



HAL
open science

Repenser le design d'une ambiance - Que voulez-vous écouter ?

Björn Hellström, Bengt Johansson, Philip Zalyaletdinov

► **To cite this version:**

Björn Hellström, Bengt Johansson, Philip Zalyaletdinov. Repenser le design d'une ambiance - Que voulez-vous écouter ?. 1st International Congress on Ambiances, Grenoble 2008, Sep 2008, Grenoble, France. pp.368-376. halshs-00833929

HAL Id: halshs-00833929

<https://shs.hal.science/halshs-00833929>

Submitted on 20 Jun 2013

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.

Repenser le design d'une ambiance

Que voulez- vous écouter ?

Björn Hellström, Bengt Johansson, Philip Zalialetdinov

EN GÉNÉRAL AUJOURD'HUI, les efforts acoustiques les plus importants se concentrent sur des stratégies de défense et de protection des gens contre les nuisances du bruit. Sans mettre de côté ces questions, il est temps que des stratégies offensives visant à mettre en valeur l'espace acoustique développent des relations constructives et créatives au cœur d'un contexte architectural. Ces stratégies impliquent des discussions critiques sur le développement des méthodes interdisciplinaires qui mettent en relation l'acoustique et l'architecture mais aussi, dans une certaine mesure, la psychologie, la sociologie, l'anthropologie, etc. Ce sont les aspects qualitatifs de l'espace architectural qu'il faut rechercher par des perspectives de construction et d'innovation tenant compte d'un design dynamique de l'espace-temps en jeu ainsi que de l'interaction avec l'humain. La question de base concernant la qualité des sons est la perception de l'écoute elle-même. Les sons apportent des informations sur les aspects spécifiques d'un lieu (chaque lieu a une identité sonore qui lui est propre), sur les critères spatiaux (on s'oriente par rapport aux sons), sur les critères sociaux (qui produit quel son et quelle est la relation du producteur avec le son?), et enfin sur la communication (nous agissons et nous réagissons par les informations sonores). Dans ce projet de recherche, il s'agit d'explorer l'utilisation des outils de design acoustique modernes dans la conception des ambiances acoustiques des vastes espaces intérieurs, tels que les centres commerciaux, les bibliothèques, les aéroports et les lieux de communication. Par-delà le calcul d'un certain nombre de paramètres acoustiques, ces outils sont susceptibles de fournir des éventualités d'auralisation, ce qui suppose d'écouter des sons enregistrés qui passent à travers un modèle de simulation. Or, les méthodes utilisées aujourd'hui pour les grands espaces intérieurs sont surtout ciblées sur le contrôle du bruit. Ceci implique que le seul paramètre acoustique intéressant est le volume sonore. La qualité du son dans ces espaces n'est pas prise en considération. Avec l'auralisation, il est possible de décider quelles sont les qualités acoustiques préférables à partir d'une perspective d'écoute incluant en conséquence les aspects du design.

La partie essentielle de ce projet concerne la modélisation virtuelle et la représentation. The University College of Arts et Crafts & Design (Konsfack) de Stockholm,

Repenser le design d'une ambiance

possèdent un laboratoire de pointe sur le design du son. Ce laboratoire est spécialisé dans ce genre de techniques et plus particulièrement dans l'auralisation. La spécificité de ce laboratoire est que dix personnes peuvent partager la même écoute, ce qui veut dire que ce laboratoire a également une fonction sociale et pédagogique. Les gens peuvent donc discuter de ce qu'ils entendent, contrairement à l'écoute au casque. Ainsi, ce laboratoire de design sonore est une plateforme ouverte où des chercheurs de disciplines différentes (acousticiens, architectes, entrepreneurs, artistes, musiciens, sociologues) travaillent ensemble au design des espaces acoustiques. Un autre avantage de ce laboratoire sans casque est que l'entendant peut tourner la tête pour faire l'expérience de l'environnement acoustique.

