

# Acoustique des espaces "extrêmes"... du point de vue de la géométrie et /ou de l'absorption

## Études et pratique

Journée SSA-SGA à l'EMPA Dübendorf / ZH / Suisse

### Typologies rencontrées

Grille	Boite "standard"	Boite "standard"	Géométrie "focalisante"	Géométrie "focalisante"
	D < 10m	D >> 10m	D < 10m	D >> 10m
Absorption faible & répartie				
Absorption faible et particulière				
Absorption importante mal répartie				
Absorption importante & répartie				

# L'acousticien(ne) est il(elle) souvent sur une autre planète ?

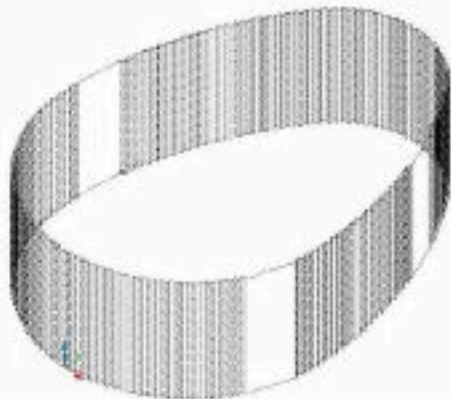


Matériaux: Plaques acryliques ondulées



# Typologies rencontrées

C1



	Boite "standard" D < 10m	Boite "standard" D >> 10m	Géométrie "focalisante" D < 10m	Géométrie "focalisante" D >> 10m
Absorption faible & répartie				
Absorption faible et particulière				
Absorption importante mal répartie				
Absorption importante & répartie				

L'avenir est à créer



L'avenir est à créer

## Situation problématique:

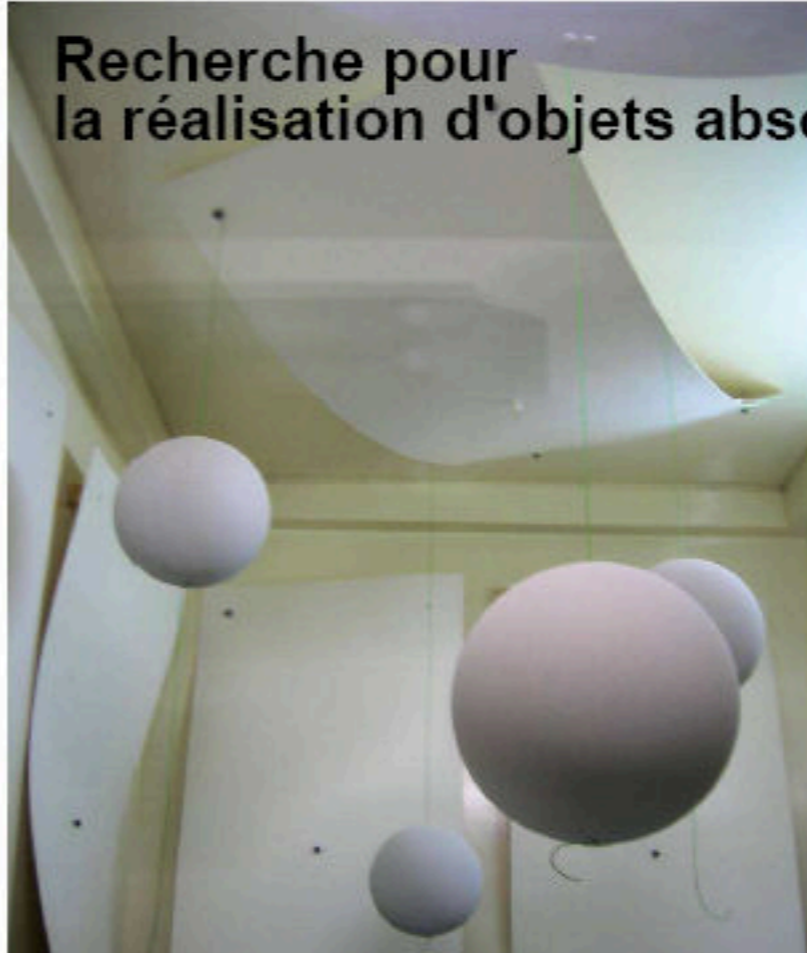


- La réverbération est beaucoup trop importante (Tr + de 5 secondes)
- La salle de jeux ne permet pas un travail dans des conditions acceptables (très vite on ne se comprend plus)
- Difficulté pour l'utilisation comme lieu de repos ...

■ Les études pour une correction sont lancées ....

