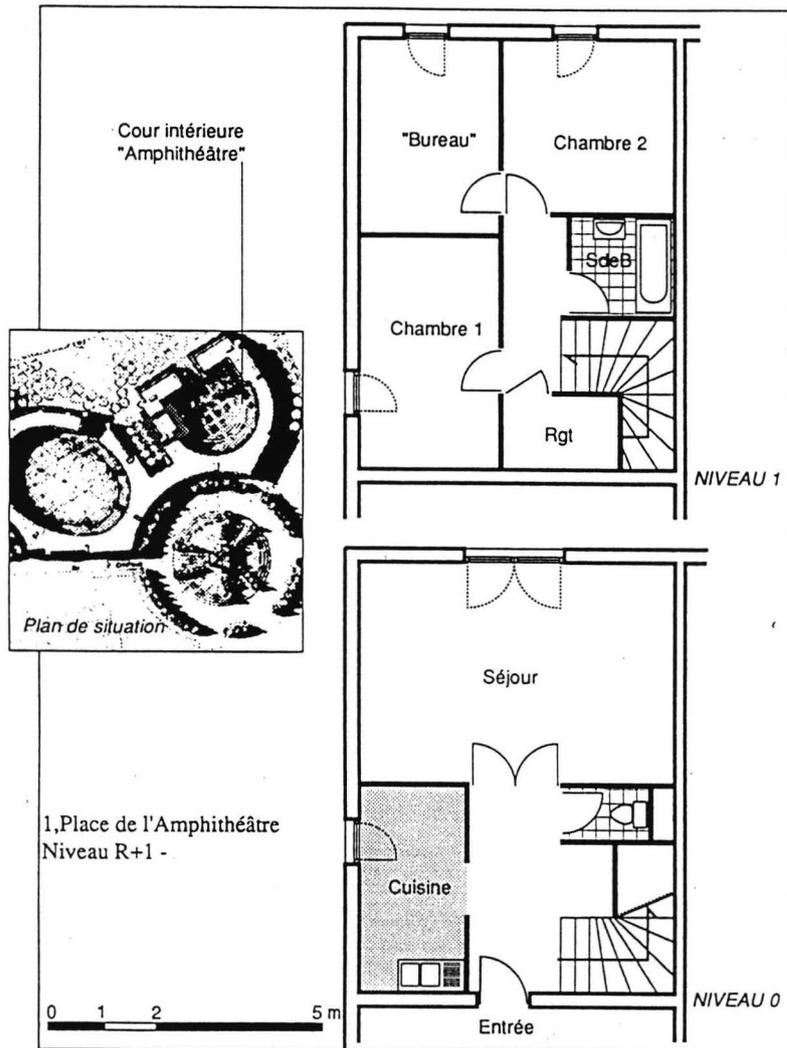
2/ Synthèse à partir du rapport "Bien-être sonore à domicile" :

- *Saint-Ouen : appartements de J. Nouvel et P. Soria traités en duplex*

Les niveaux sont desservis par des escaliers métalliques superposés, sans contremarche. Il n'y a pas de porte entre le salon (niveau 0 du duplex) et la chambre (niveau haut du triplex). L'atténuation entre ces deux espaces ne dépasse jamais 20 dB(A). Elle équivaut à l'atténuation apportée par la porte séparant le salon de la chambre 1 (niveau 0) - cf. plan ci-contre.

L'habillage des sous-faces de l'escalier et la pose des contremarches permettent de gagner 3 dB(A) d'isolement.

LES ECHELLES DU BAROQUE (2) . PARIS

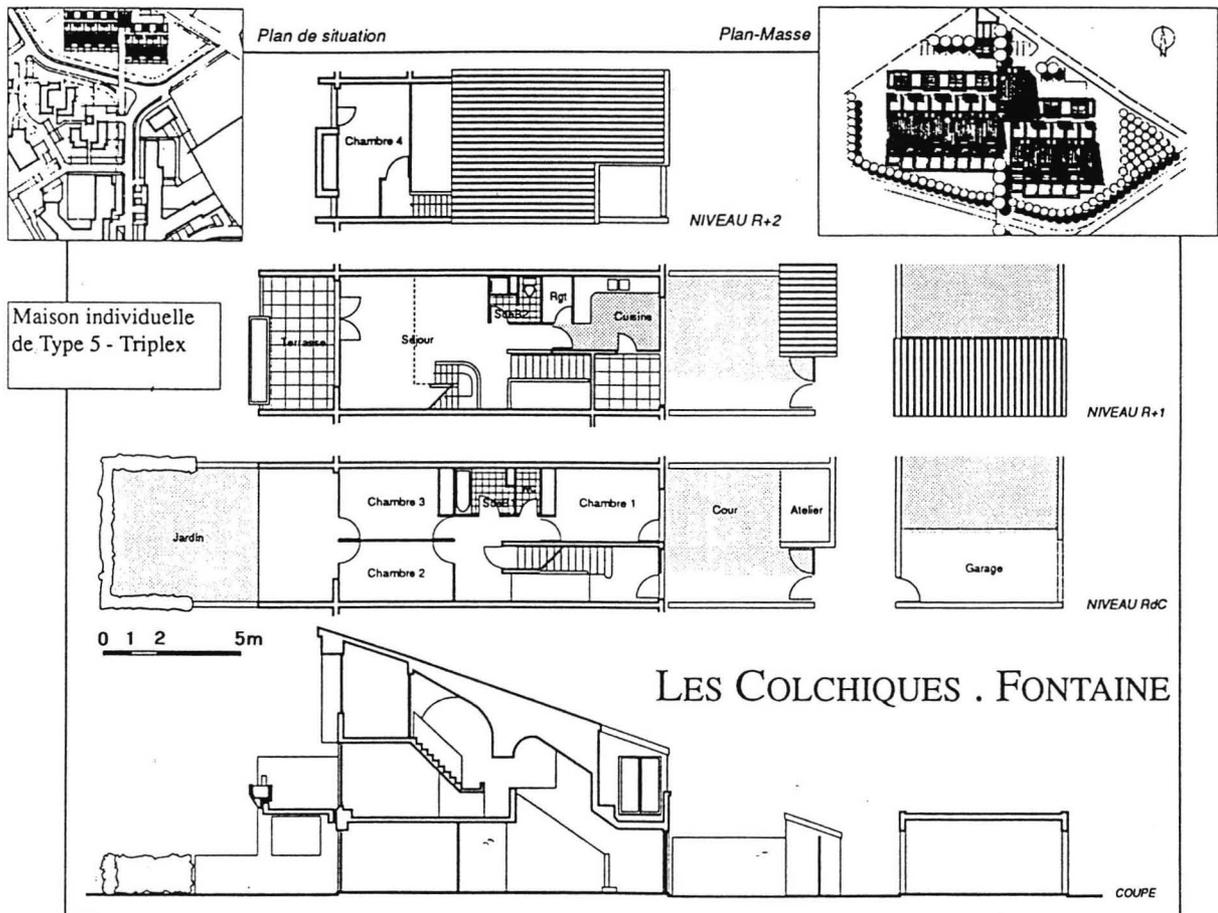


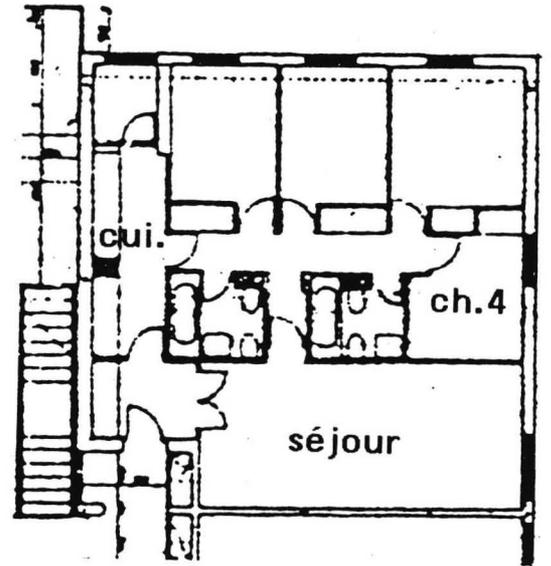
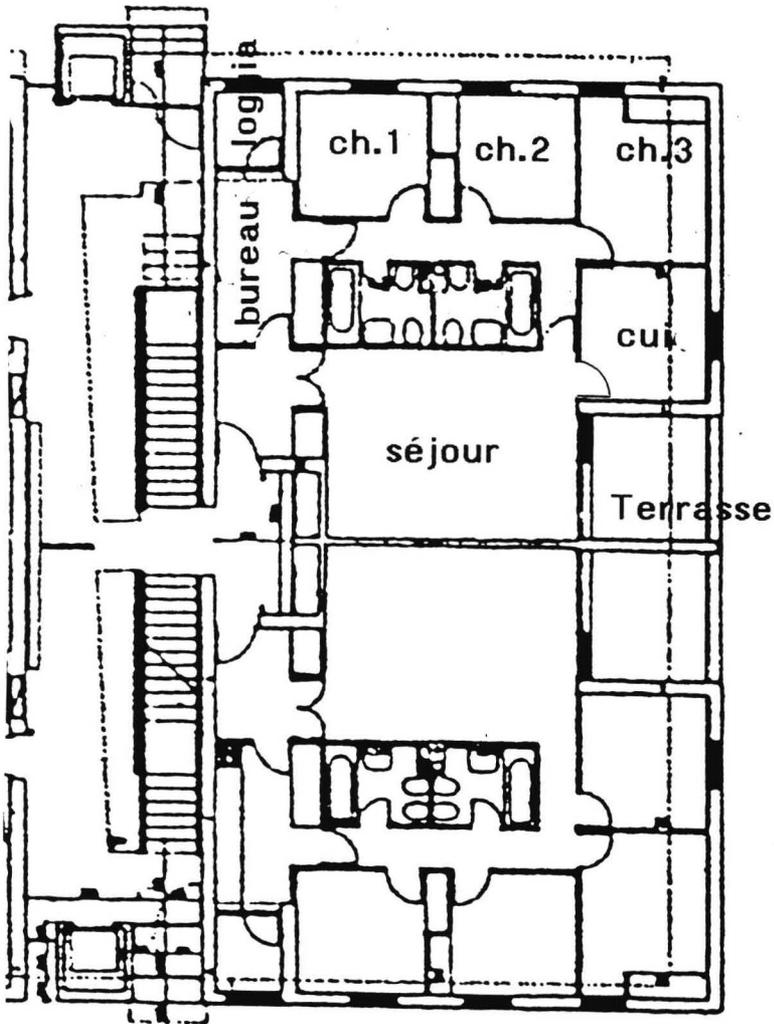
- "Les échelles du Baroque" (Paris-Montparnasse) : appartements de R. Boffil traités en duplex.

Les deux niveaux sont reliés par un escalier en béton en forme de U relativement étroit. La disposition des pièces permet un isolement entre le séjour (portes ouvertes) et la chambre 1 située à l'étage (porte fermée) de l'ordre de 32 dB(A), dont 14 dB(A) dus à la porte. Toutes portes ouvertes, ce plan apporte donc une atténuation de l'ordre de 24 dB(A) entre salon et chambre 1 (18 dB(A) dus à la circulation du son par le couloir et l'escalier, + 6 dB(A) dus au passage de porte de la chambre). À noter que cette valeur d'isolement est supérieure à celle obtenue dans le triplex de J. Nouvel (20 dB(A)) toutes portes ouvertes.

- "Les colchiques" à Fontaine (Grenoble) : appartements en triplex de Chedal-Anglay.

Le niveau 1 accueille le salon, le niveau 0 contient les chambres. Entre le séjour et la chambre 1, le son circule par une cage d'escalier en béton et se propage à travers 3 chicanes (2 chicanes pour les chambres 2 et 3). Les valeurs d'isolement mesurées sont respectivement de 49 dB(A) (porte chambre 1 fermée) et 45 dB(A) (porte chambres 2 et 3 fermées). La part d'isolement due aux portes étant de l'ordre de 15 dB(A), on peut donc conclure que toutes portes ouvertes, ce dispositif apporte une atténuation "passive" de l'ordre de 30 dB(A) entre séjour et chambres.





VARIANTE

éch. 1/200

2.3.1. QUAND IL M'A PLU DE ME RETIRER DANS CE BUREAU, IL ME SEMBLE QUE JE SUIS LOIN DE CHEZ MOI

*D'après un plan de Maria-José Aranguren Lopez et alii,
Madrid, 1993*

2.3.1.1. SCENARIO SONORE

A travers le plan proposé, il s'agit ici de repérer l'efficacité des chicanes et des portes quant à la modulation sonore qu'elles permettent entre le séjour et les chambres. Il s'agit aussi de repérer si l'espace bureau peut être un espace de "réserve" dans le logement.

Pour les calculs, on prendra l'hypothèse de portes isoplanes assurant un gain de l'ordre de 10 à 15 dB(A).

Cas n° 1 :

Emission sonore dans séjour (environ 70 dB(A)). Quel niveau sonore en Ch. 1, Ch. 2 et Ch.3 :

a/ Quand toutes les portes sont ouvertes et que :

- le couloir est réfléchissant,
- et le couloir est absorbant (plafond uniquement).

b/ Quand toutes les portes sont fermées et que :

- le couloir est réfléchissant,
- le couloir est absorbant.

c/ Quand on a seulement fermé la double-porte du séjour et la porte qui donne accès depuis le séjour au couloir ?

d/ Quelle est l'efficacité acoustique de chaque sas :

- le sas d'entrée,
- le sas "bureau",
- le sas couloir contournant la salle de bains par la droite.

On étudiera aussi la variante pour repérer l'efficacité du sas en T situé entre le séjour et les chambres.

Cas n° 2 :

La source sonore est cette fois placée dans la chambre Ch. 1.

Quel niveau sonore obtient-on dans les chambres Ch. 2, Ch.3, le bureau et le séjour ?

On conclura sur la nature des cloisons et portes cernant l'espace bureau pour faire de celui-ci un espace sonore de réserve (environ 30 à 35 dB(A) de niveau d'ambiance sonore souhaité toutes portes fermées).

2.3.1. QUAND IL M'A PLU DE ME RETIRER DANS CE BUREAU, IL ME SEMBLE QUE JE SUIS LOIN DE CHEZ MOI

*D'après un plan de Maria-José Aranguren Lopez et alii,
Madrid, 1993*

2.3.1.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

Cas 1 : émission dans le séjour, N = 70 dB(A).

porte double séjour 10 dB	porte entre entrée et circulation gauche 15 dB	porte entre circulation gauche et circulation chambres 15 dB	porte séjour accès à la circulation de droite 15 dB	porte ch 1	porte ch 2	porte ch 3	niveau ch 1	niveau ch 2	niveau ch 3
fermée	fermée	indif	ouverte	ouv	ouv	ouv	56	57	61
			fermée				41	42	46
ouverte	ouverte	ouverte	fermée	ferm	ferm	ferm	31 (2)	32 (2)	36 (2)
				ouv	ouv	ouv	53	52	51 (1)
fermée	ouverte	ouverte	fermée	ferm	ferm	ferm	43 (2)	42 (2)	41 (2)
				ouv	ouv	ouv	45 (1)	45 (1)	47 (1)
ouverte			ouverte	ferm	ferm	ferm	35 (2)	35 (2)	37 (2)
				ouv	ouv	ouv	58 (1)	58 (1)	61

L'ouverture ou la fermeture des portes des ch 1 et/ou 2 n'ont pas d'incidence sur le niveau dans la ch 3 : inférieur à 1 dB.

(1) Ce niveau est la somme de ce qui passe par la porte du salon de droite fermée et ce qui fait le tour par la gauche.

(2) La circulation des chambres est suffisamment grande pour que l'on n'y applique pas la règle R_1+R_2-3 lorsque la porte droite du salon est fermée **tant que** la porte entre circulation gauche et circulation chambres reste ouverte.