Description du projet

Il s'agit d'établir et d'évaluer une méthodologie pour le design acoustique en prenant un cas d'étude d'espace intérieur d'un type particulier: précisément, les vastes espaces intérieurs pourvus d'activités différentes. L'essentiel du projet traite de la modélisation virtuelle et de sa représentation. Le dispositif relie le logiciel de modélisation 3D pour l'architecture *Sketchup* avec le logiciel *Catt-Acoustic* utilisé pour les hypothèses de travail et pour l'auralisation.

Ce projet comprend les activités suivantes:

- créer et valider une méthodologie de design acoustique où les outils de simulation sont intégrés au processus de design;
- fournir un cas d'étude des améliorations acoustiques dans un vaste espace intérieur comportant des activités variées;
- évaluer les améliorations acoustiques suggérées dans le laboratoire de son utilisant un système de simulation d'écoute 5 canaux et déterminer aussi le potentiel de cette méthodologie pour dispenser une atmosphère acoustique susceptibles d'améliorer les qualités spatiales des aires étudiées aussi bien que les interactions sociales qui s'y déroulent.

Simulation acoustique et auralisation

Un certain nombre de programmes informatiques commerciaux dans lesquels les paramètres acoustiques sont calculés directement à partir d'un modèle 3D existent aujourd'hui; ils contiennent les propriétés acoustiques et les limites géométriques de l'espace à traiter. Ces programmes offrent ainsi des outils pour l'auralisation proprement dite qui permet d'écouter un son enregistré et traité par un modèle de simulation. Outil validé pour le design acoustique intérieur et à présent largement utilisé, l'auralisation a été inventée par le groupe d'acoustique de l'espace à l'Université technologique Chalmers (Göteborg). Cette technologie affinée par la société Catt est maintenant un outil puissant d'hypothèses et de design des espaces acoustiques. Créé par Catt-Bengt-Inge Dalembäck,

Chapitre 4 - Échelles

le programme *Catt-Acoustic* utilisé pour les hypothèses de travail et l'auralisation s'appuie sur des données CAD pour un espace spécifique; il peut produire à son tour un certain nombre de préconisations pour le design acoustique.

Activités de recherches - Études de cas

Analyse d'un site architectural et acoustique

Le premier objectif de l'étude de cas a été de sélectionner un vaste espace intérieur doté d'activités variées. Un centre de congrès situé à 30 km au Nord de Stockholm a été choisi (le *Scandic Infra City* à Uppland Väsby). Il comporte un restaurant, un bureau d'information et un grand espace relié à une salle de congrès.

L'analyse du site repose sur une étude comparative de la représentation architecturale visuelle et auditive du centre de congrès. Les principaux critères ont été définis comme suit;

- Quelles qualités auditives et visuelles spécifiques sont propres à ce centre d'un point de vue spatial, temporel et social (qualité de communication, de confort, d'orientation, d'identité et d'intimité)?
- Qu'est-ce qui définit l'interaction entre les qualités architecturales et acoustiques?

En bref le résultat de l'analyse a confirmé l'hypothèse initiale : c'est un exemple parfait de faible correspondance entre la perception visuelle et auditive, et de faible articulation entre la dimension spatiale, la distance, les limites et l'orientation. Autrement dit, l'atmosphère sonore est la même partout.



FIGURE 1.
Restaurant



FIGURE 2
Bureau d'information

Repenser le design d'une ambiance



FIGURES 3 et 4.

Espaces de communication

Redéfinition du design de l'atmosphère

La démarche suivante a été de redéfinir l'atmosphère sonore du centre de congrès. L'idée de base était de différencier l'ambiance en utilisant 4 types différents d'outils de design acoustique: la mise en écran, l'addition, l'absorption et la diffusion. Le but principal de ces outils de design est d'instiller et de renforcer les éléments et activités produisant du son dans ce centre. Ainsi, ces outils visent à apporter des qualités au centre. Ce projet cible le restaurant, le centre d'information et le hall.

Concernant le restaurant, l'objectif a été d'installer un écran absorbant le son, pour isoler les sons. En séparant les sons du restaurant des activités extérieures, l'effet obtenu a été de renforcer l'atmosphère sonore du restaurant et d'améliorer le confort acoustique.