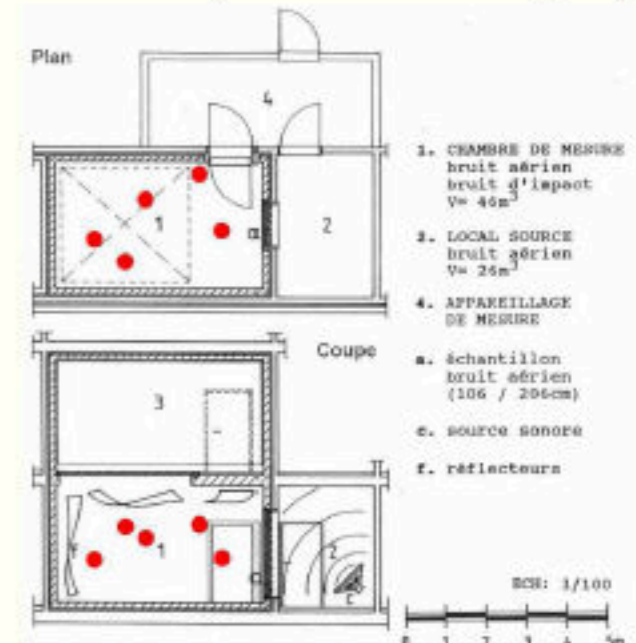
L'avenir est à créer

## Recherche pour la réalisation d'objets absorbants



Fréquence [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Aire d'absorption équivalente 1 boule de diam. 40 cm / m <sup>2</sup>	0.13	0.28	0.52	0.60	0.67	0.56
Différence / cube Audiotec 400*400*400	-59%	-69%	-58%	-46%	-49%	-47%

## Mesures du coefficient $\alpha$ (laboratoire hepia)

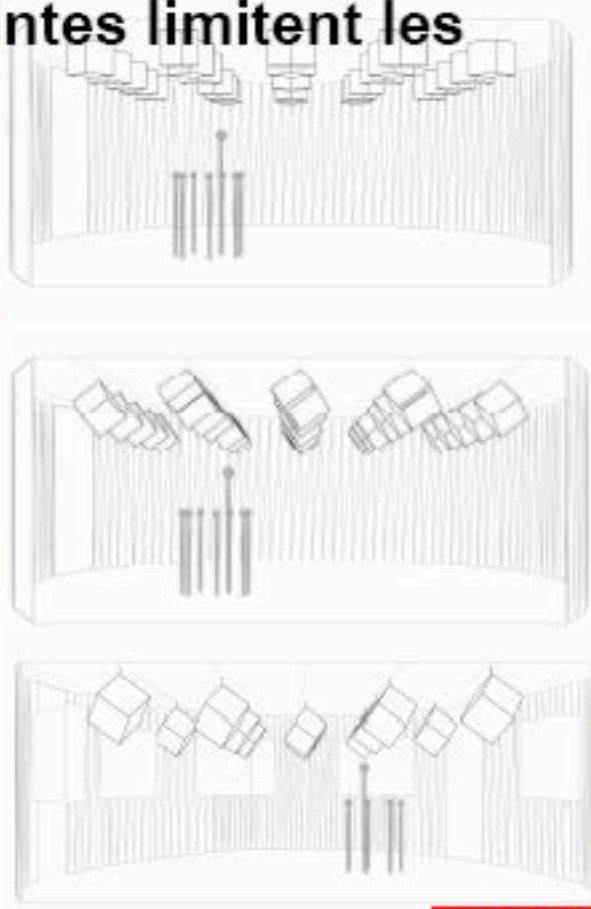


L'avenir est à créer

# Mais les différentes contraintes limitent les choix possibles

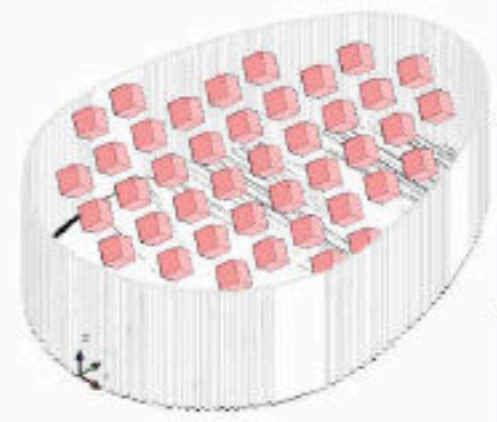
## CONCLUSIONS (extrait)

- Les différentes variantes étudiées devraient permettre d'obtenir un gain significatif pour le confort acoustique de la salle polyvalente.
- Cependant, un travail sur l'absorption uniquement ne serait pas favorable. Il serait donc important de travailler sur la diffusion (objets, forme du faux-plafond) en plus de l'absorption.....



