

A+212

REVUE BELGE D'ARCHITECTURE
BIMESTRIELLE JUIN – JUILLET 2008

Paysages urbains à Bruxelles

Rénovation du château
du val Saint-Lambert

DESIGN ACOUSTIQUE
La conception architecturale
au service de l'acoustique

Extension du musée de
la photographie à Charleroi
A+PLAN 20

QU'EST-CE QUE LE BEELDKWALITEITSPLAN?

Quel avenir pour la
critique d'architecture
en Belgique?



Design acoustique

texte
VERONIQUE BOONE
THOMAS WULFRANK

Les ondes sonores basses se comportent physiquement comme le bercement des flots. Les fréquences aiguës se comparent plutôt à un rayon de lumière directionnel. Comment le projet d'un bâtiment peut-il maîtriser les ondes sonores et les orienter volontairement?

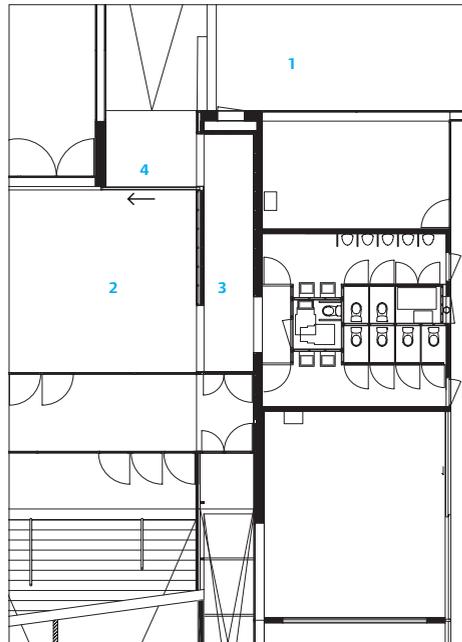
Une bonne acoustique se laisse difficilement définir. D'un côté, il est possible de calculer l'acoustique d'un espace de manière objective, de la simuler et de la mesurer, de l'autre, elle reste largement tributaire de la perception subjective des personnes occupant l'espace: le personnel qui travaille dans des bureaux, les spectateurs, les musiciens ou les acteurs d'une salle de cinéma, de concert ou de théâtre. Chacun pose des exigences différentes dans sa définition d'une 'bonne acoustique' d'un espace. Une salle de théâtre pose des exigences acoustiques différentes qu'une salle d'opéra, une salle des fêtes ou un auditorio. A l'heure où la tendance est aux salles polyvalentes, les défis s'accroissent.

Les propriétés acoustiques d'un espace sont avant tout déterminées par son architecture: volumétrie, matériaux, méthodes de construction. Le projet peut, grosso modo, intervenir sur trois aspects acoustiques: l'absorption, la réflexion spéculaire et la réflexion diffuse (voir encadré page 89). Six projets nationaux et internationaux, dans lesquels le design acoustique est poussé au premier plan, dévoilent comment l'architecte a joué avec ces différents aspects sonores pour obtenir l'acoustique idéalement adaptée à la fonction.