Il serait intéressant de mettre une deuxième porte sur la circulation de droite à la hauteur du séparatif cuisine chambre.

Cas 2 : émission dans la chambre 1, N = 70 dB(A).

porte double séjour 10 dB	porte entre entrée et circulation gauche 15 dB	porte entre circulation gauche et circulation chambres 15 dB	porte séjour accès à la circulation de droite 15 dB	porte ch 2	porte ch 3	niveau ch 2	niveau ch 3	niveau salon	niveau cuisine
fermée	fermée	indifférente	ouverte	ouv	ouv	61	59	56	51
				ferm	ferm	51	49	56	51
			fermée	ouv	ouv	62	60	46	41
				ferm	ferm	52 (2)	50	46	41
ouverte	ouverte	ouverte	fermée	ouv	ouv	62	60	54 (1)	49 (1)
	fermée			indif	indif			46 (3)	41 (3)
fermée	ouverte	ouverte	fermée	ouv	ouv			45(1)	40 (1)
				ouverte	indif	indif			58 (1)

(1) Ce niveau est la somme de ce qui passe par la porte du salon de droite fermée et ce qui fait le tour par la gauche.

(2) La circulation des chambres est suffisamment grande pour que l'on n'y applique pas la règle R_1+R_2-3 lorsque la porte droite du salon est fermée **tant que** la porte entre circulation gauche et circulation chambres reste ouverte.

(3) L'énergie sonore passe essentiellement par la porte de droite du salon.

VARIANTE

Emission dans le séjour, N = 70 dB(A).

porte double séjour 10 dB	porte entre entrée et circulation gauche 15 dB	porte entre circulation gauche et circulation chambres 15 dB	porte milieu séjour accès à la circulation 15 dB	porte ch 1	porte ch 2	porte ch 3	niveau ch 1	niveau ch 2	niveau ch 3
fermée	fermée	indif	ouverte	ouv	ouv	ouv	62	62	67
			fermée				47	47	52
				ferm	ferm	ferm	37 (2)	37 (2)	42 (2)
ouverte	ouverte	ouverte	fermée	ouv	ouv	ouv	54 (1)	54 (1)	55 (1)
				ferm	ferm	ferm	44 (2)	44(2)	45 (2)
fermée	ouverte	ouverte	fermée	ouv	ouv	ouv	45 (1)	45 (1)	47 (1)
				ferm	ferm	ferm	35 (2)	35 (2)	37 (2)
ouverte			ouverte	ouv	ouv	ouv	62 (3)	62 (3)	67 (3)

L'ouverture ou la fermeture des portes des ch 1 et/ou 2 n'ont pas d'incidence sur le niveau dans la ch 3 : inférieur à 1 dB.

(1) Ce niveau est la somme de ce qui passe par la porte fermée au milieu du salon et ce qui fait le tour par la gauche.

(2) La circulation des chambres est suffisamment grande pour que l'on n'y applique pas la règle R_1+R_2-3 lorsque la porte droite du salon est fermée **tant que** la porte entre circulation gauche et circulation chambres reste ouverte.

(3) L'énergie sonore passe essentiellement par la porte de droite du salon.

2.3.2. PARCE QU'IL ME PLAÎT DE LAISSER FILTRER LES SONS PAR LES PORTES ET LES FENÊTRES : LA LEÇON DE MADAME HULOT

2.3.2.1. SCENARIO SONORE



"Si vous voulez bien me suivre par ici, Monsieur, nous serons beaucoup mieux pour parler dans ce salon pour causer d'affaires, dit Madame Hulot en désignant une pièce voisine qui, dans l'ordonnance de l'appartement, formait un salon de jeu. Cette pièce n'était séparée que par une légère cloison du boudoir dont la croisée donnait sur le jardin, et Madame Hulot laisse Monsieur Crevel seul pendant un moment, car elle jugea nécessaire de fermer la croisée et la porte du boudoir, afin que personne ne put y venir écouter. Elle eut même la précaution de fermer également la porte-fenêtre du grand salon, en souriant à sa fille et à sa cousine qu'elle vit établies dans un vieux kiosque au fond du jardin. Elle revint en laissant ouverte la porte du salon de jeu, afin d'entendre ouvrir celle du grand salon, si quelqu'un y entrait".

(Honoré de Balzac, *La cousine Bette*, 1847)

Laisser passer les bruits prend une part particulièrement active dans les usages du logement : le bruit extérieur permet de masquer les sons domestiques ; une porte ouverte permet de surveiller le jeu d'un enfant en bas âge. On pourrait multiplier les exemples de ce type : ils nous disent que la circulation des sons à l'intérieur du logement conforte le bien-être sonore.

Question : peut-on dresser un tableau faisant état des filtrages en intensité du son selon le degré d'ouverture d'une porte et d'une fenêtre ?

2.3.2. PARCE QU'IL ME PLAÎT DE LAISSER FILTRER LES SONS PAR LES PORTES ET LES FENÊTRES : LA LEÇON DE MADAME HULOT

2.3.2.2. FAISABILITE ACOUSTIQUE

- Les portes ont un jour de 0,5 cm au sol.
 - . Porte de 15 dB(A) d'isolement entrouverte faiblement (2 m² de porte, 3 cm d'ouverture) : l'isolement baisse de 3 dB(A) ;
 - . Porte de 25 dB(A) d'isolement dans les mêmes conditions : l'isolement baisse de 7 dB(A) ;
 - . Porte de 35 dB(A) d'isolement dans les mêmes conditions : l'isolement baisse de 17 dB(A).

 - . Porte de 15 dB(A) d'isolement entrouverte largement (2 m² de porte, 10 cm d'ouverture) : l'isolement baisse de 5dB(A) ;
 - . Porte de 25 dB(A) d'isolement dans les mêmes conditions : l'isolement baisse de 15 dB(A) ;
 - . Porte de 35 dB(A) d'isolement dans les mêmes conditions : l'isolement baisse de 25 dB(A).
-
- Pour un local d'habitation de volume donné et pour une surface d'ouverture S₁, on peut considérer que toute la surface de l'ouverture S₁ rayonne à l'intérieur de la pièce l'énergie sonore qu'elle reçoit de l'extérieur. L'isolement normalisé est alors :

$$D_n = 10 \log \frac{V}{S_1} - 5$$

Pour un même volume donné, la réduction de la surface d'ouverture améliore l'isolement.

Si on prend 2 fenêtres de 20 et 40 dB(A) d'isolement et 2 types d'ouverture - l'une faiblement ouverte, l'autre largement ouverte - l'isolement obtenu peut être calculé comme un isolement composite, à l'aide de la formule approximative :

$$\tau = \tau_2 + \frac{S_1}{S_2}$$

avec : τ facteur de transmission de l'ensemble
 τ_2 facteur de transmission de la fenêtre fermée
 S₁ surface de l'ouverture
 S₂ surface de la fenêtre.

TABLEAU 1

Les calculs d'isolement ont été effectués selon la méthode d'isolement composite.

DIMENSION FENETRE h x l (en m)	2 x 1,50		1 x 1,50		1 x 1		1 x 0,60		2 x 0,80		0,60 x 0,60		0,30 x 0,30	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Fenêtre de 20 dB d'isolement	15,3	11,4	15,3	11,4	14,1	10,0	12,4	8,1	13,3	9,2	12,4	8,1	10,0	5,8
Fenêtre de 25 dB d'isolement	16,4	11,8	16,4	11,8	14,9	10,2	12,9	8,3	14,0	9,4	12,9	8,3	10,2	5,9
Fenêtre de 30 dB d'isolement	16,8	11,9	16,8	11,9	15,2	10,3	13,1	8,4	14,3	9,5	13,1	8,4	10,3	6,0
Fenêtre de 35 dB d'isolement	17,0	12,0	17,0	12,0	15,3	10,4	13,1	8,4	14,3	9,5	13,1	8,4	10,4	6,0
Fenêtre de 40 dB d'isolement	17,0	12,0	17,0	12,0	15,3	10,4	13,2	8,4	14,4	9,5	13,2	8,4	10,4	6,0
Fenêtre de 45 dB d'isolement	17,0	12,0	17,0	12,0	15,3	10,4	13,2	8,4	14,4	9,5	13,2	8,4	10,4	6,0

a : fenêtre faiblement entrouverte (3 cm de jour)
b : fenêtre largement entrouverte (10 cm de jour)

TABLEAU 2

Les calculs ont été effectués selon la méthode d'isolement simplifié de PUJOLLE.

DIMENSION FENETRE h x l (en m)	2 x 1,50		1 x 1,50		1 x 1		1 x 0,60		2 x 0,80		0,60 x 0,60		0,30 x 0,30	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Fenêtre de 20 dB d'isolement	15,2	11,1	115,2	11,1	13,9	9,5	12,2	7,5	13,2	8,6	12,2	7,5	9,5	4,6
Fenêtre de 25 dB d'isolement	16,3	11,5	16,4	11,5	14,9	9,8	12,9	7,6	13,9	8,9	12,7	7,6	9,8	4,7
Fenêtre de 30 dB d'isolement	16,7	11,6	16,8	11,6	15,2	9,9	12,9	7,7	14,3	8,9	12,9	7,7	9,9	4,7
Fenêtre de 35 dB d'isolement	16,7	11,7	17,0	11,7	15,3	9,9	13,1	7,7	14,3	9,0	12,9	7,7	9,9	4,7
Fenêtre de 40 dB d'isolement	16,9	11,7	17,0	11,7	15,3	9,9	13,2	7,7	14,4	9,0	13,0	7,7	9,9	4,7
Fenêtre de 45 dB d'isolement	16,9	11,7	17,0	11,7	15,3	9,9	13,2	7,7	14,4	9,0	13,0	7,7	9,9	4,8

a : fenêtre faiblement entrouverte (3 cm de jour)
b : fenêtre largement entrouverte (10 cm de jour)

TABLEAU 3

Moyenne des écarts constatés entre le tableau 1 et le tableau 2.

DIMENSION FENETRE h x l (en m)	2 x 1,50		1 x 1,50		1 x 1		1 x 0,60		2 x 0,80		0,60 x 0,60		0,30 x 0,30	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Différence entre tableau 1 et tableau 2	0,1	0,3	0	0,3	0	0,4	0	0,7	0	0,5	0,2	0,7	0,5	1,2

ANNEXES

**EVALUATION DES DISTANCES D'INTELLIGIBILITE
DE LA PAROLE DANS UNE AMBIANCE BRUYANTE**
(à partir de 4 sources bibliographiques)

Norme NF S 31-047

Niveau perturbateur de l'intelligibilité : moyenne arithmétique des niveaux de pression acoustique du bruit ambiant mesurés dans les bandes d'octave 500, 1000, 2000 et 4000 Hz.

Nous noterons en regard la valeur équivalente en dB(A) :

Niveau perturbateur		Distance max. d'intelligibilité en mètres pour les locuteurs qui ne sont pas face à face	
dB	dB(A)	Conversation normale	Conversation à voix élevée
35	41	4	15
40	46	2	10
45	51	1,50	6
50	56	1	4
55	61	0,50	2
60	66	0,25	1
65	71	0,20	0,75
70	76	0,20	0,50
80	86	0,20	0,25

Valeurs du REEF 1984 (document CSTB)

Tableau des niveaux de bruit à ne pas dépasser "L" pour que la conversation en espace libre entre 2 personnes soit possible, les locuteurs ne se faisant pas face.

Distance en m	0,5	1	2	4	6	8	10	12	16
L moyenne sur les octaves 500, 1000 et 2000 Hz	61	55	49	43	39	37	35	33	31

Document pédagogique J-J. DELETTRE (EAG - CRESSON)

Intelligibilité d'une conversation en fonction du bruit de fond.
Les locuteurs sont face à face.

Niveau en dB(A)	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
Distance en m										
voix normale	7	4	2,2	1,3	0,7	0,4	0,2	0,13	0,07	0,07
Voix criée	14	8	4,4	2,5	1,4	0,8	0,4	0,25	0,15	0,08

Le tableau suivant peut servir de guide lors de l'appréciation du caractère plus ou moins bruyant d'un lieu soumis essentiellement à un bruit confus et stable.

Nature du local	Limites du niveau de bruit moyen (en décibels A) pour juger que l'ambiance est		
	calme	moyennement bruyante	bruyante
Local d'habitation, bureau, salle de conférence, salle de lecture	< 30	30 — 50	> 50
Grand bureau (pool dactylographique), restaurant, gymnase	< 40	40 — 60	> 60
Atelier	< 50	50 — 70	> 70

Un bruit confus présentant des variations notables d'intensité au cours de périodes de temps relativement courtes (quelques minutes) est plus gênant, à niveau moyen égal, qu'un bruit confus stable. Des recherches sont en cours pour déterminer un critère tenant compte de ce fait.

Un bruit particulier risque d'être gênant dès qu'il se distingue, soit par son intensité, soit par sa tonalité, du bruit de fond confus et des autres bruits auxquels il se superpose. S'il s'agit d'un son pur, cela peut se produire même lorsque le niveau du son est inférieur au niveau du restant du bruit (cf. § 0,222).

Un bruit particulier n'est pas forcément gênant, même s'il est parfaitement perçu et identifié. Il est d'autant plus facilement accepté que son niveau est bas et que sa durée est courte, qu'il est familier et qu'il résulte de causes contre lesquelles on ne peut rien (bruit dû au vent, au passage des trains, etc.). Par contre, s'il est trop intense ou trop fréquent ou bien si l'on sait que les personnes qui en sont responsables pourraient facilement le réduire, il est considéré comme un préjudice et il est gênant.

Toutes choses restant égales par ailleurs, on a tendance à considérer que la nuisance causée par un bruit particulier identifié est fonction du produit $I \times \tau$ de l'intensité I de ce bruit par la durée τ pendant laquelle il est perçu au cours de la journée, du mois ou de l'année. C'est cette hypothèse qui a servi de base à la définition de l'indice R relatif aux bruits d'avions (cf. § 1,111), car, dans ce cas, l'expérience a montré que l'hypothèse est valable, tout au moins en considérant des réactions moyennes de groupes d'individus. Mais, si l'effet du bruit des avions, sur les habitants des immeubles situés près des aérodromes, est assez bien connu, il n'en est pas du tout de même pour les autres bruits susceptibles, à un instant ou à un autre, d'émerger du bruit de fond. Pour ces derniers bruits on n'est pas en mesure d'indiquer une limite supérieure déterminée scientifiquement que ne devrait pas dépasser le produit $I\tau$.

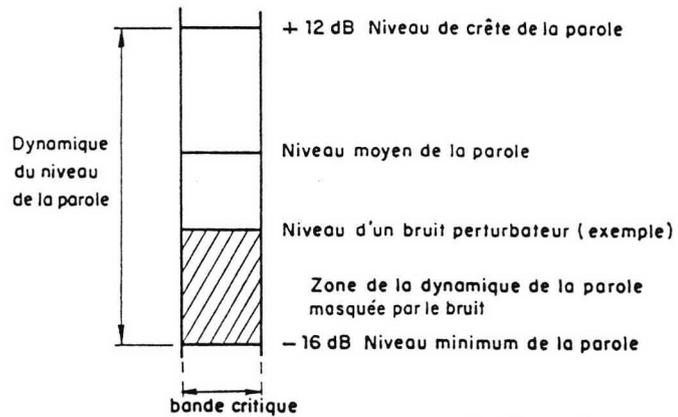
En l'absence de données scientifiques suffisantes, la Commission d'étude du bruit du ministère des Affaires sociales a pris, à ce sujet, une position sévère (séance du 21 juin 1963) : elle considère que tout bruit repérable parmi le bruit ambiant produit une gêne incontestable lorsque l'augmentation d'intensité sonore produite par l'apparition de ce bruit, par rapport à la valeur minimale du bruit ambiant, dépasse les valeurs suivantes :

- de jour (7 heures à 22 heures), + 5 dB (A),
- de nuit (22 heures à 7 heures), + dB (A).