L'avenir est à créer

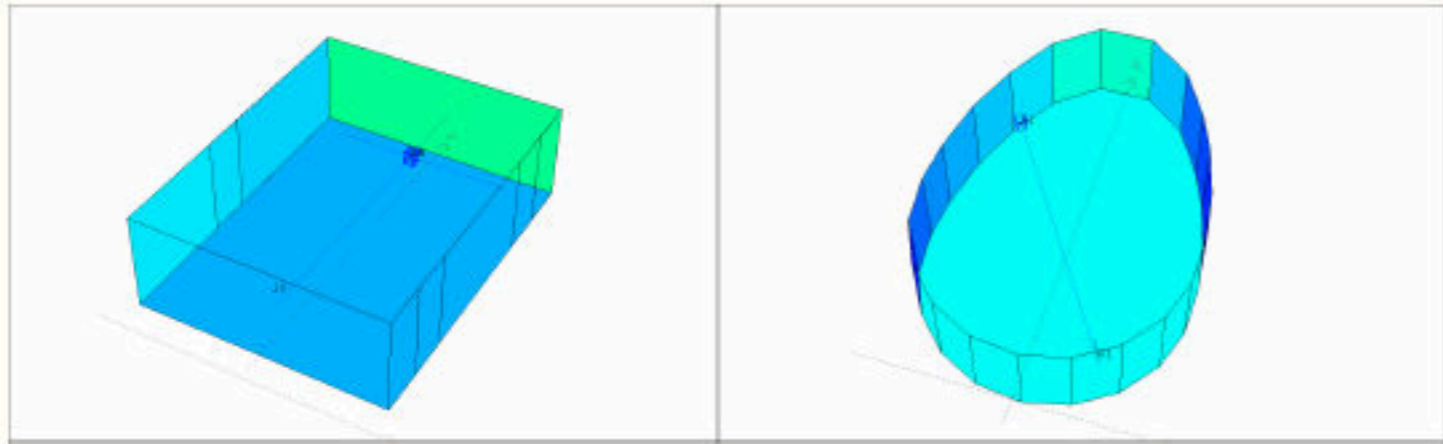
# Typologies rencontrées



	C3		Boite "standard"	Boite "standard"	Géométrie "focalisante"	Géométrie "focalisante"
	D < 10m	D >> 10m	D < 10m	D >> 10m	D < 10m	D >> 10m
Absorption faible & répartie						
Absorption faible et particulière						
Absorption Importante mal répartie						
Absorption Importante & répartie						

L'avenir est à créer

# Question: la modélisation peut-elle mettre en évidence les "effets" géométriques

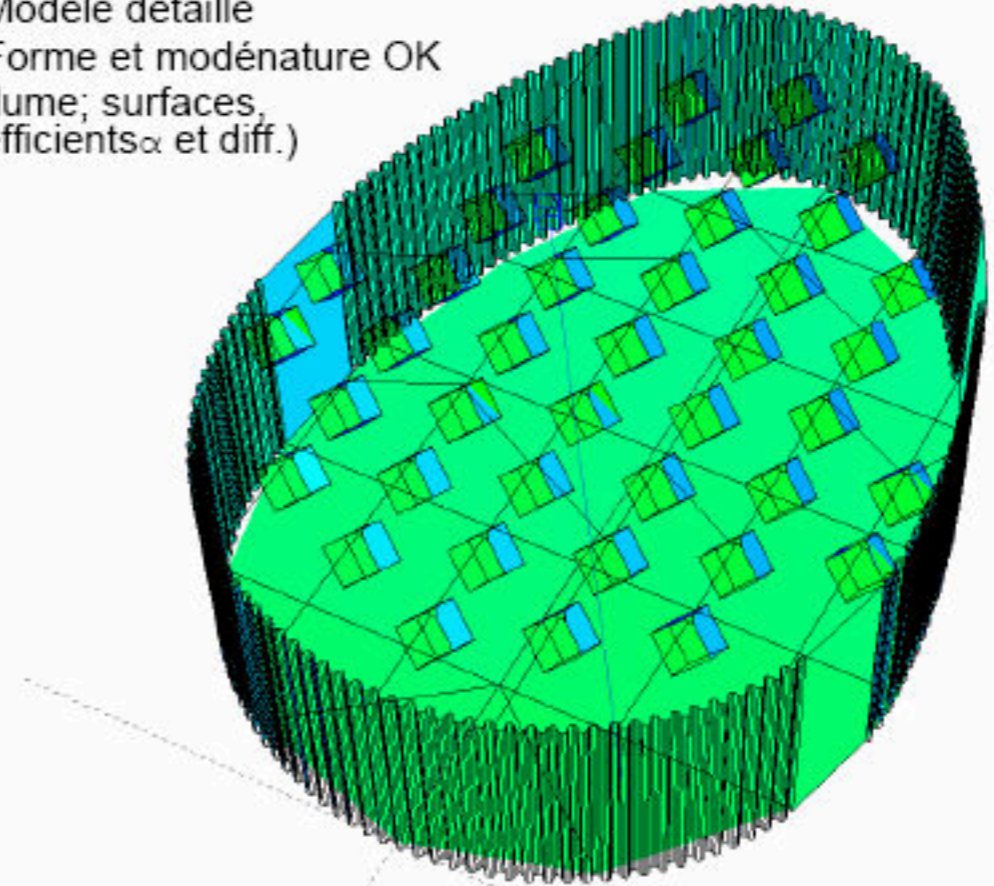


- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Modèle sommaire : forme très différente</li> <li>■ Volume; surfaces OK</li> <li>■ Coefficients <math>\alpha</math> et diffusion, délicats à régler</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Modèle simple : Forme OK sans modénature</li> <li>■ Volume; surfaces OK</li> <li>■ Coefficients <math>\alpha</math> et diffusion, délicats à régler</li> </ul> |
|--|---|

L'avenir est à créer

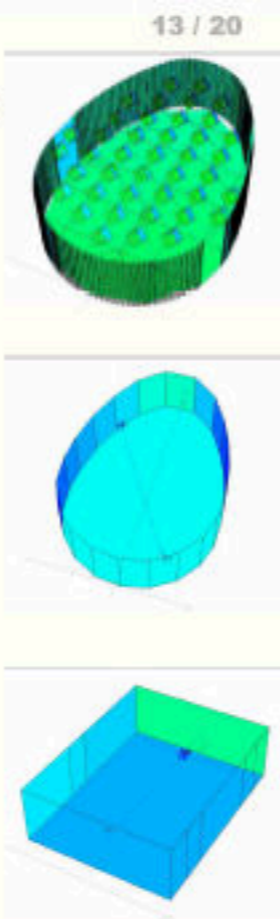
# Question: la modélisation peut-elle mettre en évidence les "effets" géométriques

- Modèle détaillé
- Forme et modénature OK (volume; surfaces, coefficients  $\alpha$  et diff.)