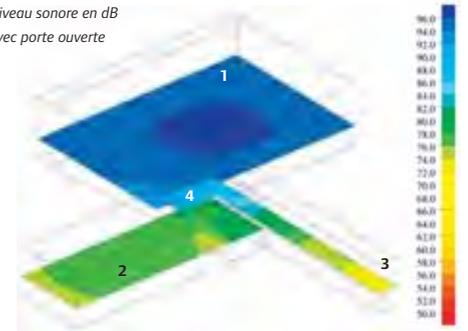
JOC

Le JOC souterrain à Gand [→ A+207] abrite les locaux pour trois associations de jeunes. Des fêtes sont régulièrement organisées dans la salle polyvalente. En surface, le complexe émerge sous la forme de trois volumes de verre et de béton, et d'une lame en polycarbonate qui longe l'entrée de la salle. Pour préserver les environs du vrombissement des musiques actuelles, la salle des fêtes souterraine a été isolée par des fenêtres dédoublées, une paroi acoustique coulissante et une couche de terre sur la toiture. L'accès à la salle des fêtes reste un point critique en regard de la question des 'fuites acoustiques'. Les architectes et les acousticiens ont à cet effet créé un 'sas acoustique', comparable au pot d'échappement d'une voiture. Le sas n'a pas de porte, mais ses parois et son plafond contiennent une couche épaisse de laine de roche, cachée par une tôle de métal perforé, pour absorber le son. La forme architecturale du sas pousse le son à prendre un angle à 90°, de sorte que les parois le répercutent à plusieurs reprises pour l'affaiblir. Le plafond de la salle des fêtes et du foyer absorbe de la même façon le son, même si cette fois, la laine de verre est dissimulée sous un lattis de bois. Les niveaux sonores sont ainsi maîtrisés et une trop longue réverbération du son évitée.

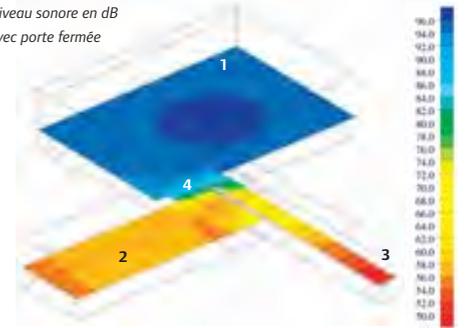
- 1 salle polyvalente
- 2 foyer
- 3 sas acoustique
- 4 paroi acoustique coulissante



Niveau sonore en dB
avec porte ouverte



Niveau sonore en dB
avec porte fermée



Diminution du niveau de bruit à l'aide d'un sas anéchoïque et d'une paroi acoustique coulissante, ouverte puis fermée



La laine de roche absorbant le bruit est cachée par une tôle d'acier perforé sur les parois et le plafond du sas acoustique, et par un lattis de bois au plafond de la salle polyvalente

JOC Gand

LIEU Opgeëistenlaan, Gand
MAÎTRE D'OUVRAGE Stad Gent,
 Dienst Sociale zaken en Huisvestiging
ARCHITECTE Beel & Achtergael architecten
ACOUSTIQUE Daidalos
UTILISATION Salle polyvalente de fête et de jeu
CAPACITÉ 300 p.
RÉCEPTION 2006



←
 Salle de concert du centre de
 recherche et de culture Alslion
 à Sønderborg, Danemark



© ALESSIA CONTU



© MARIE-NOËLLE DAILLY



© MARIE-NOËLLE DAILLY

Manège.Mons

LIEU Rue des Passages, Mons

MAÎTRE D'OUVRAGE

Communauté française de Belgique

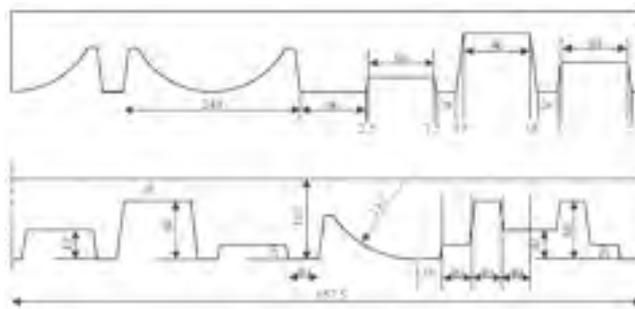
ARCHITECTE Atelier d'architecture Pierre Hebbelinc
(Pierre Hebbelinc et Pierre De Wit)

ACOUSTIQUE ATS

UTILISATION Salle de théâtre, danse,
musique amplifiée et acoustique

CAPACITÉ 480 à 800 p.

RÉCEPTION 2006



Le code-barre tridimensionnel assure une diffusion égale du son avec un espacement, une largeur et une épaisseur variés



