



dsilence

bertrand de rochebrune
acousticien ESTACA – membre SSA
Nat. +41 (0)79 299 14 54
bdr@dsilence.ch

Acoustique et Physique du Bâtiment et de l'Industrie • Étude d'Impact • Lutte contre le Bruit • Techniques des Vibrations • Acoustique des Salles
E X P E R T I S E S • E T U D E S • C O N S E I L S

BETONSUISSE

23.06.2018

CH - 1010 Lausanne
Ch. I.- de Montolieu 161
Tél. +41 (0)21 601 44 59
www.dsilence.ch
www.architectes.ch/dsilence

Présentation de la société:

- S.A. fondée en 2001

- activités:

- concours, conseils, expertises judiciaires ou hors procès, diagnostic, suivi de chantier, ponctuellement direction de travaux et planification acoustique, études d'impact, design acoustique, développement de nouvelles solutions (*béton acoustique, crêtes spéciales pour parois antibruit, cloisons légères et minces hyper-isolantes ($R_w > 80$ dB)*)

- domaines:

- protection contre le bruit et les vibrations, acoustique des salles, design sonore.
- Habitations, établissements publics, lieux culturels, lieux d'enseignement, locaux sportifs, studios, environnement, industrie, administratif

auditoires faculté de biologie et médecine

rue du Dr César-Roux 19

Galletti Matter architecte

- Réalisation de 2 auditorios (250 places chacun) en béton dont les géométries spécifiques maîtrisent la qualité acoustique
- Etude de la dalle acoustique du foyer



Carnal Hall Le Rosey – Rolle

Bernard Tschumi architecte – NY

Projet développé en collaboration avec ARUP inc.

- Création d'un Learning Center incluant
 - salle de concert polyvalente >800 places, architecture innovante (acoustique et isolation phonique et vibratoire)
 - Salles de travail, Black Box, salle de répétition, bibliothèque, etc
- Acoustique de salles de travail musical individuel
- Acoustique de petites salles de rock
- Etude de la désolidarisation de la salle de concert: elle est posée sur des ressorts métalliques, sans aucun contact avec le bâtiment qui l'entoure



Conservatoire de Musique de Lausanne – Rue de la Grotte

- Etudes acoustiques des salles d'examen, de représentation et de répétition
- Photos ci-dessous: salle SPAD



Auditorium Stravinski – Montreux

Festival de JAZZ – Grands orchestres classiques – Festival musique électronique

Etude de solutions novatrices et flexibles propres à:

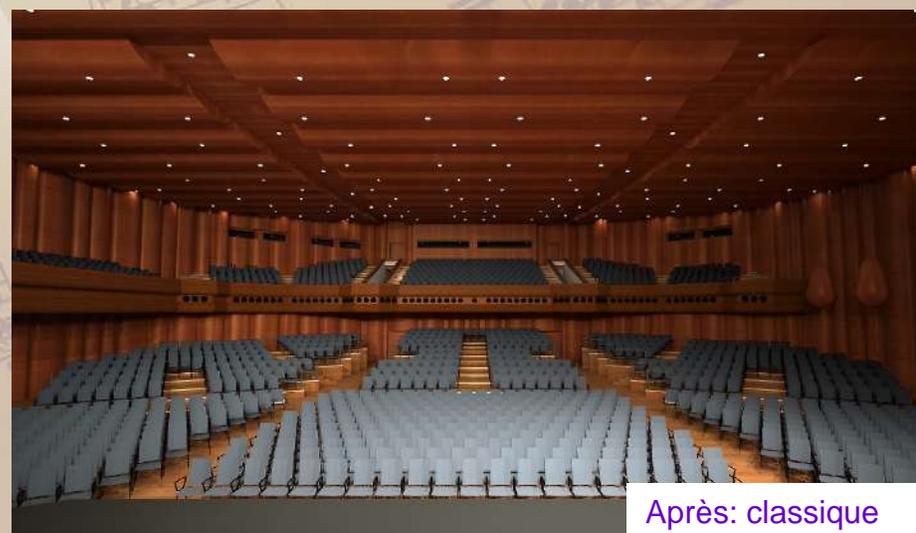
- Ajuster l'acoustique naturelle pour des catégories de spectacles aux besoins antinomiques (*classique, Jazz, conférence, etc*)
- Harmoniser la géométrie acoustique existante pour la musique Classique
- Collaboration avec J.P. Chabert, scénographe, dans le cadre de la modernisation des techniques scéniques
- Conception, planification et suivi de chantier
- Maintient de son caractère architectural



Avant: classique



Existant: variété

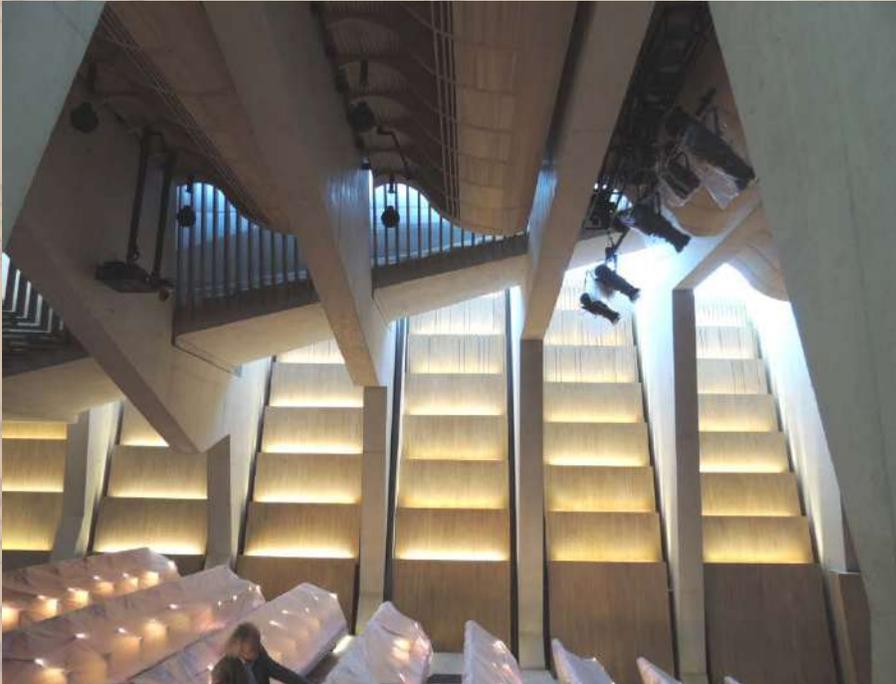


Après: classique

La Maison de l'Écriture (salle de lecture et foyer)