# Remarques (en cours de dépouillement):

- Il nous semble que les calculs ne sont pas très explicites quand aux effets de "focalisation" et de "guide d'onde"
- Alors que la simple exploration sur place met très rapidement en évidence ces effets acoustiques très particuliers ...
- La visualisation des lancers de rayons est presque la représentation la plus parlante ... mais malheureusement difficilement exploitable
- Toutefois, ces remarques ne doivent pas être interprétées comme la conclusion d'une longue expertise (à suivre) ....



L'avenir est à créer

**h e p i a**

Pôle école de Design, d'Ingénierie et d'Architecture de Genève

# Mesures après intervention




L'avenir est à créer

**h e p i a**

Pôle école de Design, d'Ingénierie et d'Architecture de Genève

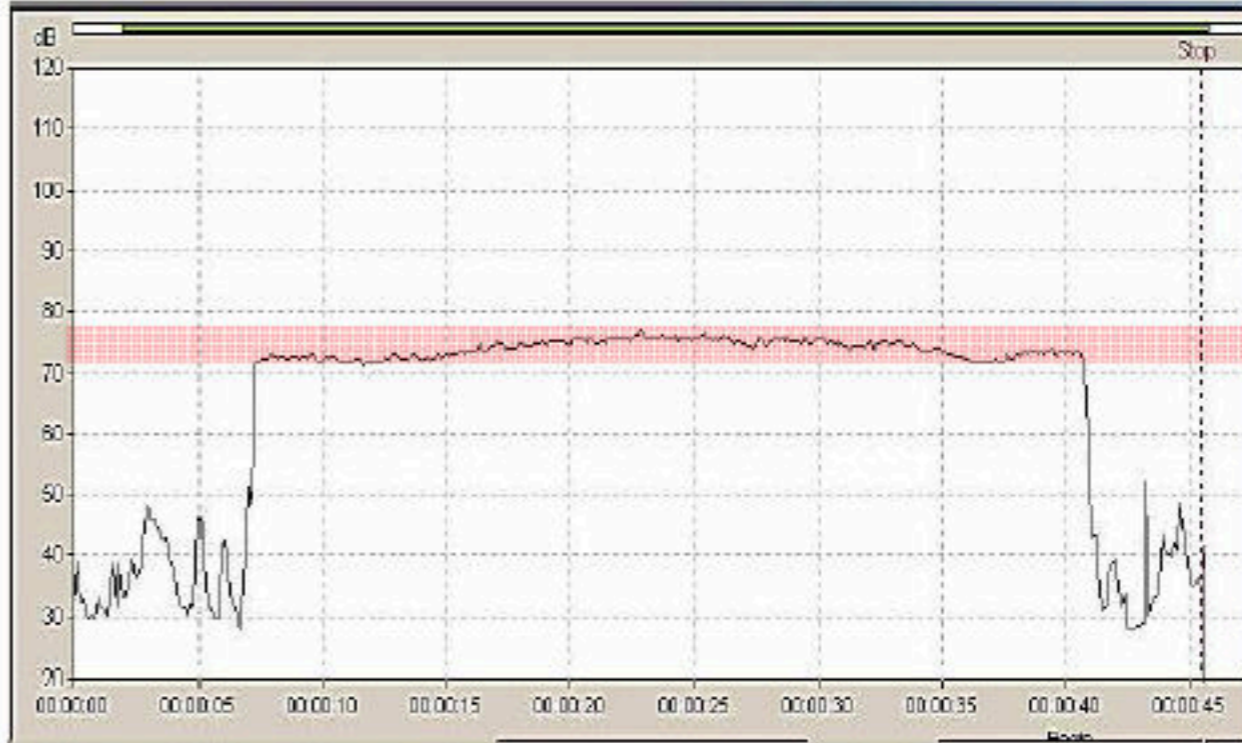
 nov.-09 Robert Beffa Architecte SIA Acousticien SSA-SFA



# Variations liées à la proximité des parois et à la focalisation (Translation d'une source B&K)



# Variations liées à la proximité des parois



Variation + de 5dBA

Z:\\_MESURES\1601\_1650\1611\_Creche\_Bemex\BERNEX\OEUF\BERNEX\_OEUF\_8\_2009-10-15\_19.30\_33\NOR-121.NPF

Markers

Nor121 00:00:00.000 Profile - Ch1 LAeq - 01.8.dB

 nov.-09 Robert Beffa Architecte SIA Acousticien SSA-SFA


L'avenir est à créer

**h e p i a**

Pôle école de Design, d'Ingénierie et d'Architecture de Genève

## Typologies rencontrées

D1

	Boite "standard" D < 10m	Boite "standard" D >> 10m	Géométrie "focalisante" D < 10m	Géométrie "focalisante" D >> 10m
Absorption faible & répartie				
Absorption faible et particulière				
Absorption importante mal répartie				
Absorption importante & répartie				

