

1



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Architecture et acoustique du projet de Learning Center de l'EPFL

Victor Desarnaulds

*Bureau ing G. Monay,
25 av. Vinet
Lausanne*

desarnaulds@monay.ch

2



Plan de l'exposé

1. Programme du Learning Center
et concours d'architecture
2. Présentation du projet lauréat
(Sanaa)
3. Problématique acoustique
4. Simulations acoustiques

3



1) Concours d'architecture Learning Center

- **La mission du Learning Center** : Point d'entrée de l'EPFL, le Learning Center sera un lieu d'apprentissage, d'information, de vie.
- **Les principaux objectifs** :
 - Mettre à disposition des membres de la communauté scientifique des infrastructures et des outils qui optimisent **l'accès à l'information**, qui accélèrent la **circulation des idées**, qui perméabilisent les savoirs, qui **stimulent les échanges**.
 - Inciter les enseignants à mettre en oeuvre une **pédagogie plus active**.
 - Mettre à disposition des étudiants les ressources nécessaires à leurs travaux, c'est-à-dire l'accès aux **supports d'information** physique ou virtuelle, les **espaces de travail** et divers **autres services**.
 - Mettre à disposition des étudiants, des chercheurs, des personnels et du grand public un **lieu de vie, de rencontre, de culture**.

4



Concours d'architecture Programme et déroulement

- **Programme des locaux (15'000 m2)** :
Bibliothèque, espaces de formation, espace de vie, espaces culturels, espaces de services
- Début 2004, 189 bureaux d'architectes répondirent au concours de **préqualification**
- En avril 2004, le jury, choisi **12 candidats** et leur demanda de réaliser un mandat d'étude préliminaire

5



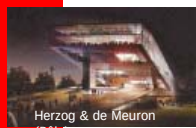
Concours d'architecture Candidats retenus

- Abalos & Herreros (Madrid)
- Ateliers Jean Nouvel (Paris)
- Diller Scofidio + Renfro (New York)
- Herzog & de Meuron (Basel)
- Livio Vacchini - Eloisa Vacchini, Architetti (Locarno)
- Mecanoo Architecten bv (Delft)
- OMA Stedebouw bv (Rotterdam)
- Pierre du Besset & Dominique Lyon Architectes (Paris)
- SANAA Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa (Tokyo)
- Valerio Olgiati Architekt ETH/SIA/BSA (Zürich)
- Xaveer de Geyter Architecten bvba (Bruxelles)
- Zaha Hadid Architects (Londres)

6



Concours d'architecture Projets



Herzog & de Meuron
(Basel)



Office for Metropolitan
Architecture (Rotterdam)



Jean Nouvel (Paris)



Mecanoo Architecten
(Delft)



Valerio Olgiati (Zurich)



Livio Eloisa Vacchini
(Lugano)



Zaha Hadid (Londres)



Diller et Scofidio (New York)



Xaveer de Geyter
(Bruxelles)



Pierre du Besset et Dominique Lyon
(Paris)

7



Concours d'architecture

Abalos & Herreros (Madrid)



8



Concours d'architecture

Ateliers Jean Nouvel (Paris)



9



Concours d'architecture

Diller Scofidio + Renfro (New York)



10



Concours d'architecture

Herzog & de Meuron (Basel)

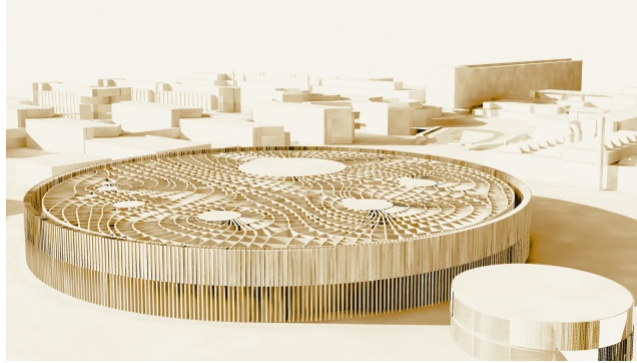


11



Concours d'architecture

L+E Vacchini, Architetti (Locarno)

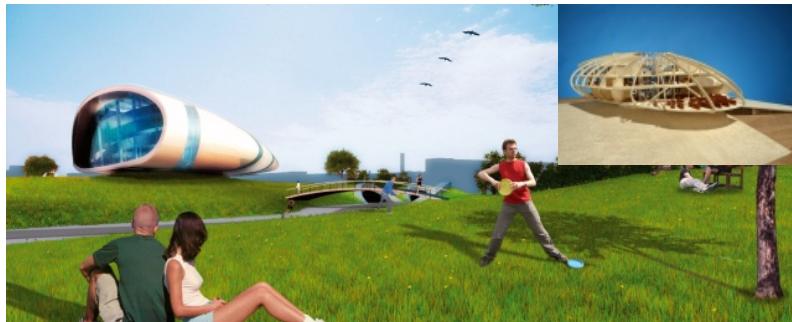


12



Concours d'architecture

Mecanoo Architecten bv (Delft)



13



Concours d'architecture

OMA Stedebouw bv (Rotterdam)



14



Concours d'architecture

Pierre du Besset & Dominique
Lyon Architectes (Paris)



15



Concours d'architecture

Valerio Olgiati (Zürich)