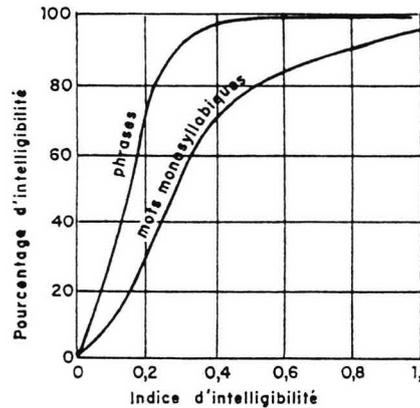
2,22 La perte d'information au cours des conversations

La possibilité de savoir dans quelles conditions la parole est compréhensible ou non a de l'importance, en particulier lors du choix d'une paroi devant séparer deux locaux, ou un local de l'extérieur.

Bien que l'oreille soit sensible aux fréquences allant de 20 à 20 000 Hz, on a constaté que la bande utile pour la compréhension de la parole ne s'étend que de 200 à 8 000 Hz. Plus exactement, French et Steinberg [14], ont constaté que ce domaine peut être découpé en 20 bandes adjacentes, dites bandes critiques, se partageant également la responsabilité de l'intelligibilité de la parole lorsque les conditions d'audition sont très bonnes. Ces 20 bandes sont de largeurs inégales, étroites aux fréquences basses et larges aux aiguës. Lorsque, par suite de



▲ Figure 4
Masque de la parole
par un bruit dans une
bande critique.



◀ Figure 5
Intelligibilité de phra-
ses et de mots
monosyllabiques
en fonction de l'indice
d'intelligibilité.

la présence d'un bruit parasite, l'information contenue dans certaines des bandes critiques ne peut être recueillie, la perception des informations contenues dans les autres bandes n'en est pas affectée. L'oreille se comporte donc comme un analyseur plus ou moins sélectif, capable de distinguer un son particulier noyé dans le bruit de fond.

On a constaté que pour chacune de ces bandes, ainsi que d'une manière globale, le niveau de la parole varie sans cesse autour d'une valeur moyenne. Ces fluctuations atteignent -18 dB dans le sens négatif et $+12$ dB dans le sens positif. Si pour chacune de ces bandes le niveau du bruit ambiant correspondant est d'au moins 18 dB inférieur à la valeur moyenne du niveau de parole, ce bruit ne perturbe pas l'écoute de l'information correspondante; on dit alors que l'indice d'intelligibilité est 1. Si pour toutes ces bandes le bruit ambiant dépasse d'au moins 12 dB le niveau moyen de la parole, la perturbation de l'écoute est totale, l'indice d'intelligibilité est nul. Dans les cas intermédiaires, c'est-à-dire lorsque dans certaines bandes le bruit ne recouvre que partiellement la plage de variation — la dynamique — du niveau de la parole, l'intelligibilité est partielle et l'indice d'intelligibilité est compris entre 0 et 1.

Par définition, l'indice d'intelligibilité est égal au rapport de la surface de la dynamique non couverte par le bruit à la surface totale représentant la dynamique de la parole (fig. 4).

Les taux de compréhension des phrases et des mots monosyllabiques sont liés à cet indice comme l'indique la figure 5. On constate qu'il suffit que l'indice d'intelligibilité soit de 0,4 pour que la compréhension des phrases soit quasi totale.

Le processus inventé par French et Steinberg pour déterminer d'une manière exacte l'indice d'intelligibilité, est relativement lourd. Nous ne présenterons ici qu'une méthode simplifiée. On suppose que la bande des fréquences utiles à la compréhension de la parole est celle couverte par les trois bandes d'octaves centrées respectivement sur les fréquences 500, 1 000 et 2 000 Hz. Pour chacune de ces bandes, on mesure ou on estime par le calcul le niveau moyen de la parole, ainsi que le niveau du bruit. Ensuite, on calcule la moyenne arithmétique L du niveau de la parole, pour l'ensemble des trois bandes, ainsi que la moyenne arithmétique L' des niveaux du bruit. L'indice d'intelligibilité est alors sensiblement :

$$I = \frac{L - L' + 12}{30}$$

Par exemple, si les niveaux moyens de la parole et du bruit sont égaux, on a $I = 0,4$. En se rapportant à la figure 5, on constate que, dans ces conditions, les phrases sont pratiquement compréhensibles en totalité.

REMARQUE 1 Dans le cas d'un projet de bâtiment, le niveau de la parole transmise par un mur ou un conduit de ventilation ne peut être déterminé qu'à partir de connaissances de bases relatives aux niveaux de la parole. Ainsi, on trouvera au paragraphe 1,21 le niveau moyen de la puissance acoustique émise par un homme parlant à voix normale.

Le tableau suivant donne des exemples de niveau de bruit L' qu'il ne faut pas dépasser pour que la conversation en espace libre, entre deux personnes, soit possible.

Distance en mètres :	0,5	1	2	4	6	8	10	12	16
L' (moyenne pour les octaves centrées sur 500, 1 000 et 2 000 Hz) :	61	55	49	43	39	37	35	33	31

REMARQUE 2 La méthode décrite précédemment n'est convenable que lorsque la majorité de l'énergie du bruit ambiant se trouve dans les bandes d'octave considérées.

Il peut y avoir d'autres raisons pour lesquelles la parole ne soit pas compréhensible : réverbération trop grande, effet de masque d'un bruit de niveau élevé situé hors des bandes précitées, niveau de parole trop faible pour être perçu, etc.

2,3 Influence du bruit sur le sommeil

Au cours d'une nuit, le sommeil d'un individu passe par plusieurs stades allant de « profond » à « léger » avec éventuellement certaines périodes de réveil. En général, c'est au début de la nuit que se situe la période de sommeil profond. En fin de nuit, le sommeil est léger et tend vers le réveil. Au cours du sommeil, l'audition d'un bruit parasite peut se traduire par un glissement de la profondeur du sommeil vers un stade moins profond ou même vers le réveil. Même si un bruit ne réveille pas, il risque, en modifiant la profondeur du sommeil, de porter atteinte au pouvoir réparateur de celui-ci.

Pour un type de bruit donné, le seuil du niveau du bruit à partir duquel il y a réveil peut varier dans des limites considérables, par exemple de 30 à 70 dB (A), suivant le moment de la perception du bruit, la nature du bruit, l'ambiance sonore à laquelle l'individu est habitué ainsi que les facteurs propres à l'individu.

La Commission d'étude du bruit du ministère des Affaires sociales recommande que le bruit ambiant ne dépasse pas 40 dB (A), de nuit, dans un logement. Il est probable que la plupart des individus tolèrent, en plus, des bruits particuliers de niveaux supérieurs à 40 dB (A) sous réserve qu'ils ne se produisent pas trop souvent.

Une étude récente, menée en laboratoire par le professeur Metz, a permis de constater que le sommeil de personnes jeunes est peu perturbé par la perception de bruits d'avions à réaction de niveau 75 dB (A) et qu'il est très perturbé si ce niveau est de 90 dB (A) (16 passages pour chacun des deux cas, au cours d'une nuit).

AUDIBILITE DES SONS DANS LE BRUIT DE FOND : L'EFFET SONORE DE MASQUE

Source : CETUR

Bruits et formes urbaines
Ed. du CETUR 1981, p. 47

Effet de masque

L'effet de masque peut être exprimé par l'idée qu'en présence d'un bruit parasite les seuils d'audition sont plus élevés que les seuils d'audibilité de l'oreille. Ceci se traduit par le fait qu'un son isolé peut être perçu par un observateur, et que le même son, en présence d'un autre bruit (bruit parasite), ne sera plus perçu. On dit qu'il est « masqué » par le bruit parasite.

En fait, pour qu'un son soit perçu, il n'est pas seulement nécessaire que son niveau soit supérieur au seuil d'audibilité, mais il est également nécessaire qu'il ne soit pas trop inférieur au bruit de fond.

En première approximation, on peut admettre qu'un bruit est masqué quand son niveau en dB (A) est inférieur de 10 dB (A) au niveau du bruit parasite. Cet écart varie selon les fréquences. Le tableau ci-dessous indique pour chaque bande de fréquence (comprise entre 125 et 4.000 Hz) l'écart entre deux bruits à partir duquel le plus petit est « masqué » par le plus grand.

<i>Fréquences centrales en octave</i>	<i>125</i>	<i>250</i>	<i>500</i>	<i>1.000</i>	<i>2.000</i>	<i>4.000</i>
<i>Effet de masque</i>	<i>2</i>	<i>6</i>	<i>9</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>13</i>

Cependant, il faut distinguer ici « l'audibilité qui est une qualité purement acoustique, de l'intelligibilité qui implique une relation de pensée. C'est ainsi que l'intelligibilité d'un message peu audible peut être améliorée par le recours à un vocabulaire très restreint, à des termes conventionnels faciles à identifier » (*). Tout le problème de l'intelligibilité c'est donc bien la composition, dans les différentes bandes de fréquences, d'effets de masque partiels.

RECHERCHE ACOUSTIQUE
D'ÉVALUATION DES BRUITS EMIS
A L'INTERIEUR DES APPARTEMENTS
DE COLLECTIFS D'HABITATION

GROUPE DE TRAVAIL BRUITS RESIDUELS
RAPPORT D'ETUDE N° 150 - 93

Tisseyre et Associés

Siège social : 16, chemin de Manel
31400 TOULOUSE

Agence : 16, avenue de Friedland
3° étage - 75008 PARIS

LASA

B.P. 30
78600 MAISON LAFITTE

EXTRAITS DE LA RECHERCHE

A l'aide du logiciel dBARIA de chez 01dB, nous avons traité l'intégralité de ces fichiers signaux. Chaque fichier signal correspond à une durée de mesure de 10 secondes. Afin d'obtenir les valeurs par bandes d'octaves jusqu'à la bande d'octave centré sur 4 KHz, nous avons réalisé une FFT (transformée de Fourier rapide du signal) dont la fréquence d'échantillonnage est de 12 800 Hz.

Compte tenu de cette fréquence d'échantillonnage, le fichier signal total est découpé en 120 blocs.

Le spectre moyen obtenu est en fait la moyenne des spectres des 120 blocs. Le spectre maximum correspond à la valeur maximale obtenue dans chacune des bandes d'octaves sur cet échantillon de 120 blocs.

Compte-tenu de la fréquence supérieure d'analyse choisie, soit la bande d'octaves 4 KHz, nous obtenons une analyse spectrale toutes les 83 ms. Nous rappelons que la constante de temps fast est de 125 ms. Donc, les spectres maximum que nous avons obtenus correspondent pratiquement à une constante voisine de la constante fast. Ceci est voisin de la constante de l'oreille humaine.

Nous avons traité les spectres moyens linéaires et les spectres maximum linéaires à l'aide du logiciel dBARIA de 01dB (cf annexe 7). Nous avons calculé la moyenne des spectres moyens et la moyenne des spectres maximum et ce, par type de source et par typologie de famille (cf annexe 8).

Nous avons retracé dans les tableaux ci-après (cf. planches 18.20 à 18.29) l'intégralité des valeurs moyennes obtenues, soit par typologie de famille, soit par type de source, en dissociant les spectres moyens, les spectres maximum, le spectre moyen relatif, par rapport à 1000 Hz des spectres moyens et le spectre moyen relatif, par rapport à 1000 Hz des spectres maximum. Ces dernières valeurs nous permettent de comparer l'allure des spectres mesurés à celle d'un spectre de bruit rose.

Dans chacun des tableaux, nous avons calculé la moyenne brute (moyenne arithmétique) et la moyenne pondérée (prenant en compte le nombre de fichiers signaux mesurés pour chaque typologie de famille).

OPERATION : Bruits résiduels

SPECTRE ASPIRATEUR Spectre Moyen

	63	125	250	500	1000	2000	4000	dB(A)	ech
Doguet	63	65.5	70.5	64.5	65.5	66	70.5	74	1
Bar	62.5	65	64.5	66.5	69	68	61.5	73	2
Angeloni	54.5	63	65.5	67	68	66.5	63.5	72.5	3
Renard	65.5	59.5	66	61.5	68.5	64	60.5	71	2
moyenne	60.3	62.9	66.0	65.2	68.1	66.2	63.1	72.4	8

SPECTRE ASPIRATEUR Spectre maximum

	63	125	250	500	1000	2000	4000	dB(A)	ech
Doguet	63.00	70.50	71.50	67.00	74.00	73.50	81.50	83.40	1
Bar	62.50	68.00	66.00	68.50	79.00	76.00	66.50	81.51	2
Angeloni	54.50	66.00	69.50	71.50	74.50	75.50	71.50	80.04	3
Renard	65.50	65.50	70.00	64.50	80.00	73.00	64.00	81.22	2
moyenne	60.3	66.9	69.0	68.4	76.9	74.8	69.6	81.1	8

OPERATION : Bruits résiduels

SPECTRE ASPIRATEUR

	63	125	250	500	1000	2000	4000	dB(A)	ech
Doguet	-2.5	0	5	-1	0	0.5	5		1
Bar	-6.5	-4	-4.5	-2.5	0	-1	-7.5		2
Angeloni	-13.5	-5	-2.5	-1	0	-1.5	-4.5		3
Renard	-3	-9	-2.5	-7	0	-4.5	-8		2
moyenne	-7.8	-5.1	-2.1	-2.9	0.0	-1.9	-4.9	0.0	8

OPERATION : Bruits résiduels

SPECTRE TELEVISION Spectre Moyen

	63	125	250	500	1000	2000	4000	dB(A)	ech
Doguet	58.364	63.682	62.955	63.091	59.455	60	55.409	66.36	11
Bar	56	67.5	59.5	61	67.5	56	51.5	68.5	3
Angeloni									
Renard	61.5	58.5	61.5	66	66	56.5	51	68	4
moyenne	58.7	63.2	62.1	63.4	62.3	58.6	53.8	67.1	18

SPECTRE TELEVISION Spectre maximum

	63	125	250	500	1000	2000	4000	dB(A)	ech
Doguet	58.36	69.77	71.04	72.91	75.36	75.00	73.82	80.45	11
Bar	56.00	71.50	68.00	69.50	85.00	70.00	64.00	85.29	3
Angeloni									
Renard	61.50	64.00	69.50	77.50	82.00	73.00	67.00	83.41	4
moyenne	58.7	68.8	70.2	73.4	78.4	73.7	70.7	81.9	18

OPERATION : Bruits résiduels

SPECTRE TELEVISION

	63	125	250	500	1000	2000	4000	dB(A)	ech
Doguet	-1.091	4.2273	3.5	3.6364	0	0.5455	-4.045		11
Bar	-11.5	0	-8	-6.5	0	-11.5	-16		3
Angeloni									
Renard	-4.5	-7.5	-4.5	0	0	-9.5	-15		4
moyenne	-3.6	0.9	-0.2	1.1	0.0	-3.7	-8.5	0.0	18

OPERATION : Bruits résiduels

SPECTRE VOIX Spectre Moyen

	63	125	250	500	1000	2000	4000	dB(A)	ech
Doguet	55.809	62.223	63.681	67.42	66.404	62.404	54.543	70.09	94
Bar	50.5	59.5	56	68.5	65	61	63.5	70.5	9
Angeloni	40.5	52	55	63	53.5	55	43	62.5	1
Renard	64.5	60.5	63	65.5	69	66.5	58	72	17
moyenne	56.508	61.694	62.942	67.194	66.558	62.814	55.599	70.32	121