Absorption faible &amp; répartie

Absorption faible et particulière

Absorption importante mal répartie

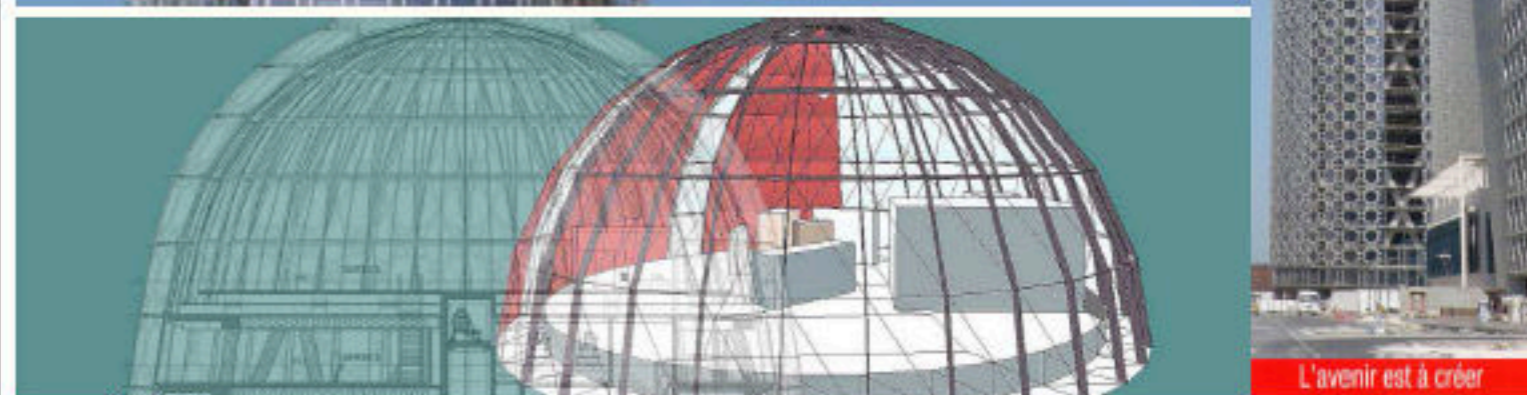
Absorption importante &amp; répartie

L'avenir est à créer

h e p i a

Page école de Design, d'ingénierie et d'architecture de Genève

## Guides d'ondes Sommet d'une tour à Doha



L'avenir est à créer

h e p i a

Page école de Design, d'ingénierie et d'architecture de Genève

## Cas d'un Guide d'ondes > Prédominance de la forme

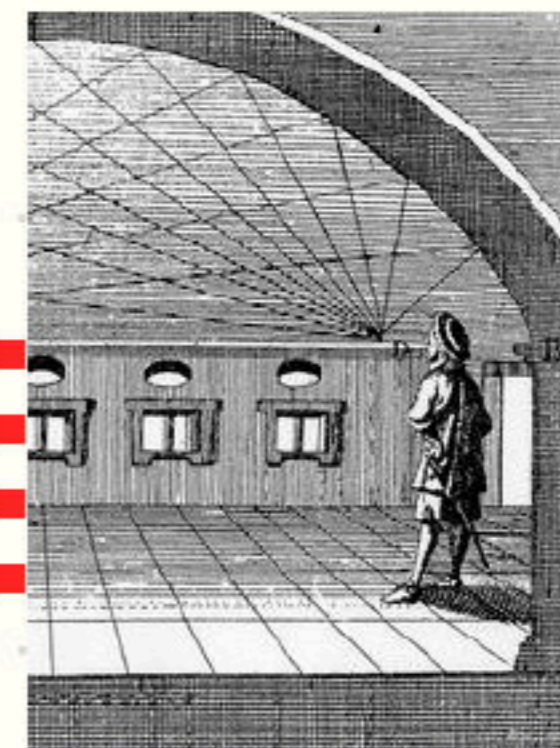
L'architecte:

- Design
- Statique
- Vue
- Justification des coûts

## Cas d'un Guide d'ondes > Prédominance de la forme

L'acousticien

- Focalisation (foyer)
- Diffusion
- Absorption
- Les outils pour faire un pronostic