Mangeat Wahlen architectes

- Lecture hall et foyer
- Acoustics study
- Particularity of the lecture hall is that this space is open in multiple ways
- www.fondation-janmichalski.com



Kigali Convention Center (Rwanda)

Hôtel de très haut-standing, centre de conférence (dôme et socle):

- Expertise du projet et du chantier (hôtel 350 chambres + centre de convention)
- Recherche de solutions originales de protection contre le bruit et préconisations
- Etude de concepts acoustiques pour le grand dôme (arena multiusage >2500 places)



CREA – Le Ticle à Délémont (en cours)

- Création d'un centre artistique de la scène
- Plusieurs immeubles d'habitation et de commerces



Siège du CIO à Lausanne (en cours)

3XN architectes (Copenhague) itten + Brechbühl (Lausanne)

- Etude de bruit d'environnement
- Avant-projet et projet de protection contre le bruit d'environnement
- Avant-projet et projet de traitement acoustique des grands espaces intérieurs.
- Bâtiment où une grande quantité d'espaces intérieurs sont communiquant à travers les étages
- Travail sur les phénomènes de diffusion acoustique et de réalisation d'ambiance acoustique équilibrée



UNIL Lausanne – projet GEOPOLIS

itten + Brechbühl architectes



Etude globale, concours à execution:

- Acoustique des salles
- Bruit d'environnement (autoroute)
- Isolement aux sons aériens
- Bruits de chocs
- Bruits installations techniques

>300 bureaux, salles de conférence, auditorios, grand restaurant, salles de cours



EPFL – bât. ME et BI

Dominique Perrault architecte, Paris

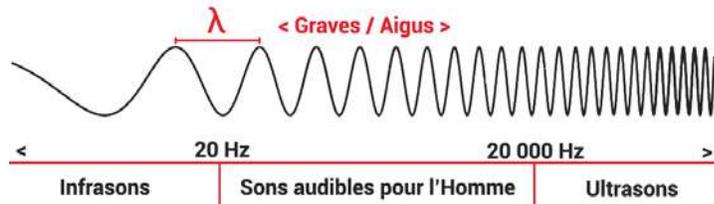
- conception acoustique des bâtiments
- Isolement phonique bureaux et laboratoires et locaux spéciaux



un son...?

il est omniprésent, harmonieux, menaçant, fort, chargé de sens.....

Onde sonore selon la longueur d'onde et la fréquence



λ : longueur d'onde : distance entre deux crêtes. Plus l'onde fait de crête-à-crête par seconde, plus le son est aigu. Le dessin et l'échelle en Hertz ne sont pas à l'échelle.



On ne s'entend plus



Une vraie piste de claquettes

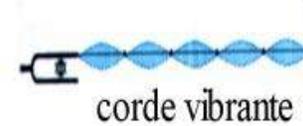
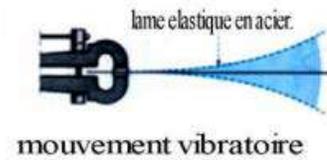


qui ne date pas d'hier....

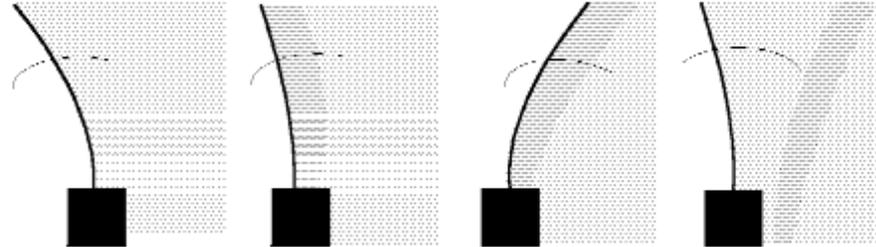
Réglementé dès l'Antiquité

- Aux environs de l'an 100 avant J.C., le trafic des chars était interdit dans le centre des anciennes villes romaines. Une ordonnance interdisait aux chaudronniers d'installer leur atelier dans une rue où habitait un « professeur »
- Durant le règne de la reine Elisabeth I (1558-1603), les maris anglais n'avaient pas le droit de rosser leur épouse après 22 heures ! afin d'éviter que leurs cris ne dérangent le repos des voisins.

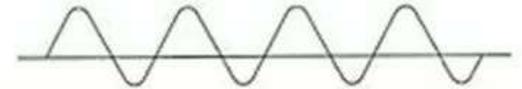
une vibration, une impulsion, une onde, une énergie



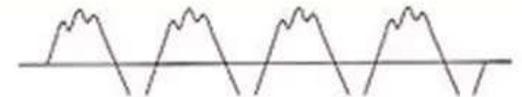
Une source émet le bruit (vibration)



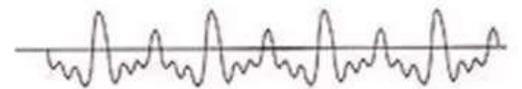
Tuning fork



Flute



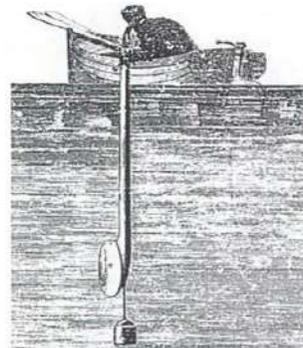
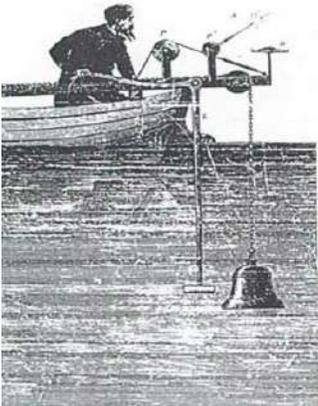
Voice