SPECTRE VOIX Spectre maximum

	63	125	250	500	1000	2000	4000	dB(A)	ech
Doguet	55.989	69.181	70.362	75.739	80.25	77.25	70.069	83.26	94
Bar	50.5	66	64	77	81	74.5	76	83.76	9
Angeloni	40.5	59	63	69	64	67	52.5	71.28	1
Renard	64.5	68	70.5	73	83	80	72.5	85.62	17
moyenne	56.649	68.694	69.847	75.393	80.558	77.347	70.707	83.53	121

OPERATION : Bruits résiduels

SPECTRE VOIX Spectre Moyen

	63	125	250	500	1000	2000	4000	dB(A)	ech
Doguet	-10.6	-4.181	-2.723	1.016	0	-4	-11.86		94
Bar	-14.5	-5.5	-9	3.5	0	-4	-1.5		9
Angeloni	-13	-1.5	1.5	9.5	0	1.5	-10.5		1
Renard	-4.5	-8.5	-6	-3.5	0	-2.5	-11		17
moyenne	-10.05	-4.864	-3.616	0.6364	0	-3.744	-10.96	0	121

OPERATION : Bruits résiduels

global Spectre Moyen par typologie de famille

	63	125	250	500	1000	2000	4000	dB(A)	ech
Doguet	56.1	62.5	63.7	66.9	65.6	62.1	54.8	69.6	110
Angeloni	51.0	60.3	62.9	66.0	64.4	63.6	58.4	70.0	4
Renard	64.1	60.1	63.0	65.2	68.4	64.5	57.0	71.2	23
Bar et Peroni	53.4	62.0	58.0	66.6	66.1	60.9	60.6	70.4	14
moyenne brute	56.1	61.2	61.9	66.2	66.1	62.8	57.7	70.3	
moyenne pondéré	56.9	62.0	63.0	66.6	66.0	62.4	55.8	70.0	151
ecart Type	5.68	1.22	2.64	0.72	1.70	1.60	2.44	0.68	

global Spectre maximum par typologie de famille

	63	125	250	500	1000	2000	4000	dB(A)	ech
Doguet	56.3	69.3	70.5	75.3	79.5	76.8	70.6	82.8	110
Angeloni	51.0	64.3	67.9	70.9	71.9	73.4	66.8	77.8	4
Renard	64.1	67.1	70.3	73.0	82.6	78.2	70.8	84.9	23
Bar et Peroni	53.4	67.5	65.1	74.2	81.6	73.8	72.1	83.8	14
moyenne brute	56.184	67.029	68.44	73.352	78.874	75.532	70.058	82.33	
moyenne pondéré	57.1	68.7	69.9	74.7	79.9	76.7	70.7	83.1	151
ecart Type	5.68	2.09	2.49	1.89	4.84	2.34	2.30	3.10	

OPERATION : Bruits résiduels

spectre relatif par rapport à 1000 Hz des spectres moyens

	63	125	250	500	1000	2000	4000		ech
Doguet	-9.44	-3.07	-1.87	1.30	0.00	-3.44	-10.74		110
Angeloni	-13.38	-4.13	-1.50	1.63	0.00	-0.75	-6.00		4
Renard	-4.37	-8.37	-5.43	-3.20	0.00	-3.89	-11.43		23
Bar et Peroni	-12.71	-4.11	-8.14	0.50	0.00	-5.18	-5.46		14
moyenne brute	-9.97	-4.92	-4.24	0.06	0.00	-3.32	-8.41		
moyenne pondéré	-9.07	-4.00	-2.98	0.55	0.00	-3.60	-10.23		151
ecart Type	4.11	2.35	3.15	2.22	0.00	1.86	3.11		

spectre relatif par rapport à 1000 Hz des spectres maximum

	63	125	250	500	1000	2000	4000		ech
Doguet	-23.21	-10.17	-9.03	-4.17	0.00	-2.66	-8.88		110
Angeloni	-20.88	-7.63	-4.00	-1.00	0.00	1.50	-5.13		4
Renard	-18.50	-15.48	-12.28	-9.52	0.00	-4.39	-11.76		23
Bar et Peroni	-28.18	-14.11	-16.43	-7.39	0.00	-7.82	-9.50		14
moyenne brute	-22.7	-11.8	-10.4	-5.5	0.0	-3.3	-8.8		
moyenne pondéré	-20.0	-8.9	-8.1	-3.7	0.0	-2.5	-7.4		151
ecart Type	4.13	3.60	5.25	3.73	0.00	3.88	2.75		

OPERATION : Bruits résiduels

global Spectre Moyen par type de source

	63	125	250	500	1000	2000	4000	dB(A)	ech
Voix	56.51	61.69	62.94	67.19	66.56	62.81	55.60	70.32	121
Aspirateur	60.31	62.94	66.00	65.19	68.06	66.19	63.13	72.44	8
Télévision	58.67	63.17	62.06	63.39	62.25	58.56	53.78	67.08	18
moyenne brute	58.50	62.60	63.67	65.26	65.62	62.52	57.50	69.95	
moyenne pondérée	56.98	61.94	63.00	66.62	66.11	62.48	55.79	70.04	147
ecart Type	1.91	0.79	2.07	1.90	3.02	3.82	4.96	2.70	

global Spectre maximum par type de source

	63	125	250	500	1000	2000	4000	dB(A)	ech
Voix	56.65	68.69	69.85	75.39	80.56	77.35	70.71	83.53	121
Aspirateur	60.31	66.94	69.00	68.44	76.94	74.75	69.63	81.12	8
Télévision	58.67	68.78	70.19	73.36	78.44	73.72	70.67	81.92	18
moyenne brute	58.54	68.14	69.68	72.40	78.65	75.27	70.33	82.19	
moyenne pondérée	57.10	68.61	69.84	74.77	80.10	76.76	70.64	83.20	147
ecart Type	1.84	1.04	0.61	3.58	1.82	1.87	0.61	1.23	

OPERATION : Bruits résiduels

global Spectre relatif à 1000 Hz par rapport au spectre moyen

	63	125	250	500	1000	2000	4000	dB(A)	ech
Voix	-10.05	-4.86	-3.62	0.64	0.00	-3.74	-10.96		121
Aspirateur	-7.75	-5.13	-2.06	-2.88	0.00	-1.88	-4.94		8
Télévision	-3.58	0.92	-0.19	1.14	0.00	-3.69	-8.47		18
moyenne brute	-7.13	-3.02	-1.96	-0.37	0.00	-3.10	-8.12		
moyenne pondérée	-9.13	-4.17	-3.11	0.51	0.00	-3.64	-10.33		147
ecart Type	3.28	3.42	1.71	2.19	0.00	1.06	3.03		

Spectre relatif à 1000 Hz par rapport au spectre maximum

	63	125	250	500	1000	2000	4000	dB(A)	ech
Voix	-23.91	-11.86	-10.71	-5.17	0.00	-3.21	-9.85		121
Aspirateur	-16.63	-10.00	-7.94	-8.50	0.00	-2.19	-7.31		8
Télévision	-19.78	-9.67	-8.26	-5.08	0.00	-4.72	-7.78		18
moyenne brute	-20.10	-10.51	-8.97	-6.25	0.00	-3.37	-8.31		
moyenne pondérée	-23.01	-11.49	-10.26	-5.34	0.00	-3.34	-9.46		147
ecart Type	3.65	1.18	1.52	1.95	0.00	1.28	1.35		

**EVALUATION DU NIVEAU MOYEN D'UNE CONVERSATION,
D'UN TELEVISEUR, D'UN APPAREIL ELECTROMENAGER**

**Source : PUJOLLE (J.) - La pratique de l'isolation des bâtiments
Ed. du MONITEUR, Paris, 1978, p. 84-86**

II. — Bruits aériens

Dans les bâtiments à usage d'habitation les principaux bruits sont ceux de l'occupant : conversations, cris, chants, et ceux des postes récepteurs de radio-diffusion et de télévision et électrophone. Il s'y ajoute parfois le son des instruments de musique que possède l'habitant.

A. — Conversation

Le niveau moyen de la conversation dépend de la force de la voix et du nombre de personnes conversant. On peut situer le niveau de puissance moyenne pour une conversation à voix normale à 65 dB (A), avec diminution à 60 dB (A) à voix basse et 75 dB (A) à voix très forte. On augmentera encore de 5 à 7 dB (A) pour atteindre 80 à 82 dB (A) si les paroles sont émises avec une voix criée. Ces nombres représentent, on ne saurait trop le répéter, des niveaux de puissance. Qu'en est-il du niveau d'intensité dans le champ réverbéré du local ? La formule (25) permet de passer d'un niveau à l'autre et dans l'exemple pris en I—4, nous avons pour une pièce de 5 × 4 × 2,60 m normalement meublée ($\bar{\alpha} = 0,25$) :

$$L_p = L_w - 9 \text{ dB (A)}$$

En diminuant les niveaux de puissance de 10 dB (A) si la pièce est meublée, ou de 5 dB (A) si la pièce est vide, on aura un ordre de grandeur du niveau de bruit moyen dans le local envisagé.

Ainsi, le bruit maximum de la conversation entre des habitants peu nombreux peut atteindre des niveaux d'intensité moyenne dans une période de temps assez courte de 80 à 85 dB (A).

Si le nombre des personnes se trouvant dans le même local augmente, le niveau de bruit de conversation croît, mais assez peu tant que chaque personne n'a pas besoin de hausser la voix pour se faire comprendre. On reste à des niveaux d'intensité en champ réverbéré de l'ordre de 60 à 65 dB (A). Mais si les conversations simultanées par petits groupes deviennent nombreuses, chacun doit parler à un niveau plus élevé et les bruits produits en même temps deviennent plus nombreux. Dans une assemblée de plus de 100 personnes les niveaux d'intensité peuvent atteindre des valeurs de 80 à 85 dB (A), c'est l'effet bien connu de « surprise-partie ».

B. — Cris

Les cris des enfants dépassent couramment ces niveaux et comme leur spectre est riche en fréquences aiguës, la pondération A ne joue pas beaucoup, ce qui rend le niveau global pondéré A assez élevé pour une énergie sonore qui n'est pas très supérieure à celle des autres bruits.

$$(25) \quad L_p = L_w - 10 \log R + 6 \quad \text{en posant } R = S \bar{\alpha} / (1 - \bar{\alpha})$$

S la surface totale des parois du local ;

$\bar{\alpha}$ le facteur d'absorption moyen du local

$\bar{\alpha}$ dépend donc de l'état d'ameublement et d'occupation du local. On peut en première approximation retenir les valeurs suivantes :

- 0,05 pour un local nu ;
- 0,1 pour un local contenant quelques objets ;
- 0,2 pour un local peu meublé ;
- 0,25 pour un local normalement meublé ;
- 0,3 pour un local fortement meublé, ou traité acoustiquement.

C. — Appareils de réception de radiodiffusion et télévision, électrophones

Les niveaux produits dépendent de nombreux facteurs :

- conditions d'écoute de l'habitant ;
- caractéristiques du local ;
- programme choisi ;
- puissance électrique de l'appareillage ;
- réglage des gains et des filtres de tonalité des appareils.

Peu de statistiques ont été faites complètement sur ces bruits. On peut estimer les niveaux de l'intensité pondérée A moyenne (L_{50}) à des valeurs de l'ordre de 65 à 70 dB (A) suivant le type de programmes. Les niveaux maximums représentés par L_{10} (niveau dépassé pendant 10 % du temps) pour une écoute à niveau fort sont de l'ordre de 80 à 85 dB (A). Les mélomanes possédant une chaîne d'appareils dits de haute fidélité écoutent souvent la musique à des niveaux de cet ordre.

L'ensemble des bruits aériens qui viennent d'être décrits ont des intensités qui dépassent rarement 85 dB (A) en champ réverbéré. Comme nous le verrons dans un chapitre ultérieur, le règlement de la construction a pris comme base une valeur voisine 86 dB (A) pour imposer l'isolement nécessaire à la protection des habitants contre ces bruits. Si l'occupant produit des bruits plus intenses, et ce peut être le cas de celui qui joue d'un instrument de musique à niveau fort comme le piano, il faut qu'il sache qu'il doit prévoir un isolement complémentaire pour protéger les voisins contre ces sons. Nous en donnerons des exemples plus loin.

D. — Appareils électroménagers

Les mesures de niveau du bruit produit par les appareils électroménagers ont été faites jusqu'à ce jour dans des conditions très diverses, très souvent non précisées. C'est généralement le niveau d'intensité qui est relevé, soit global, pondéré ou non, soit par bandes de fréquences d'octave ou de tiers d'octave. Les résultats obtenus de divers côtés sont difficilement comparables. Nous avons vu précédemment comment ces niveaux pouvaient varier suivant l'éloignement du point d'écoute et l'orientation de la source.

Les efforts faits par les spécialistes pour caractériser le bruit de la source par sa *puissance acoustique* ont permis de faire normaliser la mesure sur le plan international (ISO 3740 à 3745) et le plan national (AFNOR S 31-022 à S 31-026). Un important travail de normalisation est en cours pour établir des codes d'essais pour la mesure de la puissance acoustique d'appareils ménagers et pour proposer un marquage de ceux-ci. L'utilisateur pourra ainsi faire son choix en fonction de considérations d'ordre acoustique et évaluer le bruit produit par la source dans ses conditions d'emploi.

Les évaluations actuelles des niveaux de bruit restent assez approximatives :

- pour le petit appareillage électroménager, 75 à 85 dB (A), niveau d'intensité en champ réverbéré du local meublé ;
- pour les aspirateurs 65 à 75 dB (A) dans les mêmes conditions ;
- pour les machines à laver diverses, les niveaux varient suivant les cycles de lavage, les maximums atteignant 60 à 70 dB (A) suivant les conditions de marche et de traitement des locaux. Ces machines sont généralement placées dans des locaux assez réverbérants (cuisines ou salles d'eau). Le niveau d'intensité y est d'autant plus élevé que le local est plus réverbérant (voir réseau de courbes de la figure 11).

**BRUITS AERIENS PRODUITS DANS LES LOCAUX
SANITAIRES OU LES CHAUFFERIES DES
MAISONS INDIVIDUELLES**

**Source : R.E.E.F.
Sciences du Bâtiment 1984, p. 40**

Les équipements sanitaires ainsi que les équipements généraux, tout comme les appareils ménagers, produisent des bruits aériens et des vibrations. Le tableau suivant extrait de l'étude précitée [8] donne quelques exemples des bruits aériens produits dans le local même où se trouve l'équipement.

Sources de bruit	dB (A)	dB (C)
Remplissage de baignoire	75	76
Chasse de w.-c.	70	75
Chaudière au mazout maison individuelle	63	84
immeuble collectif	70	93

COMMENT RENDRE INAUDIBLE LES SONS DE RADIO ET DE TELEVISION ENTRE LES LOGEMENTS ?

Sources :

. R.E.E.F. - Sciences du Bâtiment 1984, p. 105

Les bruits de radio et de télévision semblent être les bruits les plus forts que l'on émette, avec une certaine régularité, à l'intérieur des logements.

Pour que de tels bruits ne soient pas gênants dans les logements autres que celui où a lieu l'émission, il est indispensable que les parois séparant les locaux affaiblissent le son de manière que la partie transmise soit suffisamment faible pour être inaudible soit parce qu'elle correspond à un niveau inférieur au seuil d'audibilité, soit parce qu'elle est masquée par le bruit ambiant.

A la suite de l'étude exécutée par Van den Eijk [15], il apparaît que l'affaiblissement du son entre deux locaux doit être au moins celui indiqué dans le tableau suivant, si l'on désire que la radio soit inaudible, d'un local à l'autre.