Athanasius Kircher 1784,  
1680 phonurgia  
nova  
Campidonas

L'avenir est à créer

h e p i a

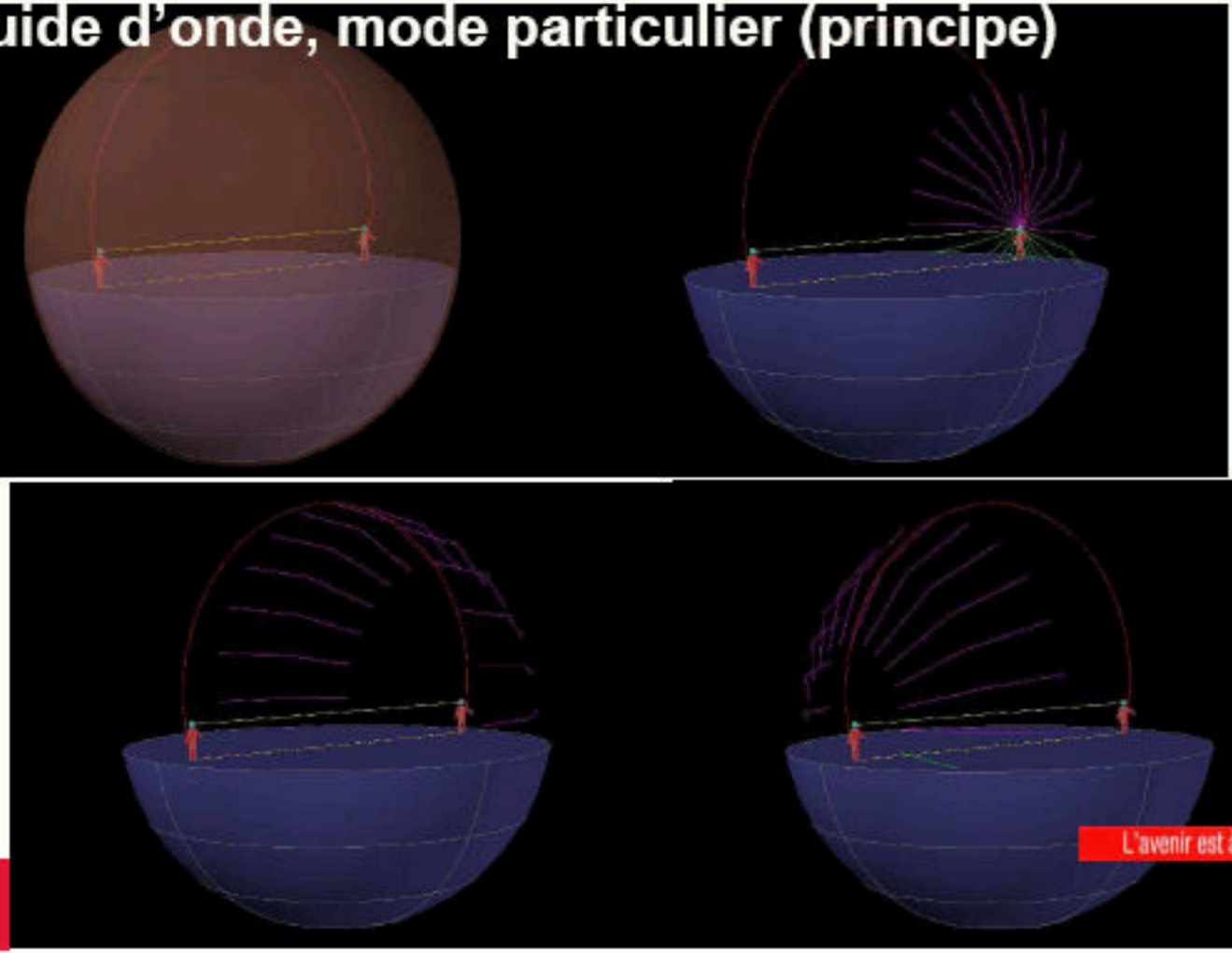
Page école de Design, d'ingénierie et d'architecture de Genève