Violin



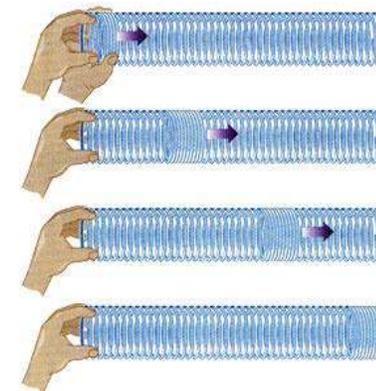
qui se propage dans un milieu



mesure de la célérité
dans l'eau – 1827 / lac
Léman

Dans l'air, propagation uniquement longitudinale

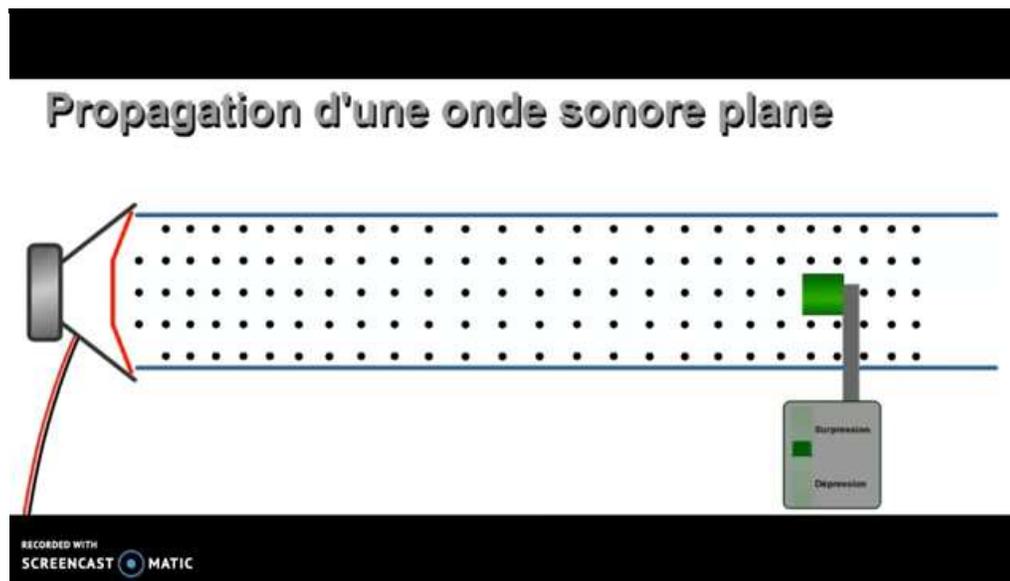
| 1. Célérité ou vitesse de propagation du son | |
|--|-------------|
| La vitesse de propagation du son (célérité) varie suivant l'homogénéité et l'élasticité du corps qui propage le son. | |
| MATERIAUX | |
| CELERITE EN M / S | |
| Air (20°C) | 343 |
| Eau | 1460 |
| Bois | 1000 à 2000 |
| Béton | 3500 |
| Brique | 2500 |
| Acier | 5000 à 6000 |
| Verre | 5000 à 6000 |
| Plomb | 1320 |
| Liège | 450 à 500 |
| Caoutchouc | 40 à 150 |



sans déplacer de matière



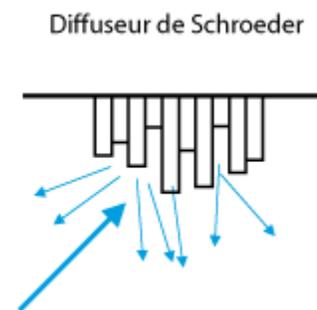
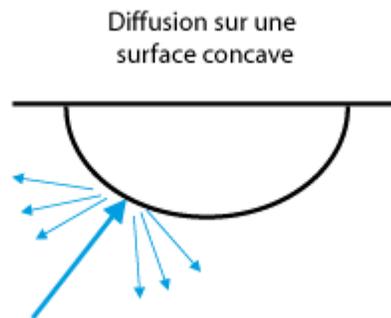
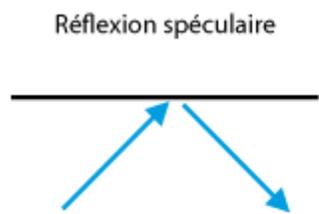
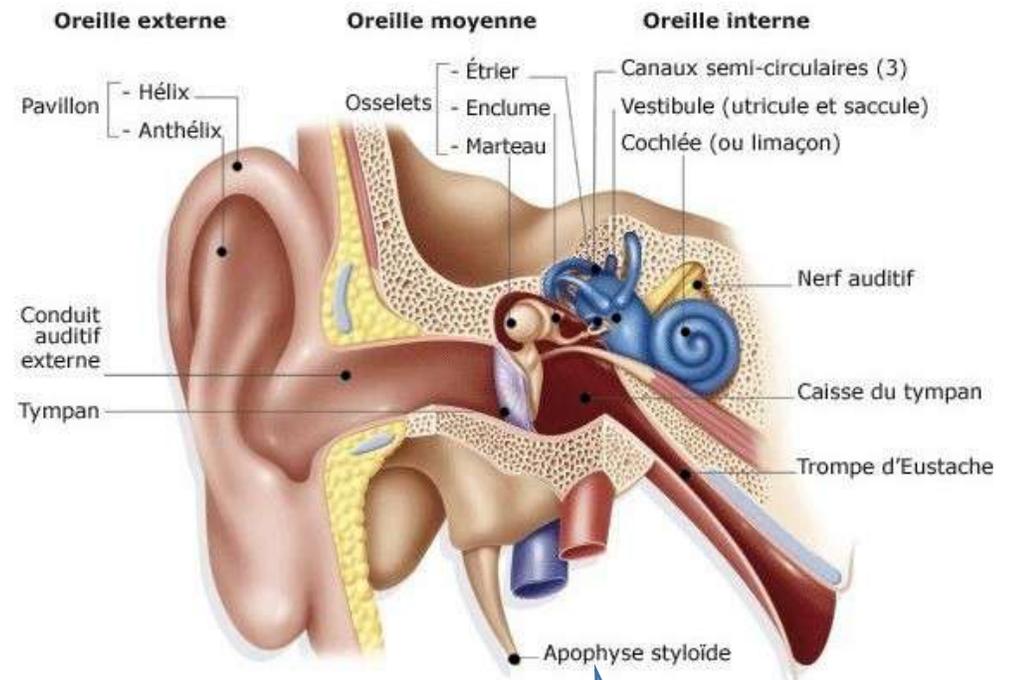
Les solides présentant une plus forte cohésion moléculaire que l'air, un son s'y propage avec moins de dispersion, donc sur une plus grande distance.
Où est le voisin qui plante un clou dans un mur en béton: juste à côté ou 3 étages plus loin... pas toujours facile à dire...