Ambiance sonore	Pourcentage du temps total de l'émission pendant lequel la radio n'est pas audible	Isolement nécessaire pour que la radio soit inaudible pendant le pourcentage de temps indiqué dans la 2 ^e colonne		
		fréquences graves	fréquences moyennes	fréquences aiguës
sans bruit ambiant	95 %	47	77	78
	50 %	33	62	65
avec un bruit ambiant correspondant à la courbe 20 phones	95 %	32	56	56
	50 %	18	41	43

Les propriétés acoustiques des parois de séparation sont telles qu'il suffit, en général d'assurer l'isolement nécessaire aux fréquences moyennes pour que l'isolement aux autres fréquences soit suffisant.

On peut adopter les valeurs limites suivantes pour l'isolement entre logements différents fenêtres fermées, locaux meublés : 36-48-54 dB respectivement aux fréquences graves, moyennes et aiguës.

Ces valeurs, comme celles contenues dans les réglementations et recommandations étrangères, sont le reflet des caractéristiques physiques de bâtiments d'habitation reconnus, grâce à des enquêtes, comme donnant satisfaction à la majorité de leurs occupants. En fait, on constate, en se reportant aux travaux de Van den Eijk, qu'un isolement conforme aux limites fixées dans la notice technique n'assure la non-audibilité de la radio que pendant environ 70 % du temps lorsque le bruit de fond régnant dans les locaux est faible — de l'ordre de 20 dB (A) — ce qui peut être le cas dans les lieux résidentiels.

On voit ici tout l'intérêt qu'il y a à ne pas juxtaposer ou superposer une chambre à une salle de séjour d'un autre logement, particulièrement dans les lieux calmes. En effet, si, entre locaux juxtaposés ou superposés il existe l'isolement limite, il y a de fortes chances pour que l'affaiblissement du son entre locaux non contigus soit nettement supérieur.

Pour obtenir un isolement acoustique entre logements au moins égal à celui indiqué (48 dB aux fréquences moyennes), il est nécessaire que le mur séparatif s'oppose suffisamment à la transmission directe du bruit (c'est-à-dire ait un indice d'affaiblissement acoustique suffisamment élevé) et que les transmissions indirectes (celles qui empruntent d'autres voies que le mur séparatif, cf. 3,3) soient suffisamment faibles. En particulier, l'indice d'affaiblissement R (cf. 3,31) du mur séparant deux locaux parallélépipédiques doit être au moins égal, aux fréquences moyennes, à :

$$R = 48 - 10 \log \frac{z}{3} + a \text{ décibels}$$

où z est la dimension du plus petit local, perpendiculairement au mur, et a un nombre de décibels supplémentaires dépendant des transmissions indirectes.

. **Cahier Etudes et Recherches du CSTB, livraison 198,
1978, p. 259 à 263**

ISOLEMENT ET RECONNAISSANCE DES SONS

Jean-Paul VIAN, ingénieur

L'étude entreprise en 1977, ayant pour but de déterminer l'influence de la forme de la courbe isolement-fréquence sur le degré d'intelligibilité de la parole entendue à travers une paroi, a été poursuivie en 1978. Ce travail s'insère dans un programme de recherche plus général concernant l'étude des conditions dans lesquelles un bruit de nature donnée peut être reconnu et déchiffré par les occupants d'un logement voisin de celui où est émis ce bruit. La connaissance des règles régissant ces mécanismes complexes a une grande importance pour la prévision de la qualité des isolements ou la recherche des types de séparations entre logements préservant au mieux l'intimité souhaitée par les occupants.

Parmi les bruits aériens gênants dans une habitation, en provenance des logements voisins, les conversations et émissions radio-télévision sont ressenties comme particulièrement gênantes et d'autant plus que la compréhension de ce qui se dit est grande. C'est la raison pour laquelle nous avons choisi de commencer cette étude par le problème de la reconnaissance

de la parole. La reconnaissance des bruits autres que ceux résultant de la conversation dans un logement voisin, tels que musique ou bruits provoqués par l'activité domestique des voisins, seront étudiés au cours de l'année 1979.

Selon la procédure d'évaluation réglementaire actuelle, l'isolement aux bruits aériens entre deux locaux d'habitation est caractérisée par une grandeur physique globale dont on ne connaît pas la relation avec la possibilité de non compréhension de la parole émise dans un logement voisin. Utilisant la méthodologie mise au point en 1977, nous nous sommes proposés, pour des isolements ayant une même valeur globale exprimée en dB(A), de rechercher l'influence de la forme de la courbe isolement-fréquence sur le degré d'intelligibilité de la parole.

Nous rappelons que la méthode étudiée en 1977 consiste à simuler les conditions d'isollements entre deux locaux, au moyen de dispositifs électroacoustiques, et à procéder à des tests d'intelligibilité sur un certain nombre de sujets.

Pente dB/octave		N°	0	3	6	9	12	16
Régulières		1						
Altération BF 200 Hz - 12 dB	Rupture +12 dB à 200 Hz	2						
	Rupture -12 dB à 200 Hz	3						
Pente Retardée	Plat jusqu'à 400 Hz	4						
	Plat jusqu'à 1000 Hz	5						
Trous largeur 1 octave profondeur 10 dB	Trou 160 Hz 1 oct. -10 dB	6						
	Trou 630 Hz 1 oct. -10 dB	7						
	Trou 2500 Hz 1 oct. -10 dB	8						
Altération Aigues	Plat à partir de 800 Hz	9						
	-6 dB à partir de 800 Hz	10						
Altération Graves Aigues	-6 → 200 Hz -6 à partir de 1200 Hz	11						
	+6 → 200 Hz -6 à partir de 1200 Hz	12						

Figure 20

Isolements et plan expérimental

Les types de courbes d'isolement retenues pour l'étude sont au nombre de 34 et sont schématisés figure 20. Ces courbes sont classées horizontalement par pente allant de 0 à 16 dB par octave et verticalement par type d'accident. Douze sortes d'accidents ont été retenues. Toutes les cases du tableau ne sont pas remplies, car nous avons choisi d'étudier des formes de courbes d'isolement, correspondant à des cas réellement observés.

Six conditions de test nous ont paru intéressantes :

- 1° Situations logements :
 - Niveau de bruit de fond (spectre routier) = 25 dB(A)
 - Niveaux globaux d'isolement = 45, 48 et 51 dB(A)
- 2° Situations bureaux :
 - Niveau de bruit de fond (spectre routier) = 45 dB(A)
 - Niveaux globaux d'isolement = 35, 40 et 45 dB(A).

Pour des raisons pratiques la totalité des 34 types d'isolements n'a pas été testée pour ces 6 conditions.

Cela aurait en effet, conduit à un nombre d'expérimentations trop élevé. Les tests ont été réalisés dans un premier temps sur les 34 types d'isolements, pour la condition 48 dB(A) d'isole-

ment, 25 dB(A) de bruit de fond (condition 48-25). Les résultats obtenus ont servi à choisir 15 isolements parmi les plus caractéristiques, laissant de côté les cas redondants. Les 15 types d'isolement sélectionnés (en grisé sur la figure 20) ont été testés pour les cinq conditions restantes.

Ces dispositions nous ont donc conduit à étudier 109 conditions expérimentales.

Les tests ont été effectués à l'aide de 4 sujets audiométriquement normaux, choisis en fonction de leur plus ou moins grande aptitude à comprendre la parole dans de mauvaises conditions. Deux ont été retenus pour leurs performances moyennes, un pour ses performances un peu supérieures à la moyenne et un dernier pour ses performances un peu inférieures à la moyenne. Chaque sujet a été soumis deux fois à chaque condition expérimentale.

La mesure du taux d'intelligibilité de la parole a été faite au moyen de listes de mots français séparés en mots monosyllabiques et mots dissyllabiques. A partir d'un corpus de 400 mots nous avons constitué, par tirage au sort, 50 listes de 25 mots monosyllabiques et 25 mots dissyllabiques, dans lesquelles chaque mot n'apparaît que six fois.

Le plan expérimental utilisé est résumé figure 21.

Condition (48.25)	Numéros des isolements par ordre de passage tiré au sort									
	4.6	12.0	1.3	3.9	8.12			7.6		
Sujet n° 1	M ₁ M ₂	M ₉ M ₁₀						M ₄₇ M ₄₈		
Sujet n° 2	M ₃ M ₄							M ₄₉ M ₅₀		
Sujet n° 3	M ₅ M ₆				M _i M _{i+1}			M ₁ M ₂		
Sujet n° 4	M ₇ M ₈							M ₃ M ₄		

1er passage 2ème passage

Figure 21 Plan expérimental pour une condition donnée

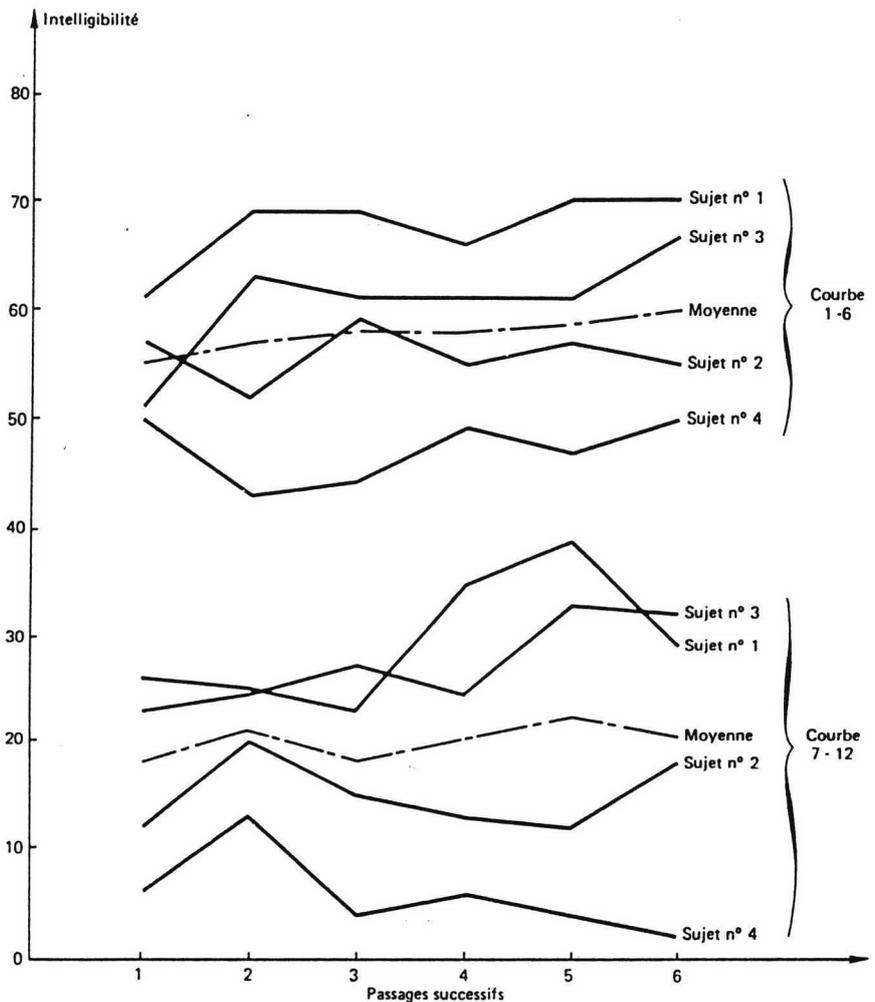


Figure 22 Comparaison des performances des 4 sujets (48-25)

Résultats

Pour contrôler un éventuel effet d'habituation ou de fatigue des sujets nous avons choisi deux isolements témoins qui ont été présentés 6 fois régulièrement répartis du début à la fin des tests sans que les sujets en soient avertis.

Les résultats portés figure 22 permettent de constater une très faible amélioration de la moyenne des performances des sujets au cours du temps. Cette augmentation des performances moyennes, de l'ordre de 1 à 2 % de mots compris, n'est pas significative pour l'intelligibilité d'un discours standard et reste de toute façon très inférieure aux écarts inter-sujets qui dans notre cas atteignent 35 %.

Les figures 23a et 23b donnent les variations en pourcent du nombre de mots compris pour les différents isolements testés. Les valeurs portées sur ces graphiques sont des moyennes brutes pour les quatre sujets et pour les deux passages. L'abscisse de ces graphiques ne comporte pas de mesure, nous y avons porté les numéros des isolement par ordre d'intelligibilité croissante pour les conditions 48-25.

On observe d'abord que, pour un même isolement en dB(A) et un même bruit de fond, la possibilité de reconnaissance des mots varie d'un isolement à l'autre dans des proportions importantes. Cela signifie que, pour des isolements réglementaires de 51 dB(A) par exemple et dans les conditions de bruit de fond et de niveau de la parole que nous avons utilisées, la reconnaissance des mots prononcés dans le logement voisin pourra varier de 0% à quelque 60%, suivant le type de paroi de séparation. Ce qui en terme d'intelligibilité du langage courant signifie que les conversations pourront être, soit totalement intelligibles, soit totalement intelligibles.

On observe cependant que si la valeur de l'isolement exprimé en dB(A) ne commande pas l'intelligibilité de la parole de

manière univoque, plus cette valeur est forte, moins la possibilité de reconnaissance des mots est grande. Cette constatation relève de l'évidence.

On remarque encore que le classement des différents isolements réalisé pour une même valeur du niveau global en dB(A) n'est pas rigoureusement conservé lorsque l'on modifie cette valeur, bien que dans l'ensemble l'allure du classement reste valable. Ceci résulte de l'inégale contribution des bandes de tiers d'octave à l'intelligibilité.

Lorsque l'on observe les scores d'intelligibilité obtenus pour les différents isolements de même valeur globale on peut noter que la caractéristique qui présente la meilleure corrélation avec l'intelligibilité est la pente moyenne de la courbe isolement-fréquence. L'intelligibilité la plus faible est obtenue pour les pentes de 9, 12 et 16 dB. Aucune sorte d'accident sur une pente moyenne de 6 dB par octave, si l'isolement global est conservé, ne permet d'obtenir des scores plus faibles qu'avec des pentes de 9 dB/octave.