Pour le bureau d'information, l'objectif a été d'installer un système de masque sonore qui réduit les perturbations. Ce système constitué de bruit rose est une solution efficace pour «un traitement ciblé» qui évite à un individu d'être distrait par des voix ou d'autres bruits extérieurs. Ainsi, l'effet produit a été d'améliorer l'intimité des discours au centre d'information et donc le confort acoustique.

Pour le hall, l'objectif a été d'installer des panneaux acoustiques absorbants au plafond ainsi que des diffuseurs muraux. L'atmosphère sonore peut être très bruyante dans le hall quand les gens se rassemblent pour des colloques. Ce hall est également un espace polyvalent, d'où l'importance des absorbeurs de plafond pour réduire le niveau sonore. Les diffuseurs sur panneaux servent à disperser les vagues sonores et à réduire aussi les fréquences hautes et les échos, ce qui crée une meilleure écoute de l'ensemble de l'environnement.

Pour résumer, le but de ce design acoustique était d'articuler les dimensions spatiales, temporelles et sociales du centre, et ainsi, d'améliorer la relation entre la perception visuelle et sonore.

Chapitre 4 - Échelles

Mesures acoustiques

Le temps de réverbération ainsi que plusieurs autres paramètres spatio-acoustiques ont été mesurés pour évaluer les qualités acoustiques des espaces étudiés et pour les comparer ensuite avec les prédictions proposées par le logiciel de modélisation. Un haut-parleur multi/omni directionnel a servi pour ces mesures. Il a été placé en 4 points différents du rez-de-chaussée de l'immeuble, avec 6 positions de micros pour chaque haut-parleur. Toutes ces mesures ont été réalisées avec le logiciel WinMLS 2004.

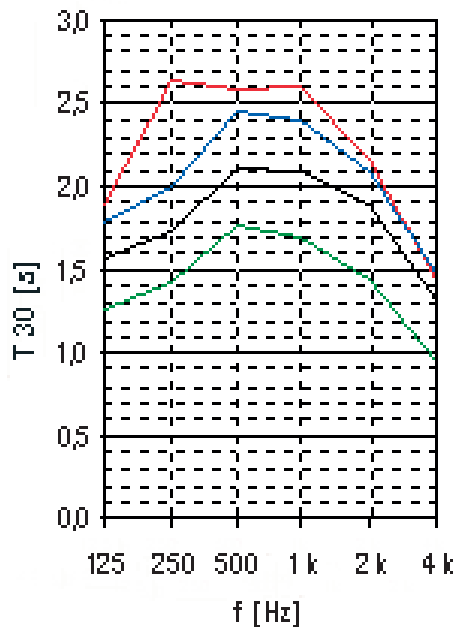


FIGURE 6.
Reverberation time T_{30} , mean values
of four loudspeaker positions

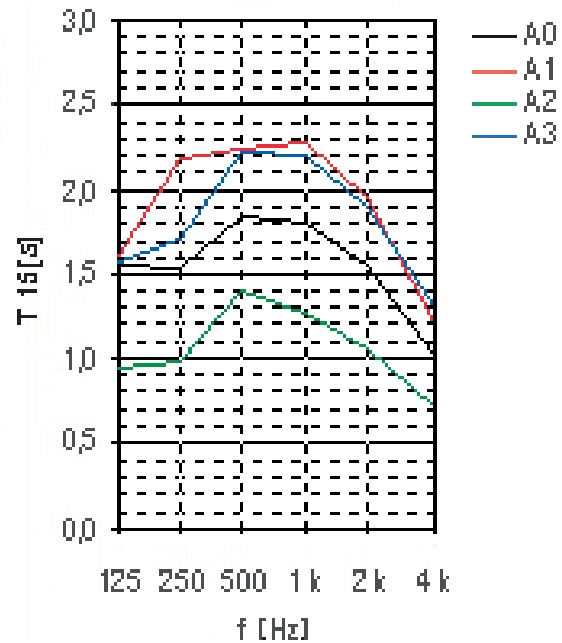


FIGURE 7.
Reverberation time T_{15} , mean values
of four loudspeaker positions

Modélisation et représentation virtuelle visuelle

Les dessins en 2D Cad ont été placés dans *SketchUp* pour créer des modèles en 3D. C'est en plaçant les dessins 2D des différents étages à leur niveau précis que le modèle 3D a pu être créé. Des plans de section verticale ont été introduits dans *SketchUp* pour servir de base à la modélisation. Toutes les surfaces ont été représentées avec un matériau. Le nom du matériau a été choisi pour se conformer à la base de données du *Catt-model* à venir.