énergies liées à des déplacements de matière

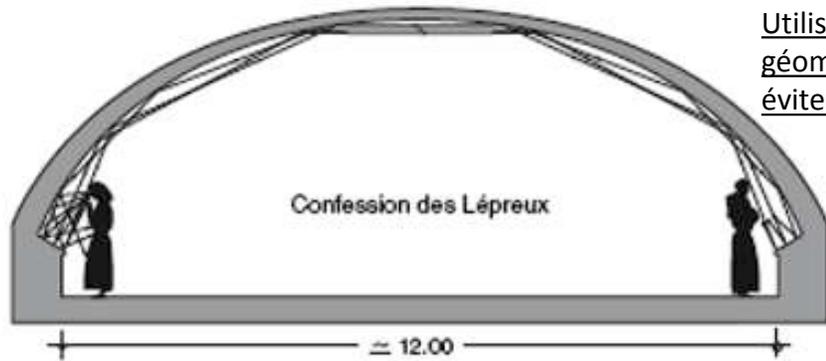


et atteint des surfaces ou capteurs

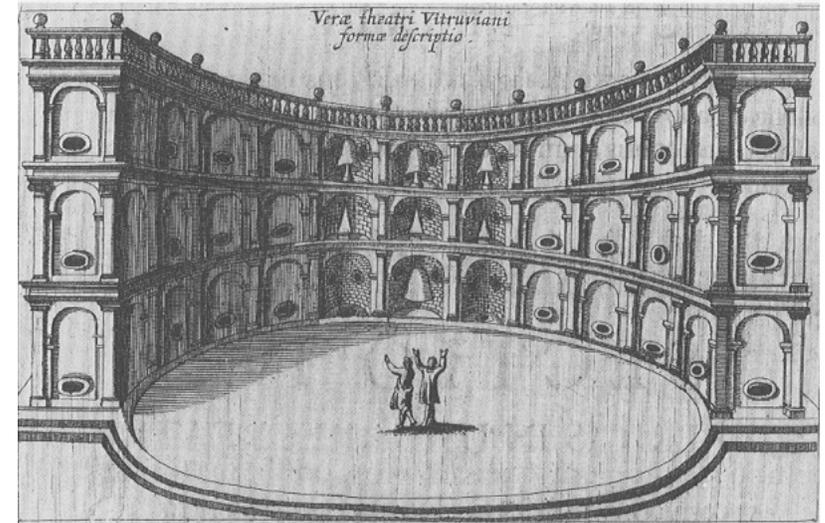
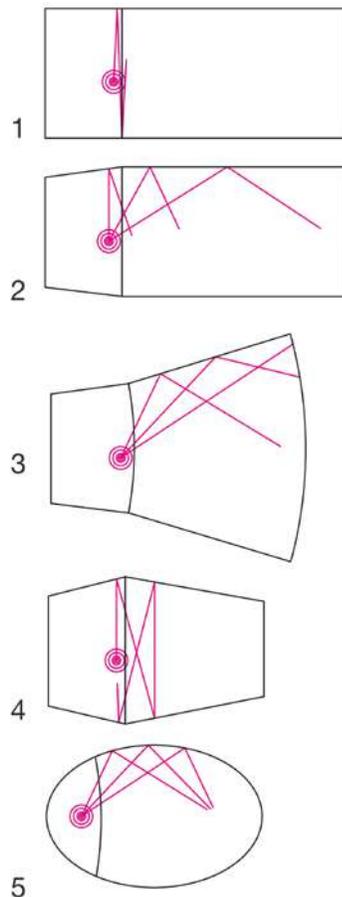