Manège.Mons

La diffusion des réflexions acoustiques à partir des murs s'obtient dans certains studios d'enregistrement et certaines salles de musique par des 'diffuseurs' que l'on trouve dans le commerce. Ces éléments géométriques standardisés sont calculés pour diffuser le son de la manière la plus égale et efficace possible. Le coût élevé de ces éléments et les possibilités architecturales limitées obligent régulièrement à rechercher des alternatives. Cela a été le cas pour la salle de théâtre de Manège.Mons (→ A+199 et A+208). La transformation d'un ancien manège militaire inclut dans son extension un complexe de théâtre comprenant une salle de spectacle pour 800 personnes, un espace de répétition, des espaces d'accueil et de bureau. La tribune du public de la salle de théâtre pend comme une prothèse de verre au bâtiment existant. L'intérieur de la salle a l'aspect d'une 'black box' pour accueillir aussi bien des représentations de théâtre, de danse, de musique acoustique et amplifiée. A l'origine, les architectes et les acousticiens avaient prévu un 'code-barre' tridimensionnel en béton. Dessiné par les panneaux de coffrage, il devait être apposé sur les murs porteurs latéraux. L'espacement varié, la largeur et l'épaisseur des lattes verticales permettent une répartition homogène de la voix. Suite à des restrictions budgétaires, cette option a cependant dû être revue pour s'orienter vers une structure en béton classique, comprenant des panneaux acoustiques préfabriqués en béton. Le moule négatif ayant déjà été fabriqué pour les essais de la première option, la seconde solution s'est avérée meilleur marché et mieux intégrée au projet architectural que les diffuseurs standards.

Alsion

Le centre Alsion pour la recherche et la culture à Sønderborg (Danemark) s'étire le long de l'eau, telle une enfilade de cubes séparés par des atriums. Les cubes abritent plusieurs fonctions: un centre de recherche privé, plusieurs amphithéâtres universitaires, un parc scientifique et une salle de concert pour l'orchestre symphonique de Sønderjylland. Le rez-de-chaussée est libéré pour devenir un lieu de rencontre destiné à divers utilisateurs. La salle de concert, de plan rectangulaire, a été optimisée pour la musique symphonique et amplifiée. Quelques grandes formes pyramidales peu profondes ont été intégrées aux parois latérales en béton. Elles font office de 'brise-lames' pour diffuser les basses fréquences. Les pyramides en bois creuses placées au plafond jouent ce même rôle. Les différentes tailles des pyramides servent à couvrir tout le spectre des basses fréquences, jusqu'à environ 250 Hz. Le revêtement de lattes en bois des murs et du plafond laisse passer les basses fréquences et apporte une diffraction acoustique pour les hautes fréquences.

Entre la structure cachée en béton et le lattis en bois apparent sont installés des doubles stores

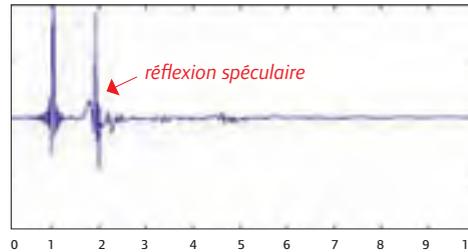
en bas Panneau d'essai en lattis de bois dans un laboratoire anéchoïque
 ci-dessous Pose des panneaux préfabriqués aux diffuseurs de son pyramidaux



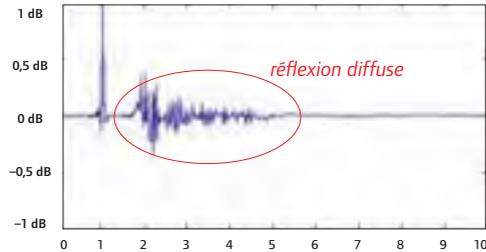
© ADAM MERK



Centre culturel et de recherche Alision
 LIEU Sønderborg, Danemark
 MAÎTRE D'OUVRAGE Statens Forsknings-og Uddannelses-bygninger + Forskerpark Syd A/S
 ARCHITECTE 3XN
 ACOUSTIQUE Arup Acoustics
 UTILISATION Salle de concert pour musique symphonique, musique amplifiée
 CAPACITÉ 1.000 p.
 RÉCEPTION 2006