Repenser le design d'une ambiance

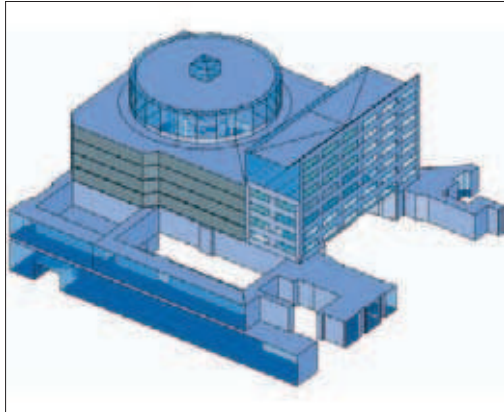


FIGURE 8.

*SketchUp-model of the Scandic
Infra City*

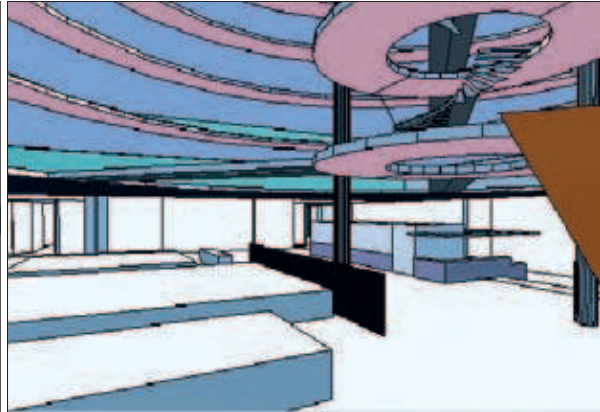


FIGURE 9.

*SketchUp-model: view-screen
and information desk*

La transformation du modèle *SketchUp* en *Catt-model* a été opérée par une connexion de *SketchUp* sur *SU2Catt* provenant de l'entreprise allemande *Rabe-Kraft*. Cette connexion produit automatiquement un modèle *Catt* à partir d'un modèle *SketchUp*. Cependant, le modèle *SketchUp* doit être conçu dans la perspective de générer un modèle *Catt*. En effet, le modèle *SketchUp* étant un modèle visuel, on ne peut pas réellement voir si les surfaces ou les lignes sont créées plusieurs fois, ce qui peut être une source d'erreurs pour *Catt*. Il faut également vérifier si le modèle ne comporte pas de disruptions, ce qui pourrait provoquer une perte de rayons. Le modèle *Catt* a été conçu à partir de 1 000 plans.

Calculs acoustiques et auralisation

Chaque face de ce modèle 3D importé a reçu un coefficient d'absorption approprié, reproduisant approximativement les matériaux réels de l'espace acoustique étudié. Des micros et haut-parleurs virtuels ont été placés approximativement aux mêmes places que lors des mesures *in situ*. Nous avons calculé et évalué plusieurs paramètres acoustiques de l'espace, tout en conservant comme cible les temps de réverbération de la pièce. Les résultats des calculs ont été comparés aux mesures réelles. Il a été nécessaire d'affiner les écarts de coefficients pour améliorer le champ sonore de la pièce réelle. Après cet ajustement, la corrélation entre les mesures et les calculs s'est avérée plutôt élevée pour un modèle aussi complexe.