Outil très complexe

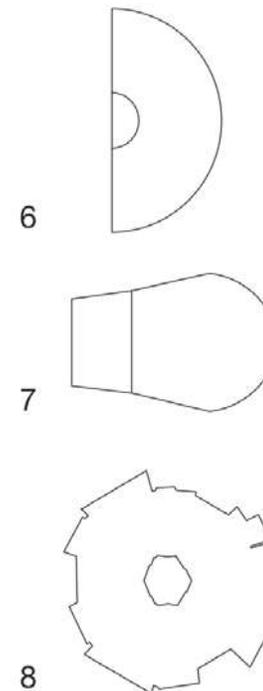
Tout commence par la géométrie



Utiliser la géométrie pour éviter le contact



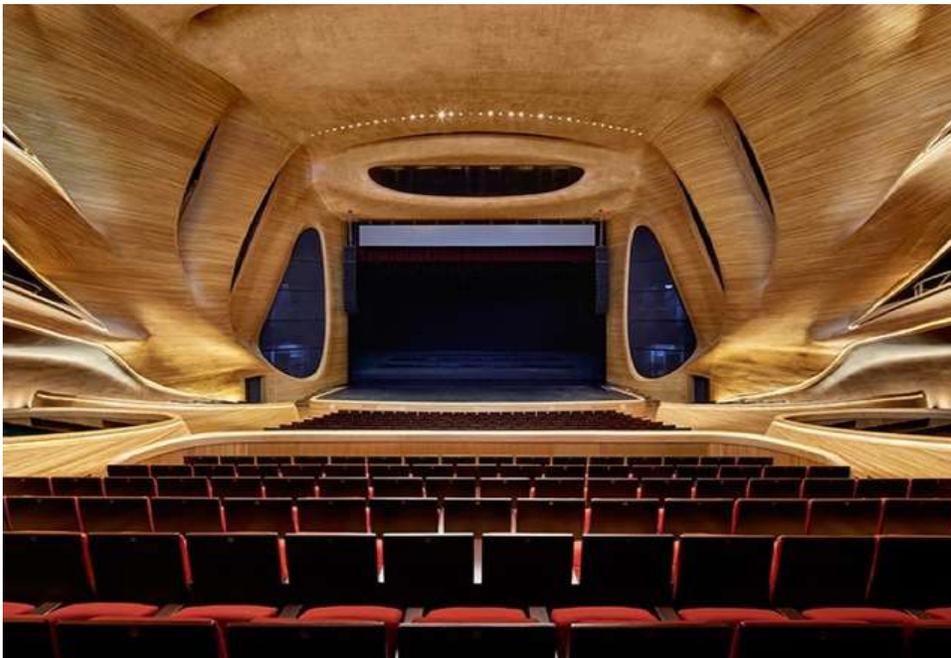
Théâtre de Vitruve



Tout commence par la géométrie



Tout commence par la géométrie



Chaque salle est unique



Et ce qu'on veut y faire



Mais pourquoi?

Source - émotion



Milieu de propagation
(science physique:
multiples critères
quantifiables:
- Réverbération
- Clarté
- Intelligibilité
- Enveloppement
- Loudness
- etc)



Ceci n'est pas le but final

Capteur (sens /
physiologie)

Effet recherché:
émotion
Émerveillement
transcendance



Biologie,
ésotérisme,
art

(psychoacoustique)
Stimulation,
système nerveux,
mémoire, échange
d'énergie

HEMU – EJMA

Activités:

Divers type de musique

Sonorisées ou pas

Concert ou répétition

Orchestre sur scène ou dans la salle

Conférence

Lieu d'enseignement

=> Variabilité acoustique nécessaire

HEMU – EJMA

Contexte:

Equipe technique nombreuse?

Lieux de stockage?

Récurrence de modification de la salle?

Robustesse?

Nombre de places assises?

Technique scénique?

HEMU – EJMA

Architecture:

Matérialité?

Concept-mise en scène?

Géométrie?

Volume disponible?

Organisation (circulations, etc)?

HEMU – EJMA

*Une salle de spectacle est un outil technique
au service du spectacle et du sentiment.*

Comme au théâtre, elle est aussi un décor.

*Elle doit être esthétique: une salle moche a
une mauvaise acoustique.*

BCV Concert Hall

Variabilité acoustique:

Parois (portes)

Rideau

Conques

*Salle réverbérante
(classique)*



*Salle absorbante
(sonorisation, jazz)*



BCV Concert Hall

Architecture

Ce qui semble homogène ne l'est pas

Une faible proportion du plafond est réellement perforée



Toutes les rainures ne sont pas traversantes



BCV Concert Hall

Architecture

Faire du béton qui ne résonne pas!!