Réflexion d'une impulsion de son incident sur panneau plan

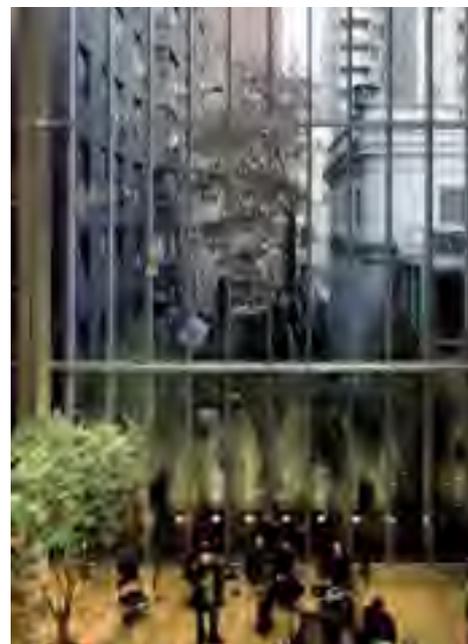


Réflexion d'une impulsion de son incident sur lattis de bois

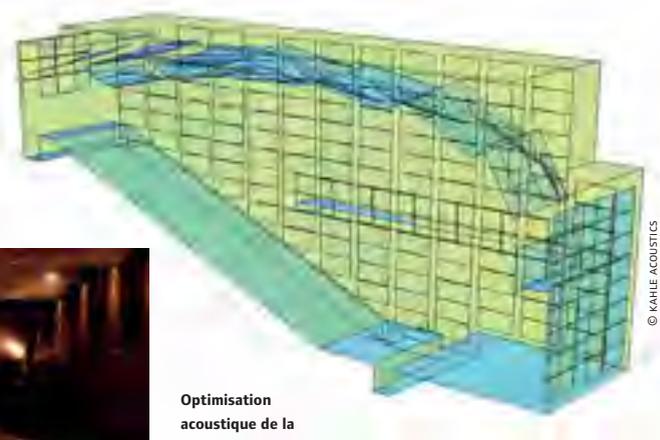
Les graphiques montrent comment le pic de la réflexion spéculaire (à gauche) s'étale dans le temps sur le lattis de bois (à droite)

acoustiquement absorbants. Leur ouverture et leur fermeture octroient une variation de l'absorption des fréquences moyennes et hautes, en fonction du type de musique. Pour l'absorption des basses fréquences, des pyramides en bois creuses, qui agissent comme des 'membranes résonantes', ont été installées au plafond.

La **Morgan Library & Museum** de New York comporte plusieurs bâtiments datant de la fin du XIX^e siècle et du début du XX^e siècle. L'extension comprend deux nouveaux pavillons en verre et acier, ainsi qu'un foyer en verre intégrant et reliant entre eux les bâtiments historiques. Cependant, la plus grande partie de la construction se situe en souterrain: un auditorium et salle de concert pour trois cents personnes et cinq étages d'entrepôt. La salle devait accueillir concerts, récitals, projections et conférences. La géométrie des murs, comme celle du plafond, a été conçue pour atteindre un bon équilibre des réflexions sonores. La forme de base de l'espace est un rectangle qui permet de guider, depuis la scène et vers le public, sous un angle approprié, les réflexions latérales utiles. Etant donnée la modeste largeur de la salle – moins de dix mètres – il fallait à tout prix éviter des murs parallèles et briser les réflexions. Une partie de l'énergie sonore rencontrant les murs est réfléchie de manière diffuse par des panneaux en bois, inclinés en plan, et par des fronts de balcons techniques répartis autour de la scène, recouverts par des panneaux convexes en merisier. Deux types de panneaux convexes réalisés dans la même essence de bois ont également été conçus pour le plafond. Leur forme assure une bonne répartition et un bon dosage des réflexions du plafond vers le public



Les balcons sont revêtus de panneaux convexes afin de diffuser, dans la salle, le son de manière optimale



Optimisation acoustique de la géométrie du plafond

Morgan Library & Museum
 LIEU New York
 MAÎTRE D'OUVRAGE Pierpont Morgan Library & Museum
 ARCHITECTE Renzo Piano Building Workshop en collaboration avec Beyer Blinder Belle LLP (NY)
 ACOUSTIQUE Kahle Acoustics
 UTILISATION Salle de concert pour concerts, récitals, projections et conférences
 CAPACITÉ 300 p. RÉCEPTION 2006