Pour l'auralisation, 3 positions d'écoute différentes ont été sélectionnées, l'une dans l'espace restaurant, l'autre dans le bureau d'information et la dernière dans le hall. Chaque position d'écoute a été entourée de 4 sources sonores dans le but de simuler un environnement sonore pratiquement réaliste. La réaction à cette impulsion a été calculée à partir de chaque position d'écoute et de chaque source. (Il est impossible d'entendre toutes les sources sonores de la pièce à partir de chaque position d'écoute). Chaque source sonore

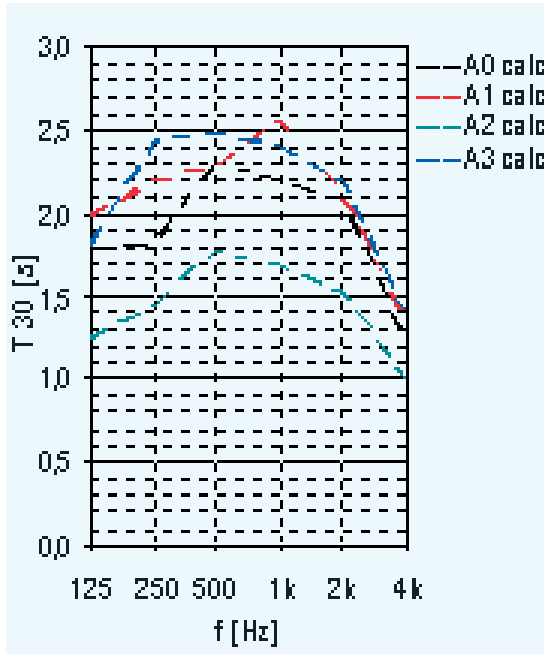


FIGURE 10.

*Calculated reverberation time
T-30, mean values of four virtual
loudspeaker positions*

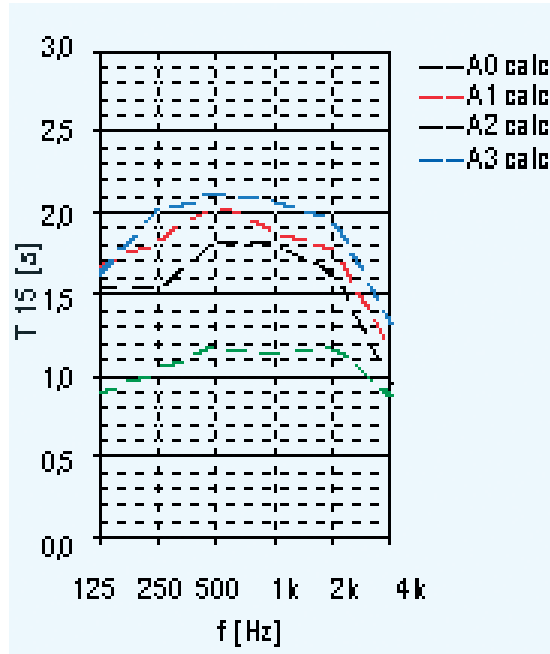


FIGURE 11.

*Calculated reverberation time
T-15, mean values of four virtual
loudspeaker positions*

représente le son spécifique d'un site: des gens qui parlent, une sonnerie de téléphone, des bruits de vaisselle, le froissement des pages de journaux, des bruits de ventilation, etc.). En prenant en compte ce système de haut-parleurs à 5 canaux, le format B a été choisi comme modèle de récepteur approprié pour *Catt-A*. Les réponses aux impulsions ont été combinées par convolution avec le fichier d'ondes anéchoïques du logiciel *MultiVolver* pour chacun des canaux (W, X, Y).

Les niveaux ajustés des canaux W, X et Y ont été décodés en *Ambisonic* pour faciliter l'installation de la diffusion dans notre laboratoire. Les fichiers-son ont été ensuite insérés dans 5 canaux DTS discrets avec la possibilité de les écouter sur un appareil DVD connecté à un récepteur DTS-surround compatible et à canaux multiples. Après une évaluation auditive des fichiers-son dans le laboratoire de design sonore, les mesures acoustiques ont été remodelisées dans *Catt-A*.