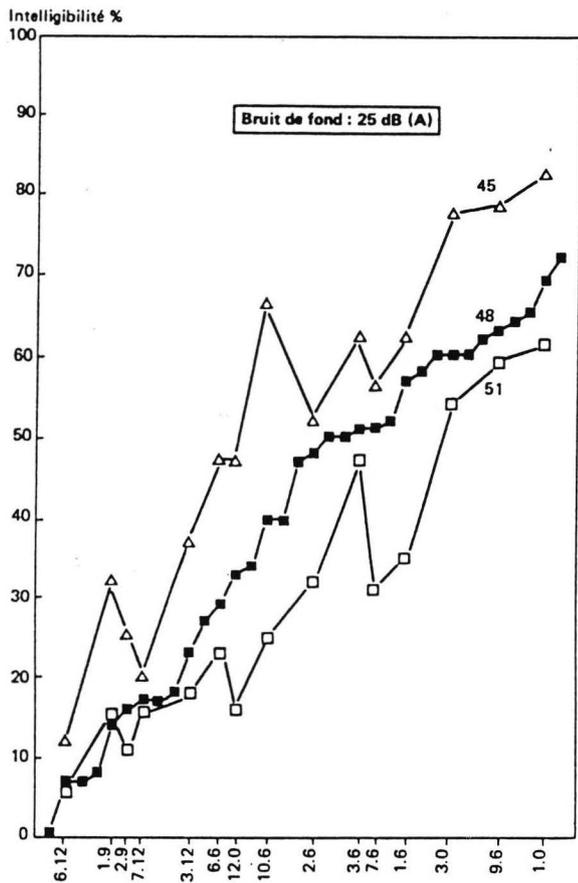


Figure 23a Variation du nombre de mots compris pour les différentes formes de courbes isolement-fréquence et pour trois valeurs de l'isolement global — 45, 48, 51 dB(A)

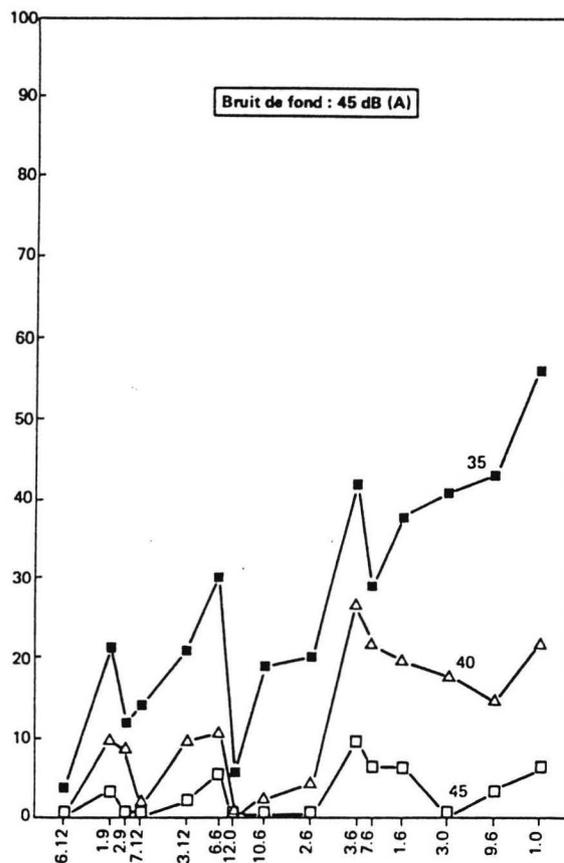


Figure 23b Variation du nombre de mots compris pour les différentes formes de courbes isolement-fréquence et pour trois valeurs de l'isolement global — 35, 40, 45 dB(A)

Comparaison des mesures d'intelligibilité avec le calcul

French et Steinberg puis plus récemment Kryter ont mis au point une méthode de prévision de l'intelligibilité de la parole basée sur un calcul d'émergence du signal de parole utile sur le niveau de bruit masquant. Nous avons cherché à appliquer cette méthode pour vérifier si elle était utilisable dans le cas de conversations entendues à travers un mur.

Ce procédé de calcul permet d'obtenir un indice d'articulation compris en général entre 0 et 1, qui a été mis expérimentalement en correspondance avec des pourcentages d'intelligibilité d'éléments phonétiques anglo-saxons tels que logatomes, mots mono et dissyllabiques, listes de phrases, etc.

Nous avons mis en correspondance l'indice d'articulation déduit des mesures avec celui résultant du calcul pour toutes les conditions expérimentales testées. Il résulte de cette comparaison que l'indice d'articulation mesuré est bien corrélé avec l'indice d'articulation calculé. Les coefficients de corrélation sont tous compris entre 0,90 et 0,96 pour un bruit de fond de 25 dB(A) et entre 0,63 et 0,93 pour un bruit de fond de 45 dB(A).

Par contre, les coefficients des droites de régression sont tous compris entre 0,5 et 0,8, ce qui signifie que les graphes anglo-saxons de correspondance entre indice d'articulation et intelligibilité que l'on trouve dans la littérature, ne sont pas valables pour le vocabulaire français. Ceci n'est pas très grave car il est possible de bâtir de tels graphes pour des tests d'intelligibilité en langue française, l'important étant d'obtenir une bonne corrélation.

La figure 24 donne un exemple de comparaison entre les indices d'articulation mesurés et calculés pour la condition 48-25 et des listes de mots monosyllabiques.

Condition 48-25
listes monosyllabiques
coefficient de corrélation $r=0,92$
coefficient de la droite $a=0,8$

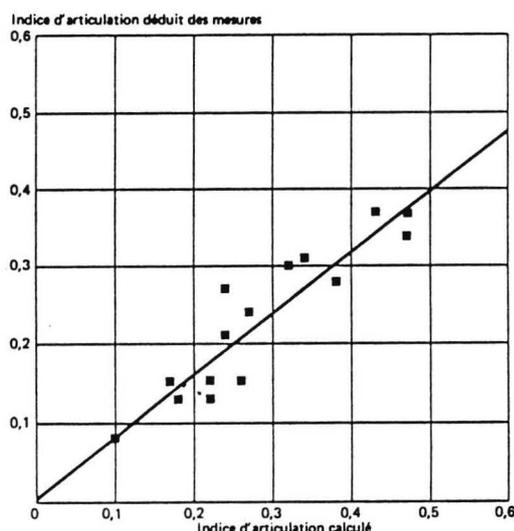


Figure 24 Comparaison entre les indices d'articulation mesurés et calculés

Ces résultats portant sur 109 comparaisons, permettent d'affirmer qu'il est possible de prévoir par le calcul les conditions d'intelligibilité attachées à un isolement et à un niveau de bruit de fond donné. Cela simplifie notablement l'approche de ces problèmes.

Conclusion

Les résultats de cette étude nous amènent à conclure que la pratique, consistant à exprimer un isolement en dB(A), ne permet pas de rendre compte de l'aptitude d'une séparation entre logements à permettre ou à empêcher la compréhension des conversations d'un logement à un autre.

Ceci résulte du fait que la pondération A n'a aucune relation avec le mécanisme de l'intelligibilité de la parole, et que la sommation effectuée ne permet plus de caractériser les formes des isollements dont dépend directement la possibilité de reconnaissance de la parole. A cet égard la méthode normalisée par l'ISO semble présenter un certain avantage puisqu'elle est fondée sur la comparaison de la forme de la courbe d'isolement avec une courbe standard. L'indice résultant a beaucoup plus de chances de refléter la forme de la courbe d'isolement que le dB(A). Nous avons du reste observé une meilleure corrélation entre indice d'articulation et isolement exprimés selon la norme ISO, qu'entre indice d'articulation et isolement exprimés en dB(A).

Cette étude doit se poursuivre en 1979 avec le problème de la reconnaissance de la musique et autres bruits domestiques, afin de pouvoir proposer soit un indice associé au dB(A), soit une alternative à ce dernier, permettant de mieux prendre en compte cet important aspect de la préservation de l'intimité des logements.

TRANSMISSION DU SON PAR LES FENÊTRES ET PAR LES PORTES

Source : R.E.E.F.

Sciences du Bâtiment 1984, p. 79, 80 et 82

3,323 Transmission du son par les ouvertures

3,323.1 *Transmission directe*

Les portes et fenêtres constituent en général, un point faible dans l'isolement acoustique des logements. Il est utile de savoir dans quelle mesure l'indice d'affaiblissement d'un élément composé d'une paroi percée d'une ouverture se rapproche de l'indice d'affaiblissement propre de la porte ou de la fenêtre qui ferme cette ouverture.

Soit $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ les coefficients de transmission de chaque élément de la paroi, S_1, S_2, \dots, S_n leurs surfaces respectives, S la surface totale. Le coefficient de transmission résultant est :

$$\tau = \frac{\tau_1 S_1 + \tau_2 S_2 + \dots + \tau_n S_n}{S}$$

EXEMPLE — Une porte de 2 m² ayant un indice d'affaiblissement de 20 dB est placée dans un mur de 12 m² et de 40 dB d'indice d'affaiblissement. Quel est l'indice d'affaiblissement R d'une paroi homogène équivalant à l'ensemble quand la porte est fermée ?

La relation $R = 10 \log 1/r$ donne, pour $R = 20$ et $R = 40$:

$$r_1 = 10^{-2} \quad \text{et} \quad r_2 = 10^{-4}.$$

Le coefficient de transmission résultant a donc pour valeur :

$$r = \frac{r_1 S_1 + r_2 S_2}{S} = \frac{10^{-2} \times 2 + 10^{-4} \times 10}{12} = 1,75 \times 10^{-3}.$$

D'où l'indice d'affaiblissement cherché :

$$R = 10 \log (1,75 \times 10^{-3}) = 27,6 \text{ dB}.$$

L'indice résultant est ainsi plus près de celui de la porte que de celui du mur lui-même.

Les deux conclusions pratiques qui peuvent être déduites de ce calcul sont les suivantes :

1. Du point de vue acoustique, il est inutile de construire un mur très isolant quand il doit être percé d'ouvertures qui n'ont qu'un faible isolement.

Reprenant l'exemple précédent, nous supposons que l'indice d'affaiblissement du mur soit tombé de 40 dB à 30 dB, ce qui permet de faire descendre son poids de 100 à 20 kg/m² environ. Si nous recommençons le calcul précédent, nous trouvons que l'isolement résultant est passé de 27,6 à 26 dB; la diminution est très faible.

Lorsqu'une paroi n'est pas constituée de façon identique dans toute son étendue mais comporte, au contraire, des parties de nature et de superficie différentes, celles-ci doivent avoir des indices d'affaiblissement aussi voisins que possible les uns des autres. Si ces indices sont différents, ils doivent être tels que, du fait des différences de superficie des diverses parties de la paroi, l'indice résultant conserve une valeur acceptable. Pour les portes occupant une surface égale à 10 à 20 % de la surface totale de la paroi, il faut éviter que l'indice d'affaiblissement de l'ouverture ne descende à plus de 10 dB au-dessous de l'indice de la paroi elle-même. Le tableau de la page suivante donnant l'indice résultant d'une paroi de 50 dB percée d'une ouverture pour divers indices d'affaiblissement de celle-ci fait comprendre cette règle. Les surfaces respectives sont celles de l'exemple précédent; les valeurs sont exprimées en décibels.

INDICE D'AFFAIBLISSEMENT RÉSULTANT D'UNE PAROI DE 50 dB

Indice d'affaiblissement de la paroi	Indice d'affaiblissement de l'ouverture	Indice d'affaiblissement résultant	Différence d'affaiblissement entre paroi non percée et percée
50	50	50	0
50	40	46	4
50	30	38	12
50	20	28	22
50	10	18	32
50	0	8	42

On voit sur ce tableau que la perte d'isolement due à l'ouverture n'est pas trop sensible tant que la différence entre les indices de la paroi et de l'ouverture est inférieure à 10 dB.

L'isolement propre d'une porte de dimensions données dépend de sa masse et surtout de ses joints. Dans une porte ordinaire, il y a en général un « jour » à la partie inférieure et plus la surface de celui-ci est grande, plus l'isolement est faible. Il est intéressant de donner l'affaiblissement maximal que peut avoir la porte pour des largeurs de fentes diverses en utilisant la formule :

$$\tau = \frac{S_f}{S}$$

S_f étant la surface de la fente et S , celle de la porte.

C'est ce qu'indique le tableau suivant pour une porte de 2 m² de surface et des largeurs de fente allant de 0,5 à 40 mm.

Largeur de la fente (en mm) :	0,5	1	5	10	20	30	40
Isolement maximal (en dB) :	36	33	26	23	20	18	17

Pour des portes d'habitation dont le jour laissé libre est de l'ordre du centimètre, l'indice d'affaiblissement ne peut dépasser 20 à 25 dB quelle que soit la masse de la porte. La suppression du jour par la mise en place d'un seuil sur lequel vient appuyer un joint creux (fig. 43) ou par l'adjonction d'un bourrelet de feutre ou d'une plinthe qui s'abaisse à la fermeture de la porte (fig. 44) améliore notablement l'isolement.

Dans les meilleures conditions de fermeture, la porte aura un indice d'affaiblissement assez voisin de celui du panneau qui la compose. Dans la plupart des cas, cet indice d'affaiblissement est indépendant de la fréquence, tout au moins, entre 100 et 3 200 Hz. Il se situe à 15 dB pour les mauvaises portes et à 30 dB pour les bonnes portes.

Lorsque la porte est constituée de deux panneaux minces relativement indépendants, l'indice d'affaiblissement peut nettement croître avec la fréquence. On trouvera des résultats de mesures concernant certaines portes dans les *Cahiers du CSTB* [24].

L'isolement propre d'une fenêtre dépend de l'épaisseur du verre qu'elle comporte ainsi que de la nature de la menuiserie et de son étanchéité au son.

Comme il l'a été vu précédemment, l'indice d'affaiblissement du verre dépend de l'épaisseur de celui-ci et de l'angle d'incidence des ondes acoustiques.

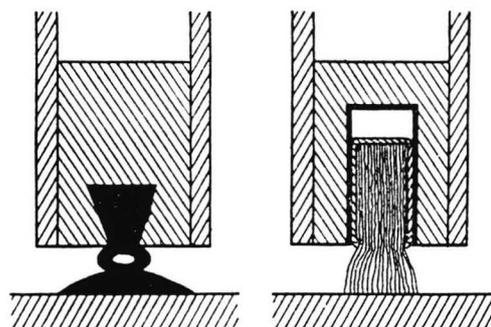


Figure 43
Joint de porte avec seuil.

Figure 44
Joint de porte sans seuil.

vitrages scellés :

Épaisseur (en mm)			Masse totale (kg/m ²)	Indice d'affaiblissement moyen (100 à 3 200 Hz)		
Verre	Air	Verre		0°	45°	75°
2,6	6	2,6	13	27	24	20
4	6,5	4	20	29	27	22
4	8	4	20	31	28	22
8	12	8	40	35	28	24
8	20	8	40	36	29	25
4	12	12	40	38	32	29
5,5	100	5,5	27,5	43	38	34

Lorsque les fenêtres sont ouvrantes, l'étanchéité au son des menuiseries devient un facteur prépondérant de l'isolement. Pour être utile, cette étanchéité doit être d'autant meilleure que les verres utilisés sont plus épais. En particulier, l'utilisation de vitrages en glace n'a réellement d'intérêt que si les menuiseries sont munies de joints spéciaux assurant une étanchéité parfaite.

3.323.2 Transmission par diffraction

Même en l'absence de toute surface réfléchissante placée devant la façade d'un bâtiment, le son peut se propager d'un local à un autre grâce aux phénomènes de diffraction.

La prévision théorique de l'affaiblissement du son, d'un local à un autre, par un tel chemin de transmission, est quasi impossible.

D'après quelques mesures effectuées par le CSTB, il apparaît que l'affaiblissement du son, entre deux locaux juxtaposés ou superposés, fenêtres ouvertes, est de l'ordre de :

- 30 à 35 dB, à toutes les fréquences, pour des ouvertures ne dépassant pas 2 m² avec une distance entre bords inférieure à 1,5 m, sans relief de la façade ;
- 40 dB, à toutes les fréquences, dans les mêmes conditions que précédemment, sauf en ce qui concerne la distance de bord à bord des fenêtres qui est alors de 3 m.

La présence d'un écran (autre bâtiment, par exemple) en vis-à-vis, à courte distance, diminue notablement les valeurs précédentes.

AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE DES TYPES USUELS DE PORTES

COMPORTEMENT D'UN SAS ACOUSTIQUE

**Source : HAMAYON (L.), Guide d'acoustique
pour la conception des bâtiments d'habitation,
Ed. du Moniteur, Paris, 1982, p. 59**

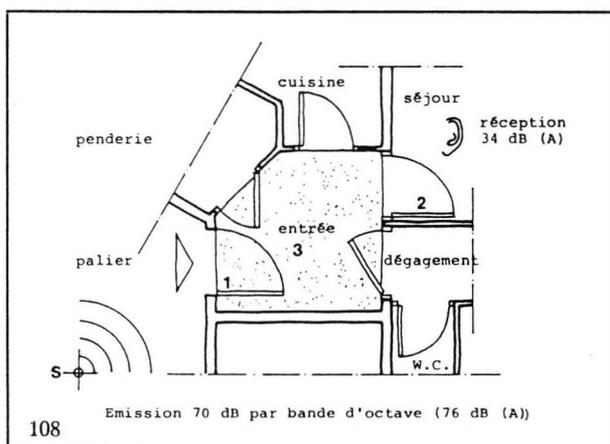
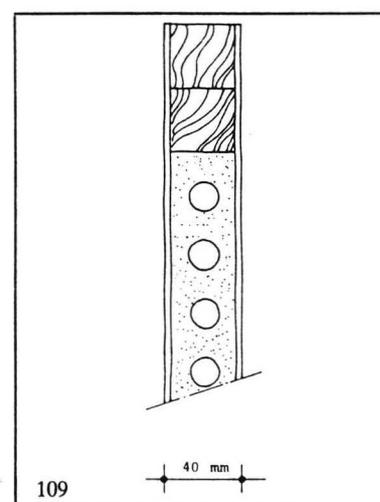
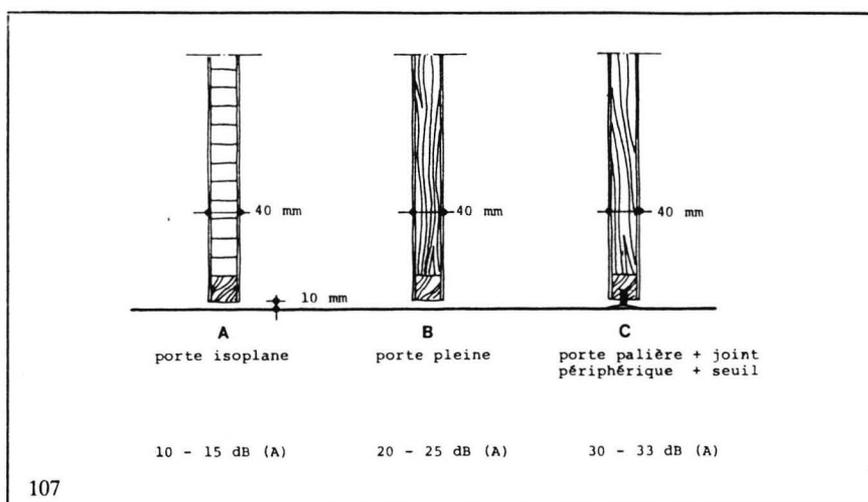


Figure 107 : Affaiblissements acoustiques des types usuels de portes.

Figure 108 :

- 1 : Porte palière à âme pleine + joint + seuil.
- 2 : Porte du séjour isoplane avec jour en partie basse pour la ventilation (il y a aussi un passage d'air en périphérie).
- 3 : Sol de l'entrée en tapis aigilleté.

Figure 109 : Porte d'aggloméré bois à tubulures verticales ou horizontales.

Ceci montre que la seule porte palière est en général insuffisante pour assurer l'isolation indispensable et qu'il est nécessaire de prévoir deux portes entre un palier et une pièce habitable. Il faut donc, pour répondre à la réglementation, créer un sas comme par exemple une entrée.

Un sas est d'autant plus efficace :

- que son volume est grand ;
- qu'il comporte plus d'absorbants (moquette, tapisseries...);
- que les portes ne sont pas situées l'une en face de l'autre.

La présence d'un sas ne doit pas nous détourner d'un certain nombre de précautions.

Ainsi, le sas présenté dans la figure 108, de petit volume il est vrai, mais comportant un revêtement de sol absorbant (tapis

aigilleté) et des portes décalées, n'a procuré qu'un isolement de 42 dB (A) alors que toutes les précautions phoniques avaient été prises au niveau de la porte palière.

Portes palières

Ouvrant proprement dit

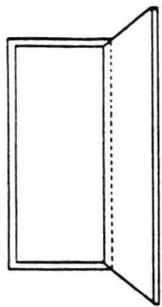
L'ouvrant doit être en matériau lourd. Il est à noter que certains ouvrants, bien que répondant à la réglementation incendie, comportent des tubulures horizontales ou verticales (fig. 109) et sont donc moins efficaces phoniquement que s'ils étaient pleins.

QUELQUES EXEMPLES DE CONFIGURATIONS DE FENÊTRES

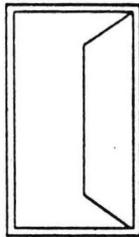
Source : In Dictionnaire technique du bâtiment et des travaux publics, Eyrolles-Paris, 1976, p. 76

et FORMULE DE CALCUL DE L'ISOLEMENT D'UNE FENÊTRE OUVERTE

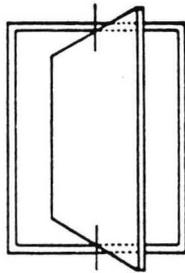
Source : PUJOLLE (J.) - La pratique de l'isolation des bâtiments, Ed. du MONITEUR, Paris, 1978, p. 238-240



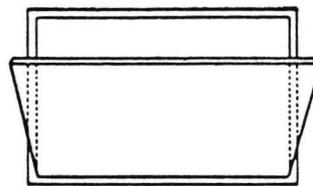
à la Française



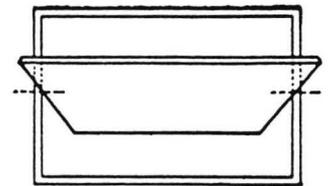
à l'Anglaise



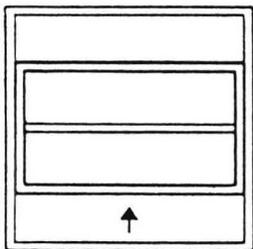
Pivotante



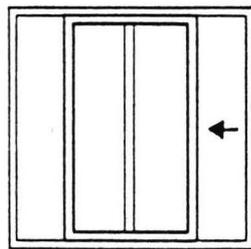
à Soufflet



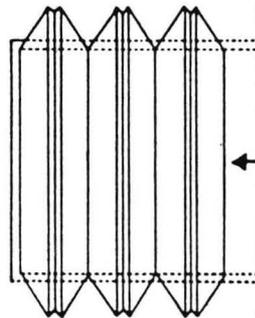
Basculante



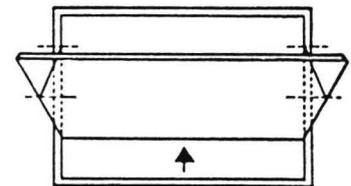
à Guillotine



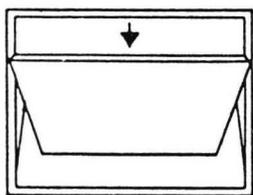
Coulissante



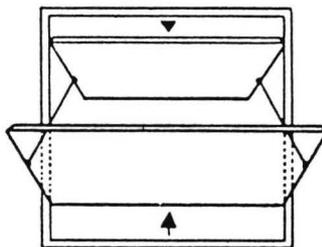
en Accordéon



à la Canadienne



à l'Italienne



à l'Australienne

1° Isolement de la fenêtre ouverte

Quelle baisse d'isolement doit-on subir quand la fenêtre est ouverte ? Tout dépend de son degré d'ouverture.

Si elle est ouverte complètement, on peut considérer que toute la surface de l'ouverture S_1 rayonne à l'intérieur l'énergie sonore qu'elle reçoit de l'extérieur. L'isolement normalisé est alors :

$$D_n = 10 \log \frac{V}{S_1} - 5 \text{ dB (A)} \quad (187)$$

V étant le volume du local considéré.

Pour un local d'habitation de volume $V = 30 \text{ m}^3$ et lorsque la surface d'ouverture passe de 5 m^2 à $1,5 \text{ m}^2$, l'isolement normalisé varie de 3 à 8 dB (A). On voit comment la réduction de la surface d'ouverture améliore l'isolement. Lorsque la fenêtre est entrouverte, l'isolement obtenu peut être calculé comme un isolement composite, à l'aide de la formule approximative :

$$\tau = \tau_2 + \frac{S_1}{S_2} \quad (188)$$

τ étant le facteur de transmission de l'ensemble ;
 τ_2 le facteur de transmission de la fenêtre fermée ;
 S_1 la surface de l'ouverture ;
 S_2 la surface de la fenêtre.

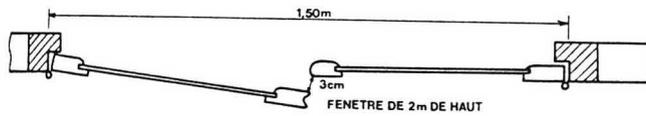


FIG. 98. — Coupe sur une fenêtre entrouverte.

Prenons deux exemples de fenêtres de 20 et 40 dB d'isolement et deux types d'ouvertures :

FENÊTRE ENTROUVERTE FAIBLEMENT (fig. 98)

$$S_1 = 0,075 \text{ m}^2, S_2 = 2 \times 1,50 = 3 \text{ m}^2$$

Première fenêtre : $\tau_2 = 10^{-2}$, $10 \log (1/\tau) = 14,3 \text{ dB}$

L'isolement baisse de 6 dB environ.

Deuxième fenêtre : $\tau_2 = 10^{-4}$, $10 \log (1/\tau) = 16 \text{ dB}$

L'isolement baisse beaucoup plus, de 24 dB environ.

La valeur de 16 dB est une valeur limite. Si on avait pris une fenêtre encore plus isolante, de 50 à 60 dB, on aurait obtenu le même résultat : 16 dB. Il est inutile d'installer une fenêtre très isolante, si elle n'est pas complètement fermée, avec de bons joints. En revanche, une fenêtre simple avec du verre à vitre de 3 mm voit son isolement baisser assez peu, si elle est à peine entrouverte (jour de largeur inférieure à 2 cm). On peut, dans cette disposition, améliorer l'isolement en obligeant le flux d'énergie sonore passant par l'ouverture à tomber sur des éléments absorbants (voir figure 99).

FENÊTRE ASSEZ LARGEMENT ENTROUVERTE

Le jour est cette fois large de 10 cm :

$$S_1 = 0,275 \text{ m}^2, S_2 = 3 \text{ m}^2$$

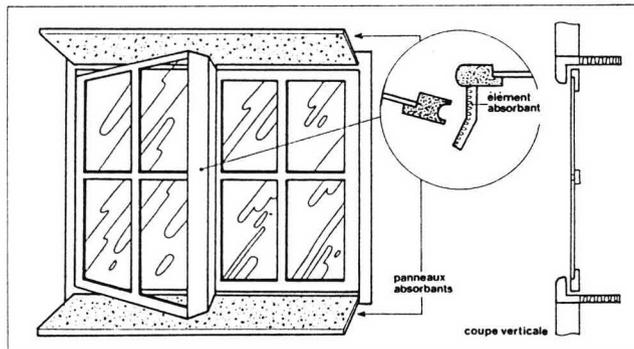


FIG. 99. — Amélioration de l'isolation d'une fenêtre entrouverte.

Première fenêtre d'isolement égal à 20 dB :

$$\tau_2 = 10^{-2}, 10 \log (1/\tau) = 10 \text{ dB}$$

Deuxième fenêtre dont l'isolement est de 40 dB :

$$\tau_2 = 10^{-4}, 10 \log (1/\tau) = 10 \text{ dB}$$

L'isolement propre de la fenêtre ne peut guère dépasser 10 dB. Si la surface de la partie vitrée est le quart de la surface de la paroi de façade, l'isolement normalisé sera de 20 dB (A) environ dans le premier cas d'ouverture faible, 16 dB (A) dans le dernier. Ainsi l'isolement normalisé peut varier dans de larges limites suivant le degré d'ouverture : 3 à 20 dB (A) environ dans les cas cités.

SUPERPOSER - JUXTAPOSER LES PIÈCES DU LOGEMENT : CONSEILS ET BON SENS

Source : R.E.E.F.

Sciences du Bâtiment 1984, p. 104

4,22 Les conseils ci-après tiennent compte de ces diverses considérations et de l'état actuel des techniques d'isolement acoustique, au sujet desquelles on notera, plus particulièrement, la difficulté d'assurer une protection efficace contre certains bruits d'équipement et contre les bruits de choc sur le sol des cuisines. Or, il faut avoir présent à l'esprit :

- qu'un choc sur le sol d'une pièce est perçu à l'étage inférieur non seulement dans la pièce située immédiatement en-dessous, mais aussi dans les pièces contiguës,
- qu'une chasse de W.-C., par exemple, fonctionnant à un étage donné, peut engendrer du bruit plusieurs étages en-dessous.

4,221 Il est formellement déconseillé :

- a) de juxtaposer ou superposer la cuisine d'un logement à une chambre d'un logement voisin ;
- b) de placer, dans une chambre ou une salle de séjour, des canalisations d'amenée ou d'évacuation d'eau ou des gaines contenant ces canalisations ;
- c) de fixer à l'extérieur d'une chambre, mais contre une paroi la limitant, des canalisations un vide-ordures, ou des équipements sanitaires, à moins que ceux-ci ne soient fixés par l'intermédiaire de dispositifs antivibratiles, et que la paroi ait une masse d'au moins 350 kg/m² ;
- d) de placer immédiatement sous un logement une chaufferie desservant plus d'une trentaine de logements.

4,222 Il est déconseillé :

- a) de juxtaposer la cuisine et la chambre d'un même logement ;
- b) de juxtaposer le séjour d'un logement et la chambre d'un autre logement ;
- c) de placer une chambre contre une cage d'escalier ;
- d) de fixer à l'intérieur d'un séjour, ou contre une paroi le limitant, des canalisations ou des équipements sanitaires, à moins que ceux-ci ne soient fixés par l'intermédiaire de dispositifs antivibratoires et que la paroi ait une masse d'au moins 350 kg/m² ;
- e) de placer immédiatement sous un logement une chaufferie, même de petite puissance ;
- f) de placer dans un bâtiment d'habitation une chaufferie desservant plus d'une cinquantaine de logements.

4,223 Il est recommandé :

- a) de prévoir dans chaque logement un vestibule d'entrée fermé, de telle sorte que chaque pièce soit séparée des circulations communes (palier, coursive) par au moins une porte outre la porte palière ;
- b) de placer les chambres sur la façade la moins bruyante ;
- c) d'utiliser au mieux les éléments porteurs lourds (cas d'une construction à refends porteurs) et les joints de dilatation, pour assurer un isolement correct entre les diverses parties d'un même logement ou entre logements contigus ⁽¹⁰⁾.

4,224 Enfin, on notera les points suivants :

- a) pour réaliser un bon isolement entre deux pièces d'habitation d'un même logement (par exemple, entre la chambre d'un travailleur de nuit et le séjour), il est nécessaire de les séparer par deux portes successives au moins ⁽¹¹⁾.
- b) pour satisfaire à la plupart des recommandations ci-dessus, il est avantageux de grouper les pièces de service.

(10) Cf. paragraphe 4,312 en ce qui concerne le rôle des joints de dilatation dans les murs composés.

(11) Si les pièces sont contiguës, il faut, en outre, que la paroi séparative ait une certaine masse (cf. § 3,3).

**QUELQUES EXEMPLES DE NIVEAUX DE
SOURCES SONORES URBAINES ET DOMESTIQUES**

**Source : R.E.E.F. Volume II
Sciences du Bâtiment 1984, p. 22**

Exemples de niveaux de pression acoustique L _p (en décibels) non pondérés :	
130	Avion à réaction à pleine poussée (30 m)
110	Klaxon de voiture (1 m)
100	Atelier de bois
95	Gros camion à 7 m
90	Intérieur d'un autobus
80	Bruit dans une rue à fort trafic
75	Automobile à 7 m
65	Conversation à 1 m
40	Ambiance de studio de radio, TV
20	Bruissement des feuilles
0	Seuil d'audibilité.

Exemples de niveaux de puissance : L _w (en décibels)	
195	Grosse fusée
160	Quadriréacteur
130	Orchestre de 75 musiciens
120	Piano
100	Automobile à grande vitesse
70	Voix normale
30	Murmure.

NIVEAUX SONORES MAXIMAUX DES VEHICULES
EN PLEINE ACCELERATION (tableau du haut) OU
CIRCULANT A VITESSE CONSTANTE ET MODEREE

Source : R.E.E.F.

Sciences du Bâtiment 1984, p. 32

Dans toutes les villes et même dans certaines agglomérations rurales, les véhicules automobiles constituent un fléau par le bruit qu'ils produisent.