© ARUP ACOUSTICS

© ARUP ACOUSTICS | TH. WULFRANK

© MICHEL DEMANÉ

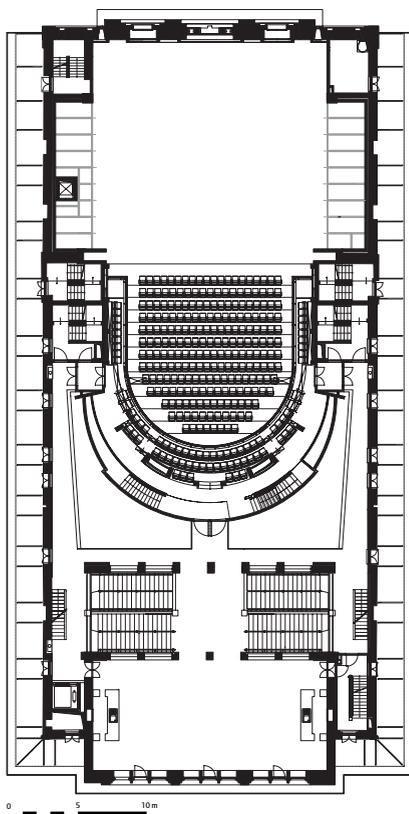
© MICHEL DEMANÉ

© KAHLE ACOUSTICS

© KAHLE ACOUSTICS



© GEORGES DE KINDER

**KVS-BOL**

LIEU Bruxelles

MAÎTRE D'OUVRAGE Ville de Bruxelles

ARCHITECTE TV A2RC - B.O.A

ACOUSTIQUE Artec / Kahle Acoustics

UTILISATION Théâtre, danse, concerts

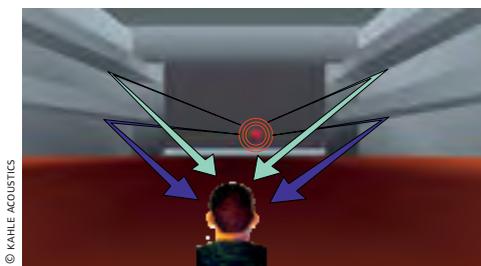
CAPACITÉ 500 p. RÉCEPTION 2006

et la scène. Se limiter à ne dessiner et à n'utiliser que quelques panneaux de base différents, contre lesquels le son se réfracte, offre une solution économique et la possibilité d'une intégration architecturale immédiate.

Pour la salle **BOL** du **KVS** de Bruxelles, les balcons et le parachèvement du relief se chargent de la réflexion et de la diffusion du son. Au cours de la rénovation du bâtiment de théâtre existant du KVS, au centre de Bruxelles, le bâtiment a perdu ses locaux de service et la salle de 1958. La structure existante et le foyer, la façade et les balcons classés ont en revanche été conservés. La nouvelle salle, séparée de la structure existante, convient au théâtre, à la danse et aux concerts. Elle combine un plan rectangulaire avec une partie arrière recourbée. Contrainte de s'intégrer au bâtiment existant et pour limiter la distance des spectateurs par rapport à la scène, la salle est assez peu profonde et tout en hauteur, avec des balcons hémisphériques peu profonds. Ici aussi, la forme rectangulaire de la partie avant de la salle se prête avantagement à l'acoustique. La

focalisation sonore, susceptible de se manifester au fond de la salle à cause de la partie arrière concave, a été limitée par l'installation, entre autres, de gaines de ventilation, qui arrêtent les basses fréquences entrantes et réfléchies. Les fronts de balcons épousent la forme ronde des balcons de la salle, leur section en coupe est convexe pour mieux diffuser le son – comme dans la Morgan Library & Museum. Les surfaces en dessous des balcons sont par ailleurs utilisées pour envoyer des réflexions sonores utiles et spéculaires vers le public.