Une barrière d'absorption du son, haute de 1,6 m, a été prévue à l'arrière de la zone restaurant. Un haut-parleur à haute directivité, commandé par un signal de bruit rose, a été placé au-dessus de l'espace du bureau d'information. Les surfaces des murs de la zone du hall ont été pourvues de coefficients de dispersion très variables pour simuler des éléments de très grande diffusion. La surface du plafond du hall a été pourvue de coefficients d'absorption élevés correspondant à des absorbeurs larges, poreux et de grande qualité.

Repenser le design d'une ambiance

Un nouveau dispositif de réponses a été calculé pour traverser le processus d'auralisation décrit ci-dessus, ce qui a permis d'évaluer la pertinence des mesures acoustiques faites. L'introduction de la barrière d'absorption sonore a permis de réduire le niveau de la pression sonore émise par les sources sonores de plus de 5dB à la réception du bureau d'information. Le bruit ambiant a été aussi affaibli par un signal de bruit rose faible (38dB environ) émis depuis un dispositif installé au-dessus du bureau d'information. L'environnement sonore du hall a été adouci après l'introduction d'un plafond hautement absorbant et de murs diffuseurs. L'index d'intelligibilité STI a été calculé dans le hall à partir de 5 positions différentes. La valeur moyenne est passée de 0,68 à 0,75 après l'introduction des mesures acoustiques de cette pièce. Dans les deux cas, le calcul de l'index STI a été réalisé avec un bruit ambiant par défaut NCB28 (35,8dBA).

Résumé et évaluation

L'objectif final de ce développement d'une méthodologie de design acoustique pour les grands espaces intérieurs aux activités multiples était de redéfinir l'atmosphère sonore globale par une diversité d'atmosphères secondaires. Les propositions acoustiques ont été conceptualisées par un logiciel de prédiction et d'auralisation, technologie qui permet de simuler des espaces acoustiques. Outil puissant pour le design acoustique intérieur, ce modèle virtuel a été testé et évalué dans un laboratoire de design sonore, utilisant un système de diffusion 5.1.



FIGURE 12.

Sound design lab located at Konstfack facilities in Stockholm

Chapitre 4 - Échelles

Quand on écoute le modèle virtuel construit dans le laboratoire de design sonore, il devient évident que les outils de design acoustique proposés (mise en écran, superposition, absorption et diffusion) ont un net pouvoir d'amélioration du centre de congrès qui était notre terrain de test. L'effet d'absorption par l'écran du restaurant est manifeste. Les sons des différentes activités à l'extérieur du restaurant sont étouffés, ce qui rend l'atmosphère sonore plus distincte en fonction des qualités spatiales. Le système de masque sonore par bruit rose réussit à masquer les bruits environnants et améliore également l'intimité du dialogue. Les panneaux absorbants et diffusifs installés dans le hall agissent fortement sur le climat acoustique, en particulier sur le temps de réverbération et sur le niveau sonore ambiant.

Pour finir, la méthodologie du design acoustique proposé s'est avérée concluante. Cependant, comme le projet ne comporte qu'un seul cas d'étude, l'étape suivante sera d'appliquer cette méthodologie, qui servira d'expérience de référence à d'autres cas significatifs.

Références bibliographiques

- AMPHOUX, Pascal, *L'identité sonore des villes européennes*, (rapport 117), Grenoble, CRESSON-IREC, 1993.
- AUGOYARD, Jean-François, TORGUE, Henry, *et alii*, *À l'écoute de l'environnement - Répertoire des effets sonores*, Marseille, Éditions Parenthèses, 1995.
- HELLSTRÖM, Björn, *Noise Design - Architectural Modelling and the Aesthetics of Urban Acoustic Space*, Bo Ejeby Förlag, 2003.
- KLEINER, M., DALENBÄCK, B.-I., SVENSSON, P., *Auralization, Overview*, JAES 41(11), 861-875, 1993.

- ARKUS, www.arkus.se
- KONSTFACK (University College of Arts, Crafts & Design), www.konstfack.se
- WHITE (architect's office), Swe. www.whire.se / Eng. <http://en.whire.jkp.invid.se/>
- ÅF-INGEMANSSON, Swe. www.ingemansson.se / Eng. www.ingemansson.se/?sid=702