L'avenir est à créer

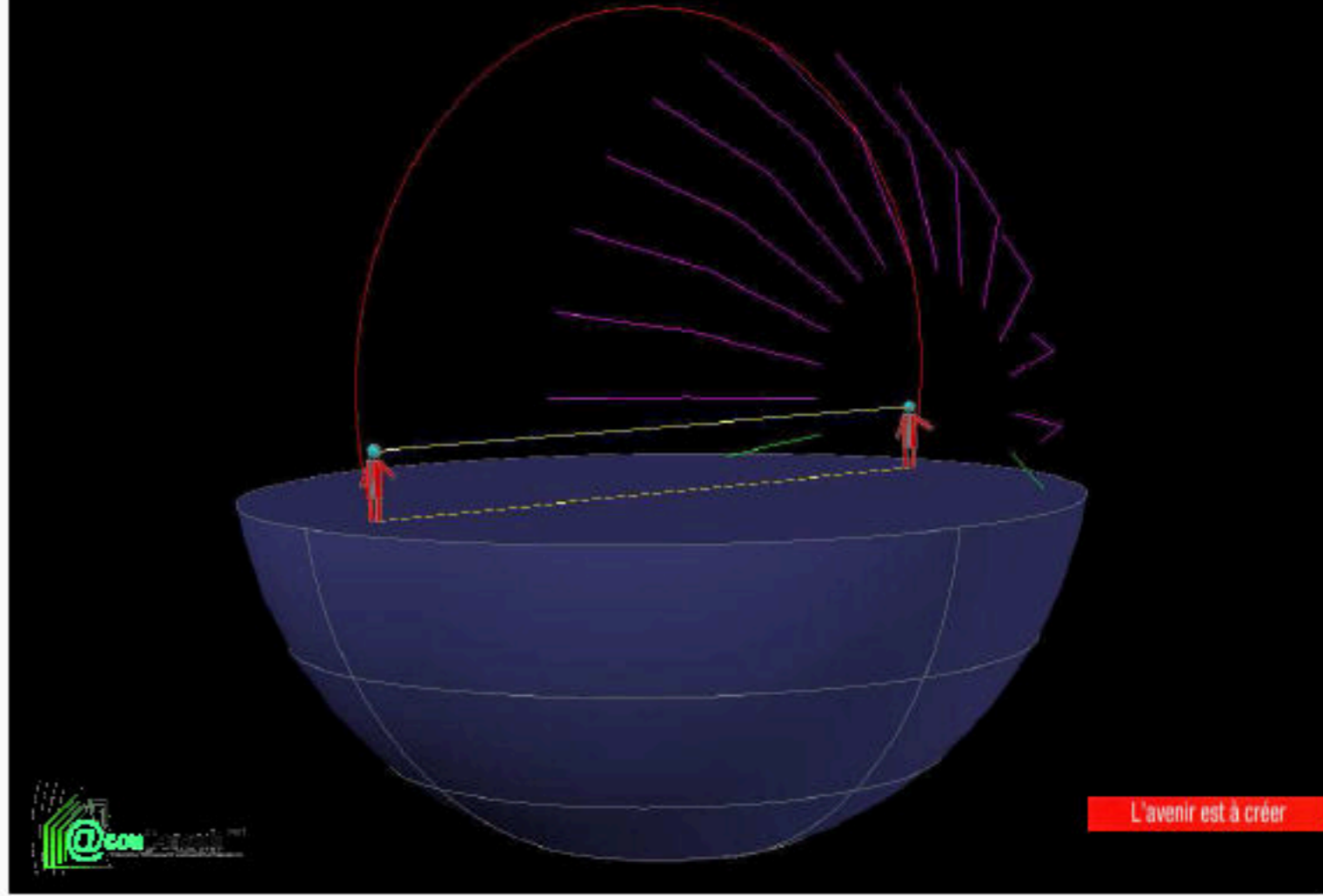
h e p i a

Page école de Design, d'ingénierie et d'architecture de Genève

# Guide d'onde, mode particulier (principe)



L'avenir est à créer



L'avenir est à créer

# Guide d'ondes dans une église



L'avenir est à créer

# Guide d'ondes église à Genève




La forme extérieure correspond pratiquement au volume intérieur

L'avenir est à créer

# Typologies rencontrées

**D2**

Boite "standard"	Boite "standard"	Géométrie "focalisante"	Géométrie "focalisante"
D < 10m	D >> 10m	D < 10m	D >> 10m

Absorption faible & répartie			
Absorption faible et particulière			
Absorption Importante mal répartie			
Absorption Importante & répartie			

L'avenir est à créer

Robert Beffa Architecte SIA Acousticien SSA-SFA



# Guides d'ondes

## Sommet d'une tour à Doha au Qatar

- Préciser autant que possible les affectations retenues pour cet espace important et si particulier (lieu d'exposition, réceptions, logement occasionnel (1 à 2 pers.) avec piscine et des "blocs": bibliothèque, cuisine, etc.)
  - ◆ Définition des "modes d'emplois acoustiques"
  - ◆ Définition des spécifications pour les divers éléments influençant l'acoustique
  - ◆ Définition des objectifs et des contrôles "in fine"
- Contrôler les sources sonores (puissances et directivité : sonorisation; projections, etc.)
- Optimiser l'occupation de l'espace autant que possible (coupler les objectifs de protection thermique et lumineuse avec les objectifs acoustiques) création d'obstacles, recherche de surfaces pour l'absorption, augmenter la diffusion, etc.




L'avenir est à créer



# Typologies rencontrées

**D4**

Boite "standard"	Boite "standard"	Géométrie "focalisante"	Géométrie "focalisante"
D < 10m	D >> 10m	D < 10m	D >> 10m

Absorption faible & répartie			
Absorption faible et particulière			
Absorption Importante mal répartie			
Absorption Importante & répartie			