Le projet pour le **Royal Observatory à Greenwich** comprend la restauration et la conversion en musée de l'observatoire existant, datant du XIX^e siècle, et la construction d'un nouveau planétarium et d'une jonction souterraine liant les deux. Le planétarium est conçu comme un cône orienté vers l'étoile Polaire et tronqué suivant l'équateur céleste. L'espace intérieur présente, à faible hauteur, la forme conique, tandis que la partie supérieure du cône



© KAHLE ACOUSTICS

Les parties inférieures des balcons envoient des réflexions de son spéculaires au public

est occupée par un écran de projection hémisphérique. La forme de l'écran avait tendance à focaliser le son vers un seul point. Pour éviter ce désagrément, l'écran est perforé pour devenir transparent au son – il ne le réfléchit donc plus. Ainsi, le son continue de se propager jusqu'à la forme conique tronquée contenant une couche d'absorption acoustique. La forme conique contraint cependant à tenir compte de la focalisation sonore à une hauteur moins élevée. Tout comme pour les salles de Alston et Manège.Mons, un écran de lattes en bois verticales et une toile noire créent une réflexion diffuse des hautes fréquences. L'absorption devait être suffisante pour assurer une résonance adaptée aux projections sur écran: côté intérieur du bâtiment conique, une couche de cellulose appliquée au spray (à la manière du papier mâché) absorbe le son. La cellulose est cachée derrière un écran en lattes de bois et derrière l'écran de projection hémisphérique. La focalisation précitée et la résonance sont ainsi résolues et les lattes soulignent, quant à elles, l'intérêt architectural de la forme porteuse conique.

Absorption et réflexion

Lorsqu'une onde sonore rencontre une paroi ou un objet, trois phénomènes acoustiques peuvent intervenir:

1 L'absorption sonore

La matière absorbante transforme l'onde sonore en une autre forme d'énergie, la chaleur, et ainsi la diminue.

2 La réflexion spéculaire ou directionnelle

L'onde sonore se reflète sur la surface comme un rayon de lumière sur un miroir.

3 La réflexion diffuse

L'onde sonore est diffusée dans toutes les directions.

Le projet d'une salle dédiée aux arts scéniques propose un exercice d'équilibre entre réflexions spéculaires et diffuse. Les réflexions spéculaires sont essentielles pour une perception claire et spatiale du son, alors qu'elles peuvent par ailleurs produire des échos irritants et des sons stridents.

La réflexion diffuse peut précisément corriger ces défauts et permettre une répartition plus égale du son dans la salle, mais risque de rendre l'acoustique plus ennuyeuse.

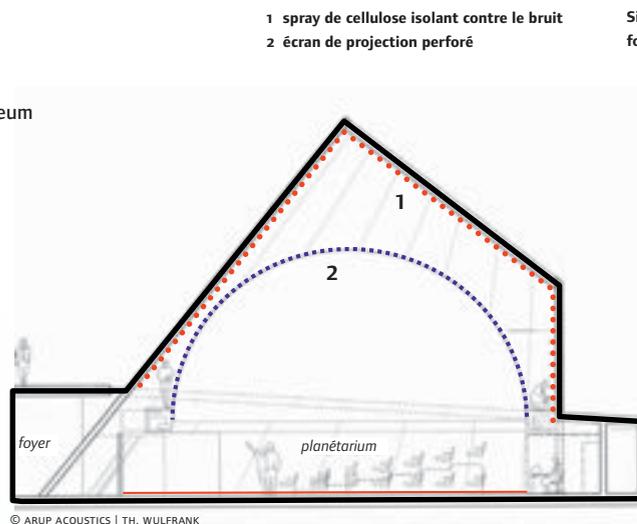
A son tour, l'absorption sonore influence la résonance et l'intensité sonore d'un espace. L'isolation sonore est conçue en partie à partir de l'absorption et concerne la transmission du son d'un espace à l'autre.

En outre, la fréquence du son joue un rôle primordial dans sa maîtrise. Les basses fréquences (les basses) sont comparables aux vagues de la mer, tandis que les hautes fréquences, comme par exemple une voix de soprano, sont comparables à un faisceau lumineux directionnel. La fonction acoustique d'un matériau, la géométrie et la structure des éléments architecturaux diffèrent eux aussi en fonction de la fréquence.



Planétarium pour le Royal Observatory

- LIEU** Greenwich, Grande-Bretagne
- MAÎTRE D'OUVRAGE** National Maritime Museum
- ARCHITECTE** Allies and Morrison
- ACOUSTIQUE** Arup Acoustics
- UTILISATION** Présentations de projections avec son amplifié
- CAPACITÉ** 118 p.
- RÉCEPTION** 2007



Simulation acoustique de la focalisation à travers le cône