Le bruit d'un véhicule circulant résulte de la superposition de bruits divers émanant du moteur, des organes de transmission, des pneumatiques, de la carrosserie, etc.

On aura une idée assez exacte du niveau du bruit émis par les véhicules du parc actuel roulant sur une chaussée en bon état, en se reportant au tableau suivant extrait de l'arrêté du 25 octobre 1962, imposant des limites au bruit des véhicules. Les limites indiquées dans ce tableau correspondent au cas de véhicules isolés, le niveau de bruit étant mesuré dans des conditions bien déterminées par l'arrêté (véhicule en pleine accélération dans le second rapport de vitesses, aux environs de 50 km/h. Point d'observation à 7,5 m de l'axe du véhicule et à 1,2 m du sol, en terrain dégagé). Les niveaux indiqués dans le tableau ont été déterminés après qu'une campagne de mesures fut effectuée sur le parc de véhicules existants. Il faut espérer que les progrès de la technique permettront d'abaisser rapidement ces limites.

Catégories de véhicules	Niveaux sonores maximaux en décibels A
Cyclomoteurs	76
Véломoteurs et véhicules assimilés	80
Motocyclettes et motoculteurs	86
Véhicules utilitaires d'un poids total en charge inférieur ou égal à 3,5 t.	83
Voitures particulières	83
Véhicules de transport en commun	90
Véhicules utilitaires d'un poids total en charge supérieur à 3,5 t, tracteurs agricoles et machines agricoles automotrices	90

Les conditions de mesure (pleine accélération) sont telles que les niveaux indiqués ci-dessus constituent sensiblement la limite supérieure des niveaux du bruit pouvant être produits par ces véhicules, en bon état, sur une chaussée ayant un bon revêtement. Un tableau extrait d'une étude de Stephenson et Vulkan [32] permet de constater que lorsque les véhicules circulent à vitesse constante et très modérée (40 à 50 km/h) ils produisent bien moins de bruit que dans le cas précédent (cyclomoteurs exceptés).

Catégories de véhicules	Niveaux sonores maximaux en dB (A) à 7 mètres (moyenne sur 25 à 200 véhicules de chaque sorte)
Cyclomoteurs	77
Véhicules utilitaires légers	73
Voitures particulières	71
Véhicules de transport en commun	83
Véhicules utilitaires lourds	81

Le niveau du bruit mesuré près d'une chaussée résulte rarement d'un seul véhicule. Le plus souvent il est dû à la superposition des bruits de nombreux véhicules différents répartis sur la chaussée avec des vitesses et accélérations différentes. Il s'ensuit que ce niveau est très fluctuant et ne peut être représenté correctement que par une distribution statistique.

Lorsque l'écoulement du flot des véhicules se fait librement et si le trafic est assez élevé, les variations à court terme (observation sur 15 mn par exemple) du niveau global du bruit en bordure de chaussée suivent une loi proche d'une loi de Gauss, tandis que la variation à long terme (sur une journée) dépend essentiellement des variations correspondantes du trafic.

INFLUENCE DU BALCON SUR L'ISOLEMENT DE LA FAÇADE AUX BRUITS EXTERIEURS

1/ Source : PUJOLLE (J.), La pratique de l'isolation acoustique du bâtiment, Ed. du Moniteur, Paris, 1978, p. 256 / 258

V. — Ecran protecteur de façade

Pour améliorer indirectement l'isolement d'une paroi extérieure de bâtiment, on peut placer entre elle et la source de bruit un obstacle qui arrête une partie des ondes émanant de la source. Ce dispositif doit avoir une forme telle qu'il intercepte tous les rayons sonores issus des sources de bruit et qui, sans lui, frapperaient la paroi extérieure considérée, ce qui revient à dire que de n'importe quel point de cette paroi on ne doit pas voir les sources de bruit. Divers moyens sont employés pour constituer cet obstacle :

- Le balcon, la loggia sur la façade même ;
- Un écran dressé au bord d'une route ;
- D'autres bâtiments ou constructions diverses ;
- Un épais rideau de végétation étagée.

A. — Influence du balcon sur l'isolement

L'amélioration apportée à l'isolement par un balcon est très variable, suivant la hauteur de l'étage, la profondeur du balcon, la constitution du garde-corps et des séparations se trouvant sur le balcon, suivant aussi le degré d'absorption de la sous-face du balcon. Plus ce dernier intercepte de rayons issus des sources de bruit, plus forte sera l'amélioration. Sur les bas étages, celle-ci est quasi nulle. Le bruit provenant de la rue frappe directement les fenêtres de ces étages (fig. 111). Au contraire, sur les étages élevés, le balcon fait écran, mais les rayons sonores peuvent se réfléchir sur la sous-face du balcon supérieur et venir frapper les fenêtres de la façade. Il est donc utile de garnir cette sous-face d'un matériau absorbant le son à toutes fréquences et surtout dans la bande de fréquences de 100 à 500 Hz. L'écran que constitue le balcon sera plus complet si le garde-corps est plein et continu (fig. 112). Un balcon à garde-corps à demi fermé (fig. 112-b) sera meilleur qu'un balcon ouvert (fig. 112-a). Un balcon à garde-corps plein avec des séparations (fig. 112-c) sera encore meilleur. Une étude des améliorations possibles a été faite par Ph. Gilbert dans le cahier n° 901 du C.S.T.B. (1969). On note les augmentations d'isolement suivantes :

- Pour un balcon ouvert : 0 à 3 dB (A) suivant l'angle d'incidence des rayons sonores ;
- Pour un balcon ouvert avec un absorbant : 1 à 4 dB (A) ;
- Pour un balcon à garde-corps plein : 1 à 4 dB (A) ;
- Pour le même balcon avec un absorbant : 3 à 6 dB (A).

Les essais ont porté aussi sur l'amélioration qu'apporte une loggia. Les gains d'isolement sont encore plus substantiels, surtout lorsqu'on garnit cette loggia du maximum de matériaux absorbant fortement le son.

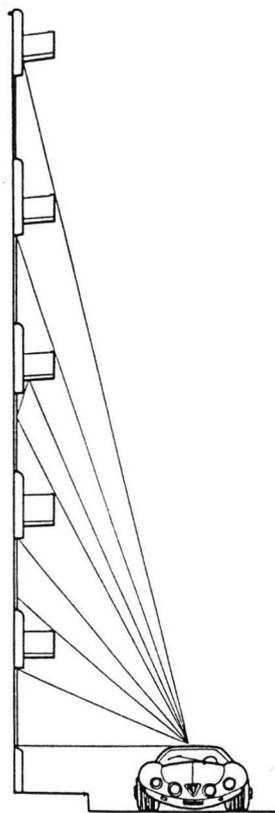


FIG. 111. — Incidence des rayons sonores sur une paroi de façade.

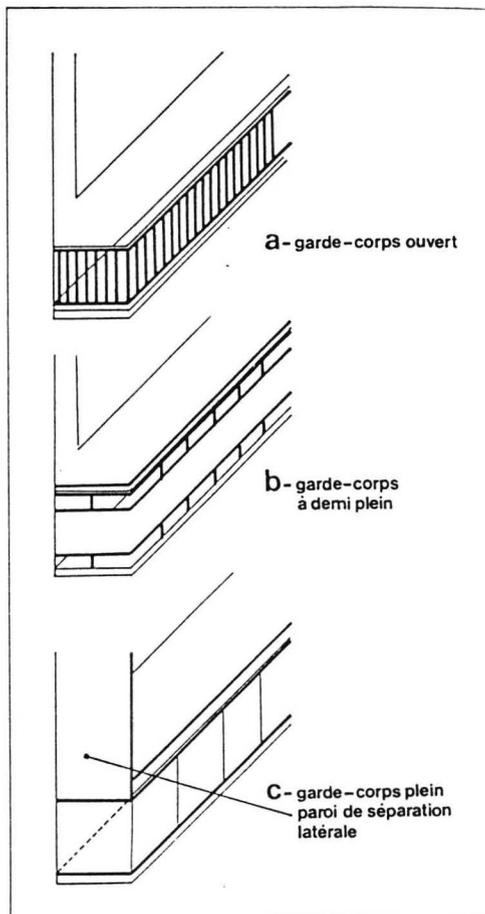


FIG. 112. — Différents types de balcons.

Les augmentations d'isolement constatées sont :

- 1 à 6 dB (A) pour la loggia nue ;
- 9 à 13 dB (A) avec un absorbant.

L'avantage procuré par ce dernier est assez important. Malheureusement, il est difficile de trouver un matériau absorbant à toutes fréquences et résistant aux intempéries. Le dispositif préconisé est celui qui est représenté sur la figure 113. Il comprend une tôle métallique souple placée à une distance d de la paroi. Sur cette tôle, est collé un matériau acoustique poreux de 2 à 3 cm.

257

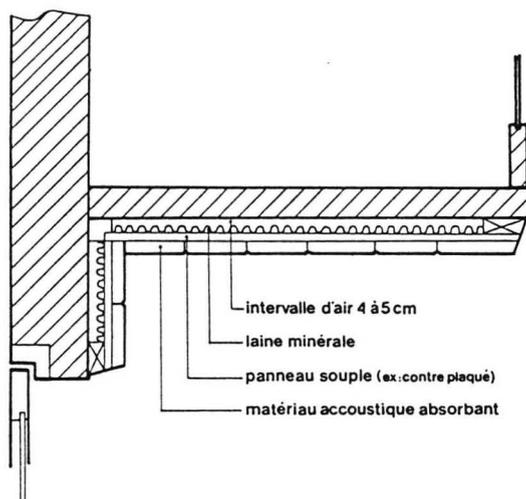


FIG. 113. — Traitement acoustique d'un dessous de balcon.

L'intervalle d'air entre plaque et paroi doit être amorti avec un matériau fibreux léger. La valeur de d est choisie de façon à rendre l'absorption du matériau maximum à 125 Hz :

$$d = \frac{0,23}{m} \quad (200)$$

d étant mesuré en m ;

m étant la masse surfacique du dispositif en kg/m^2 .

2/ Source : C.S.T.B. "Etudes et recherches" n° 240,
juin 1983, Caher 1855, p. 14

Réduction de l'indice d'affaiblissement acoustique d'une façade, permise par la présence de balcons ou loggias et, corrélativement, accroissement de l'isolement d'un local par la mise en place d'un balcon ou d'une loggia dans le cas d'une façade parallèle à une voie routière (à $\pm 15^\circ$ près). La façade est vue sous l'angle de site φ du point de la voie routière le plus proche de la façade. On pourra aussi consulter le Cahier du CSTB n° 901.

	$\varphi = 0$	$\varphi = 30^\circ$	$\varphi \geq 60^\circ$
Un balcon à claire voie...	nulle	nulle	nulle
Un balcon plein ou une loggia.....	nulle	+ 1 dB(A)	+ 1 dB(A)
Un balcon à claire-voie avec absorbant en sous-face du balcon de l'étage supérieur. On suppose que les absorbants acoustiques ont un facteur d'absorption α s égal à 0,5 à toutes les fréquences supérieures à 250 Hz.....	nulle	nulle	2 dB(A)
Un balcon plein avec absorbant en sous-face du balcon de l'étage supérieur. On suppose que les absorbants acoustiques ont un facteur d'absorption α s égal à 0,5 à toutes les fréquences supérieures à 250 Hz.....	nulle	2 dB(A)	3 dB(A)
Une loggia* avec absorbants en sous-face du balcon de l'étage supérieur et sur les parements verticaux. On suppose que les absorbants acoustiques ont un facteur d'absorption α s égal à 0,5 à toutes les fréquences supérieures à 250 Hz.....	2 dB(A)	4 dB(A) selon les dimensions	6 dB(A) selon les dimensions
* Il s'agit d'une loggia non entièrement fermée vis-à-vis de l'extérieur.			

3/ Source : HAMAYON (L.), Guide d'acoustique pour la conception des bâtiments d'habitation, Ed. du Moniteur, Paris, 1982, p. 64

Le tableau suivant donne l'augmentation de l'isolement due à des balcons et loggias, la façade étant vue sous l'angle de

site φ du point de la voie routière la plus proche de la façade¹.

Augmentation de l'isolement due à	$\varphi = 0$	$\varphi = 30^\circ$	$\varphi \geq 60^\circ$
Un balcon à claire-voie.	nulle	nulle	nulle
Un balcon plein.	nulle	1 dB (A)	1 dB (A)
Un balcon à claire-voie avec absorbant en sous-face du balcon de l'étage supérieur ² .	nulle	1 dB (A)	2 à 3 dB (A)
Un balcon plein avec absorbant en sous-face du balcon de l'étage supérieur ² .	nulle	2 à 3 dB (A)	3 à 5 dB (A)
Une loggia avec absorbant en sous-face du balcon de l'étage supérieur et sur les parements verticaux ² .	1 à 2 dB (A)	3 à 5 dB (A) selon dimensions	5 à 7 dB (A) selon dimensions

Le balcon est donc souvent moins efficace qu'on ne l'espère ; quelquefois même il peut augmenter le niveau sonore dans un logement ne disposant pas lui-même d'un balcon (fig. 115). En effet, à l'énergie acoustique entrant directement dans le logement vient se joindre l'énergie réfléchie par la sous-face du balcon supérieur. Il faut être conscient de ce phénomène en concevant un immeuble.

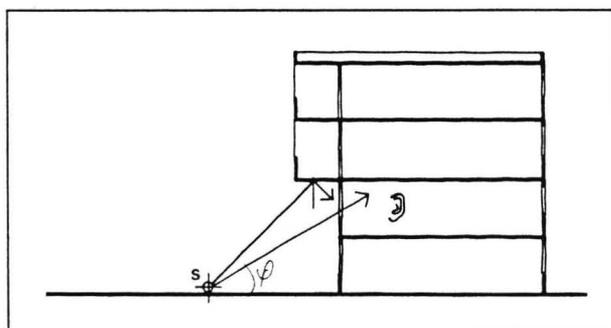


Figure 115 : La présence d'un balcon peut augmenter le niveau sonore dans le logement situé en dessous.

Protection par la façade proprement dite

En acoustique, l'isolation procurée par une paroi dépend de l'isolation procurée par chacun de ses composants. Elle est proche de celui de ses composants le moins isolant.

Les murs extérieurs, s'ils sont traditionnels, ont un indice d'affaiblissement

acoustique bien supérieur à la plupart des fenêtres. Aussi considère-t-on que l'isolation est essentiellement procurée par la qualité des fenêtres et des amenées d'air frais.

L'isolation entre le milieu extérieur et la pièce de réception dépend du volume du local de réception (plus le volume est grand, plus l'énergie passant par mètre carré de façade est faible par unité de volume), de la surface de la façade et notamment de la surface des fenêtres (plus la surface des fenêtres est importante, plus l'énergie pénétrant dans la pièce est considérable), de l'aire d'absorption équivalente de la pièce de réception (ne sachant comment la pièce va être meublée, on ne tient compte que d'une valeur donnant une durée de réverbération de 0,5 s), et surtout de l'indice d'affaiblissement acoustique de la fenêtre et de la qualité des entrées d'air.

Ces divers points peuvent être résumés dans le tableau suivant donné dans le livre de Dan Tatutesco, *Protection acoustique des bâtiments contre les bruits de circulation*³, auquel on se reportera pour plus de détails.

1. D'après Philippe Gilbert in *Annales de l'I.T.B.T.P.* (décembre 1972), les « Exemples de solutions du C.S.T.B. » et les corrections apportées par Philippe Gilbert en septembre 1981.

2. On suppose que les absorbants acoustiques ont un facteur α_s égal à 0,5 à toutes fréquences ≥ 250 Hz.

3. Éditions Eyrolles, Paris, 1981. Recherche effectuée pour le compte du R.A.U.C.