L'avenir est à créer

Robert Beffa Architecte SIA Acousticien SSA-SFA



- La forme extérieure ne correspond pas au volume intérieur visible



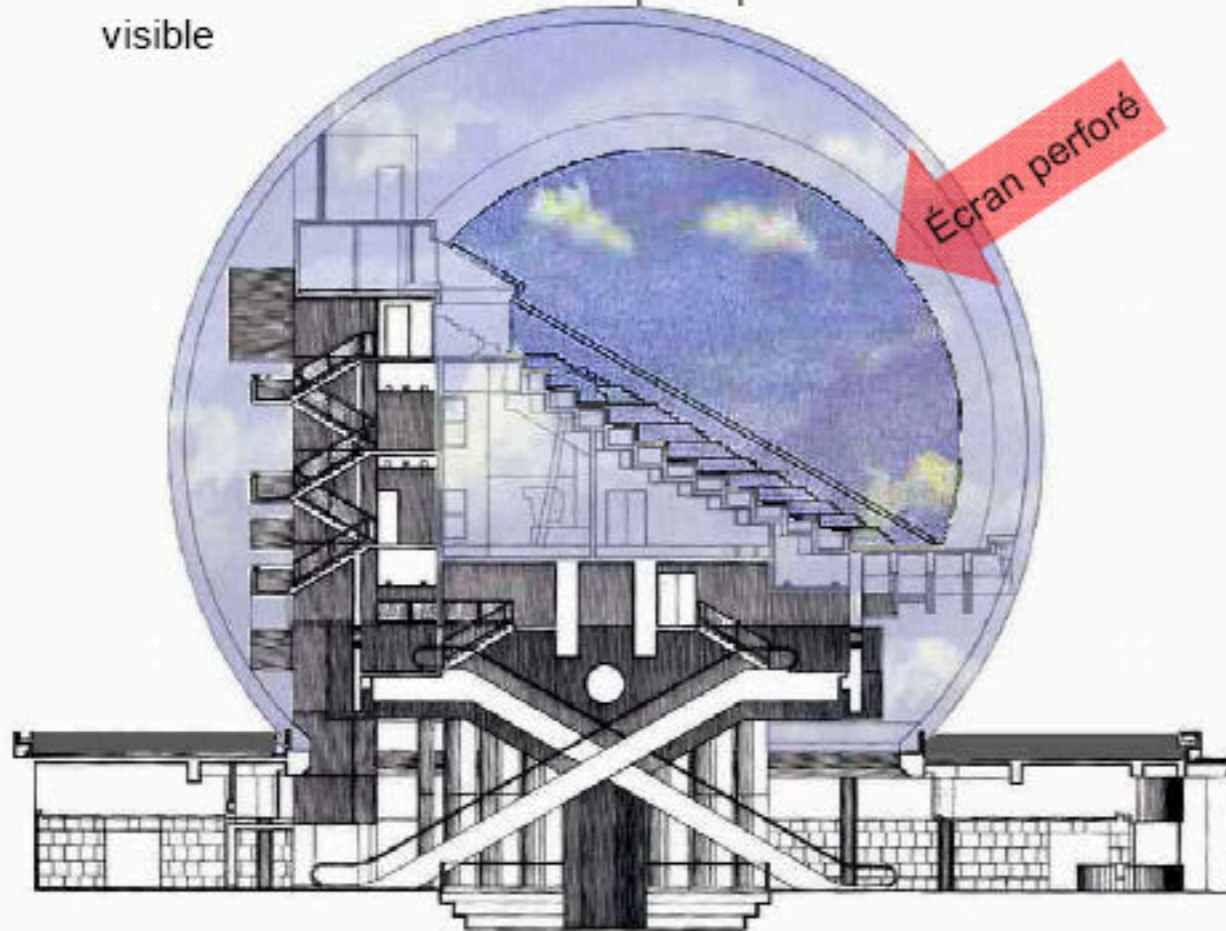
L'avenir est à créer



Robert Beffa Architecte SIA Acousticien SSA-SFA



- La forme extérieure ne correspond pas au volume intérieur visible



- L'espace résiduel permet le traitement de l'acoustique



L'avenir est à créer  
 hepia  
 Page la école de Design, d'ingénierie et d'architecture de Genève

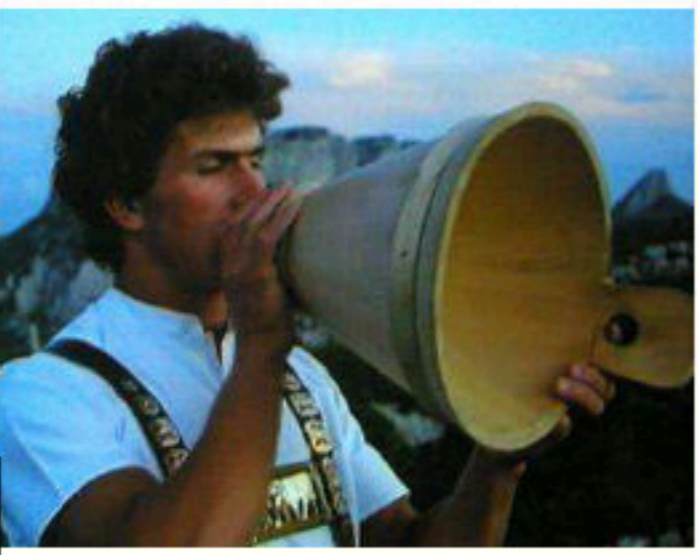
## Petite démo: pour un Iphone



- Efficacité comme guide d'onde environ +10 dB devant l'appareil

hepia nov.-09 Robert Beffa Architecte SIA Acousticien SSA-SFA  
 hepia  
 Page la école de Design, d'ingénierie et d'architecture de Genève

## Une propriété utilisée depuis toujours



■ Images du film «Ur Music»

L'avenir est à créer  
 hepia  
 Page la école de Design, d'ingénierie et d'architecture de Genève

## Remerciements

- Aux nombreux partenaires qui nous confient leurs problèmes à régler (c'est de cette manière que l'on en apprend le plus)
- Au collaborateurs du bureau d'acoustique AcouConsult sàrl (M<sup>me</sup> Audrey Ledesert et Lydie Meynet)
- Aux collègues du laboratoire hepia

des questions ?



<http://hepia.hesge.ch/>  
[robert.beffa@hesge.ch](mailto:robert.beffa@hesge.ch)  
<http://acouconsult.ch/>  
[contact@acouconsult.ch](mailto:contact@acouconsult.ch)

hepia nov.-09 Robert Beffa Architecte SIA Acousticien SSA-SFA  
 hepia  
 Page la école de Design, d'ingénierie et d'architecture de Genève