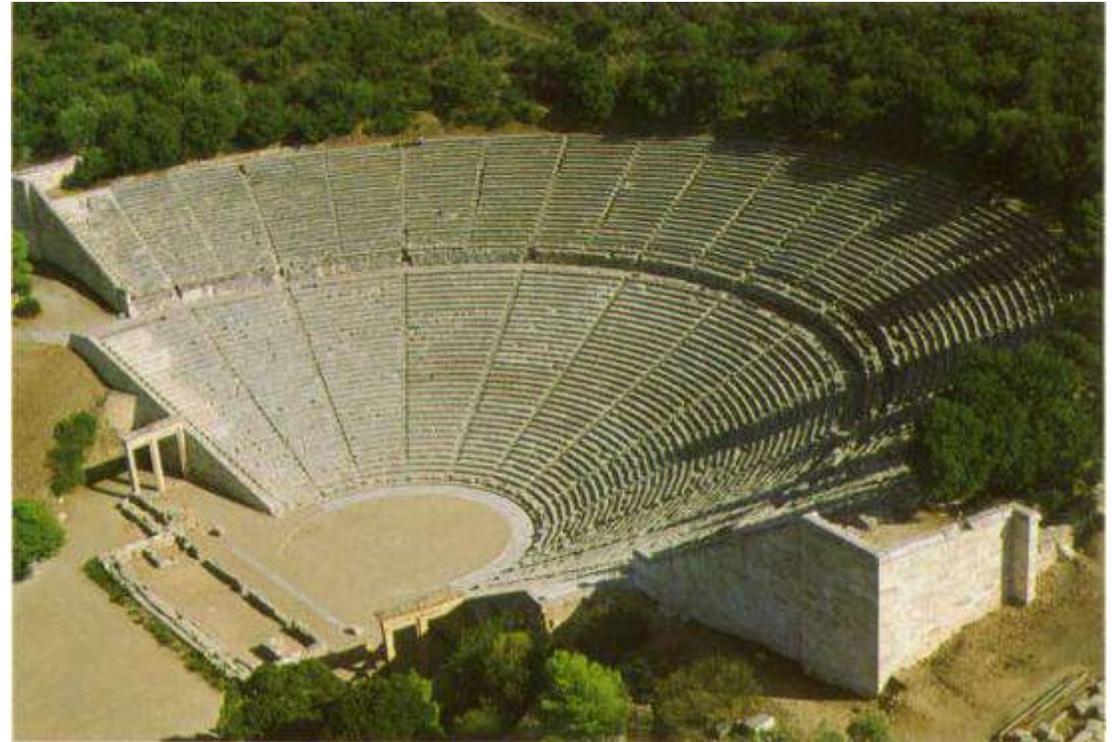
Béton Silence



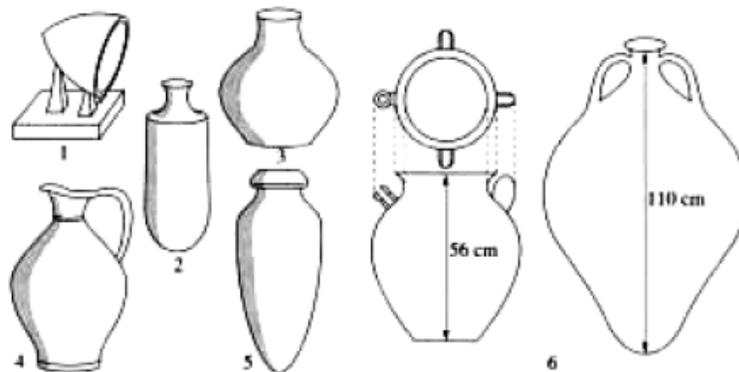
BCV Concert Hall

Faire du béton qui ne résonne pas!!

Inspiration...



Vases ou résonateurs



*Théâtre d'Epidaure (400 ans
av. JC
14000 spectateurs*

FIG. 1.3: Vases de Vitruve. 1) echea selon Vitruve ; 2) Ainay à Lyon ; 3) Chalon-sur-Saône ; 4) Fry ; 5) Montivilliers ; 6) quelques dimensions selon Floriot [1964-1978].

BCV Concert Hall

Faire du béton qui ne résonne pas!!

Inspiration...

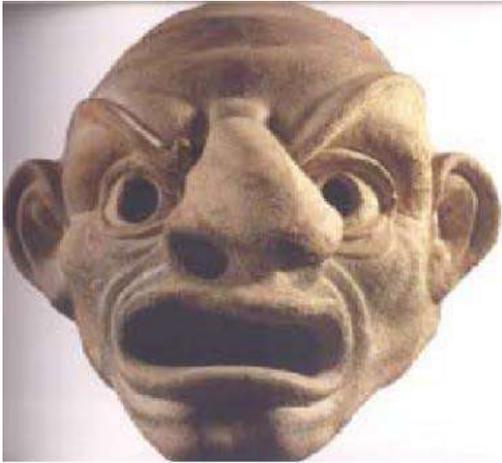
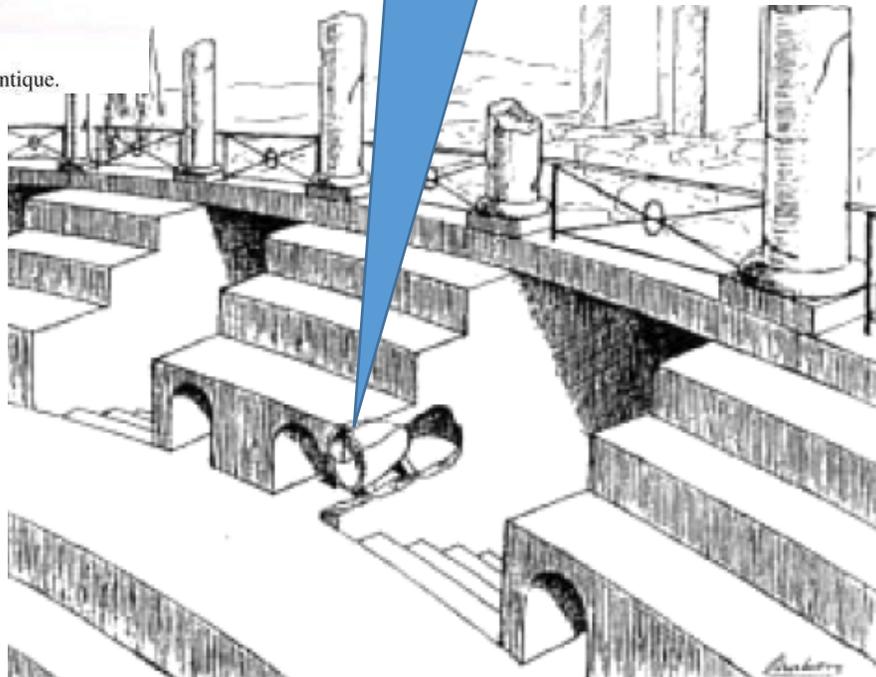
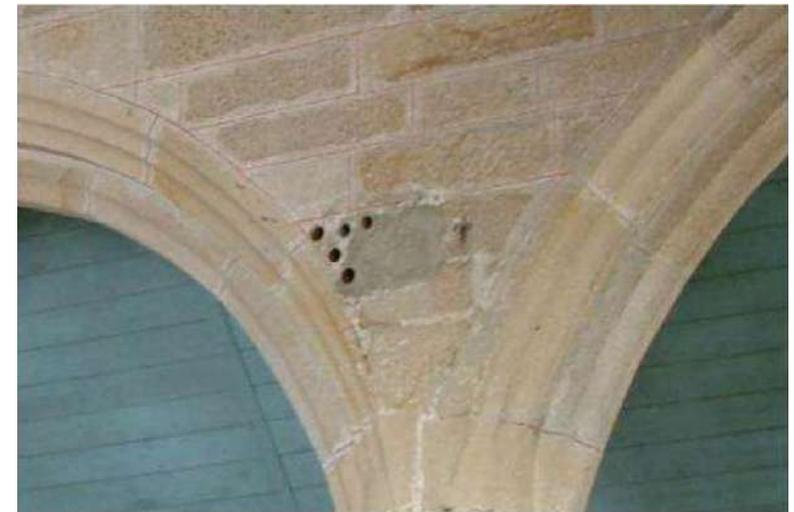
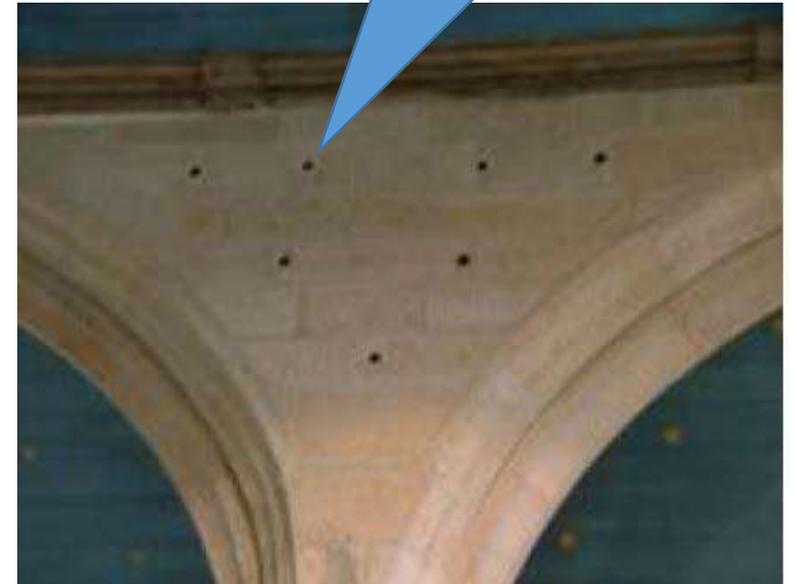


FIG. 1.5: Masque de théâtre antique.



Inclusions dans la maçonnerie de théâtres

Inclusions dans la maçonnerie d'églises



BCV Concert Hall

Faire du béton qui ne résonne pas!!

Inspiration...



1^{ère} dalle perforée
(Neuchâtel UNIMAIL)
réalisée avec des pots de
fleur



Essai en préfa



BCV Concert Hall

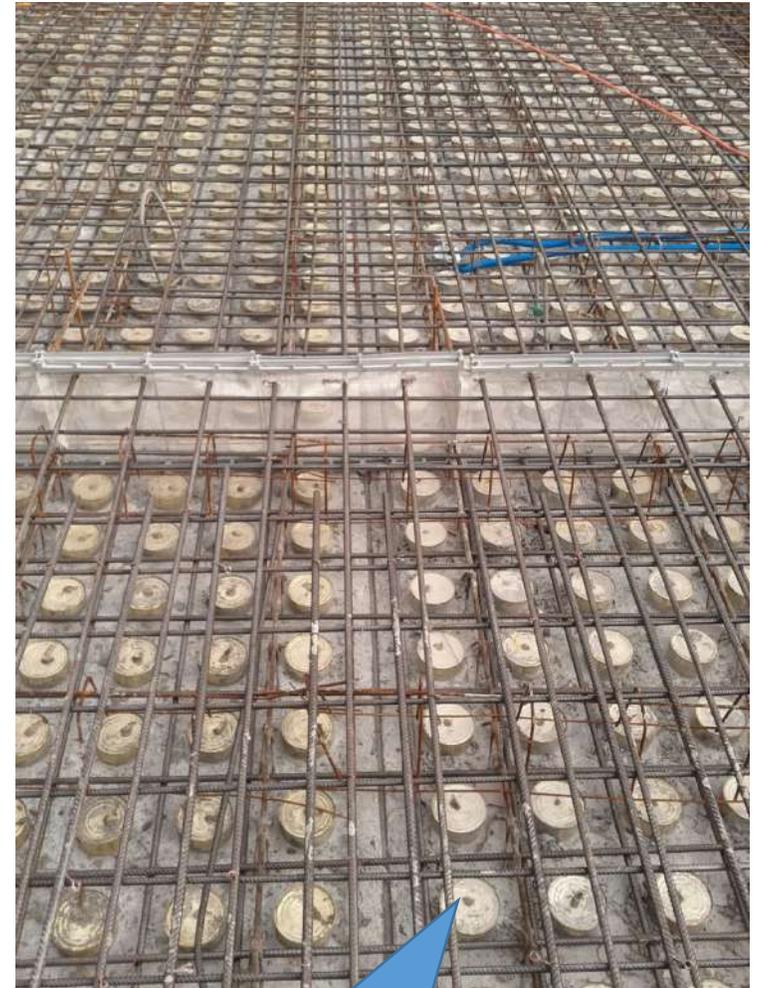
Faire du béton qui ne résonne pas!!

Inspiration...



Essai en préfa
v2

Les boites de
petit-pois!

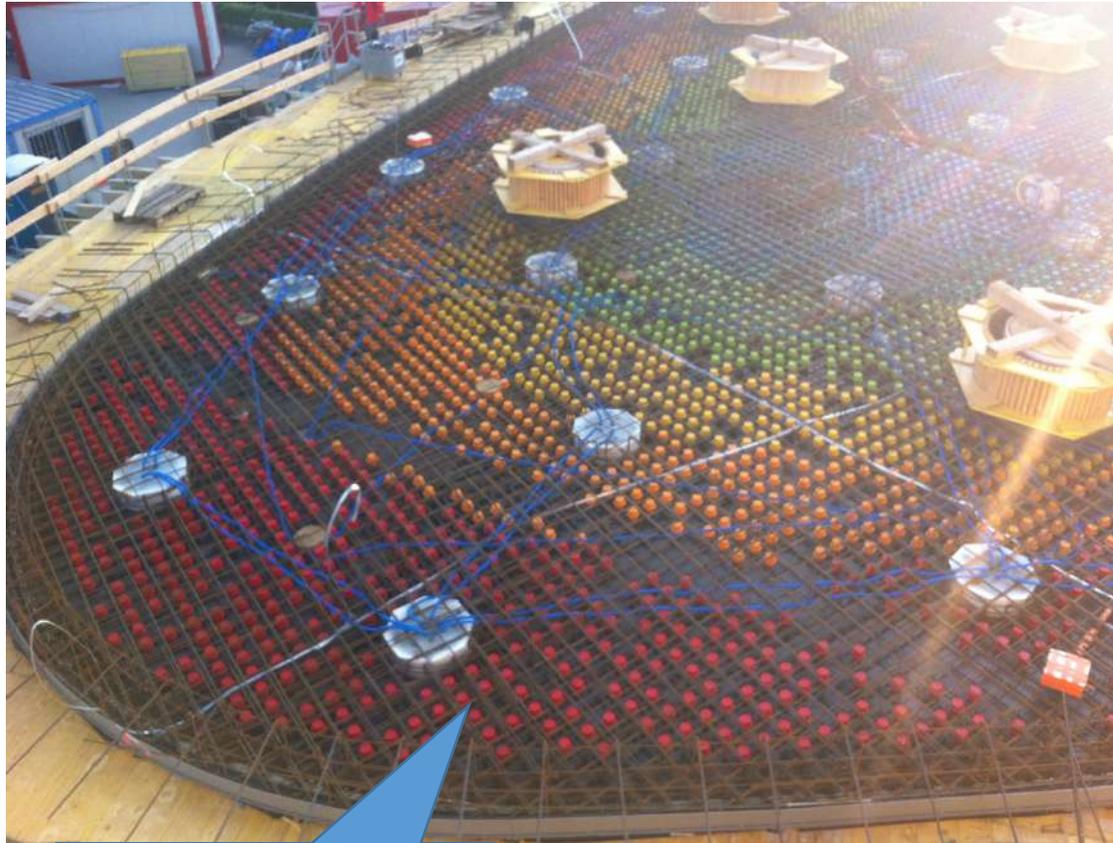


Prédalles en place au
BCV Concert hall

BCV Concert Hall

Faire du béton qui ne résonne pas!!

Inspiration...



directement en fond de coffrage



Avant de les poser.. Il faut les tracer...



Repos bien mérité...

BCV Concert Hall

Faire du béton qui ne résonne pas!!

Inspiration...

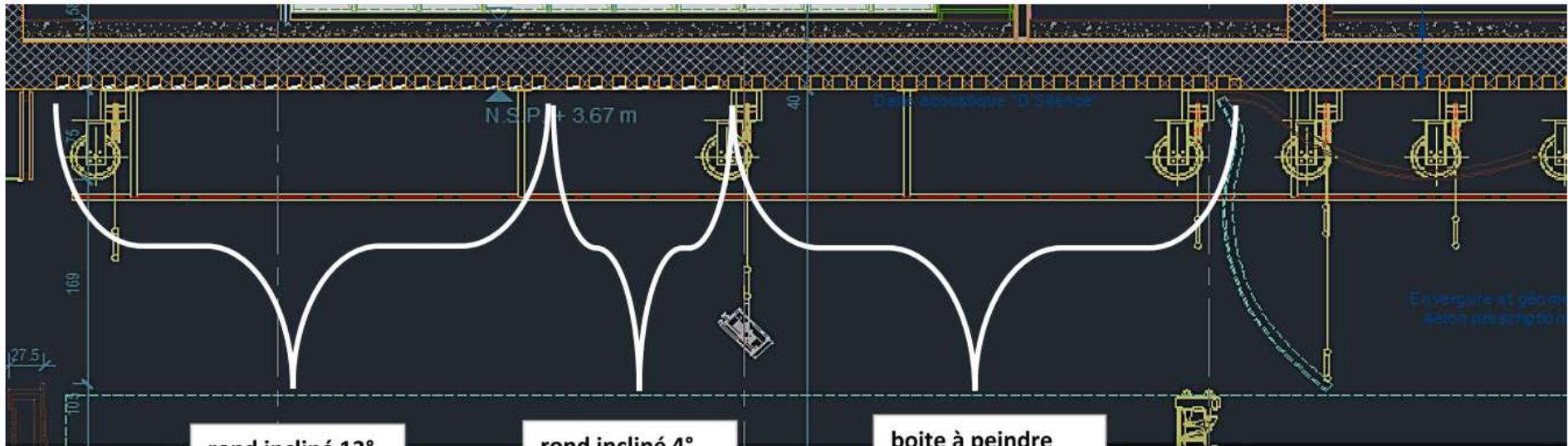


directement en fond de coffrage v2:
Si chacun n'y met pas du sien..... Ça flotte...



Résultat

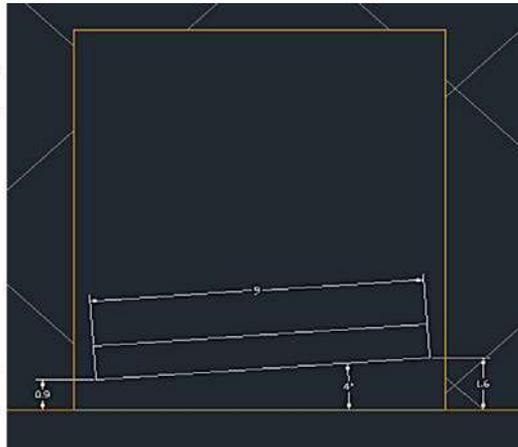
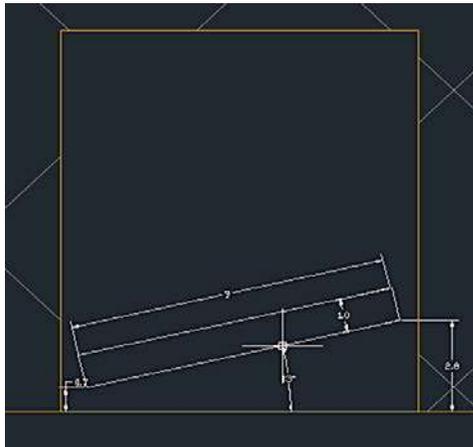
Accordage final des résonateurs de la salle.. Avec de l'absorbant, rien ou du bois



rond incliné 13°

rond incliné 4° (7 lignes)

boite à peindre (21 lignes)



Faire du béton qui ne résonne pas!!

Ou comment actualiser la sagesse des anciens... au service de l'émotion!

BCV Concert Hall



Résonateurs en terre-cuite

Résonateurs d'Helmholtz



Merci de votre attention