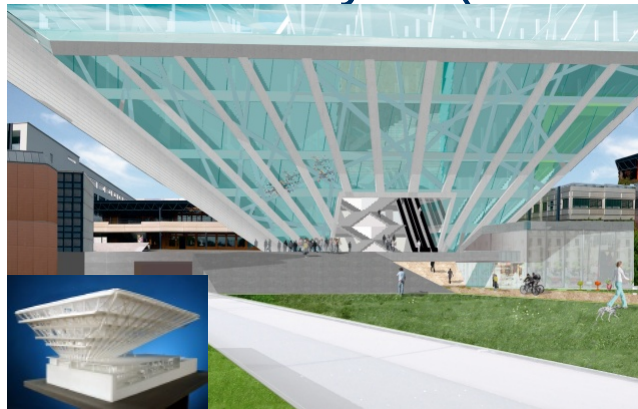


16



Concours d'architecture

Xaveer de Geyter (Bruxelles)

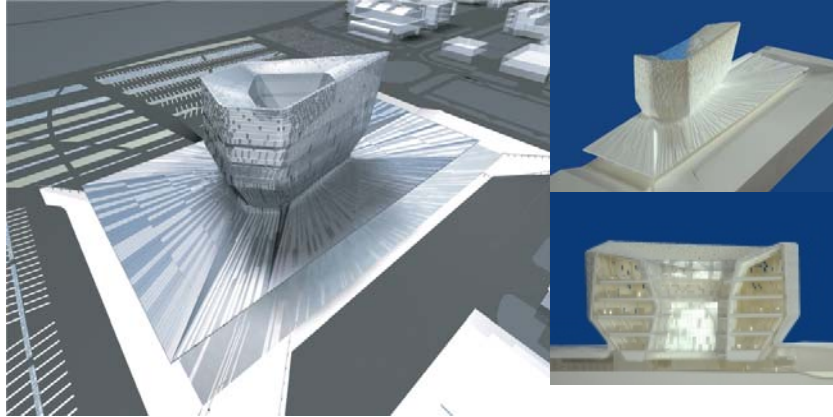


17



Concours d'architecture

Zaha Hadid Architects (Londres)



18



2) Projet Lauréat Maquette

Sanaa (Sejima + Nishizawa, Tokyo)



19



Projet lauréat Intégration dans site



20



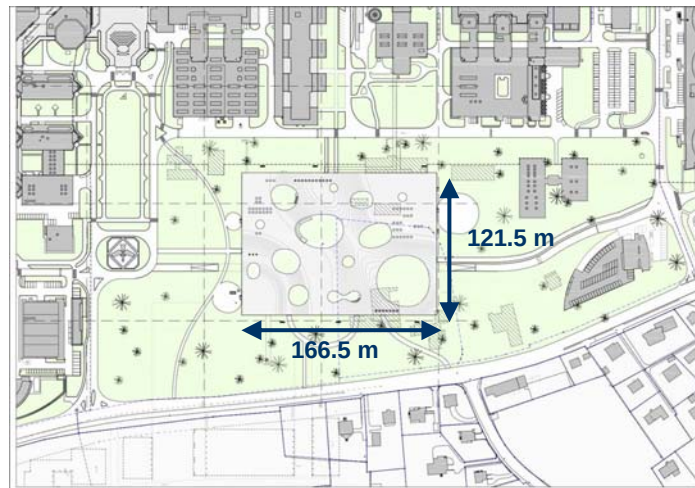
Projet lauréat Simulation – Façade



21



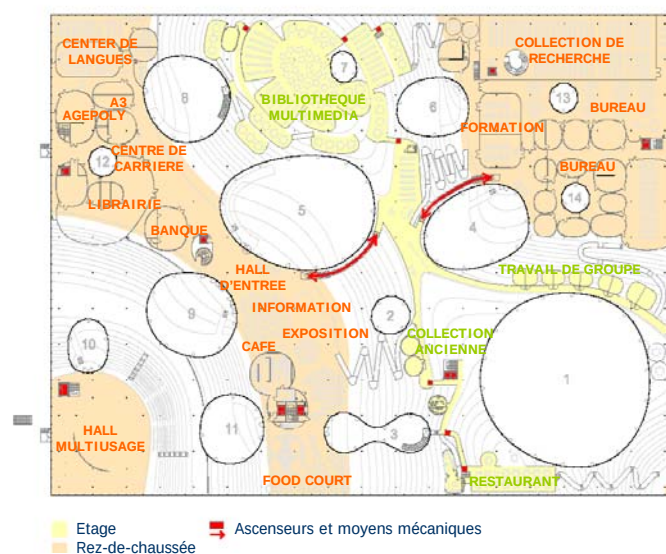
Projet lauréat Intégration dans site



22



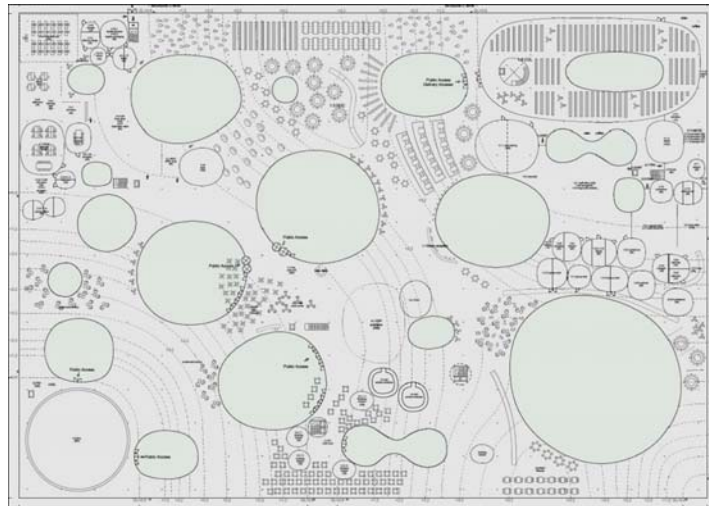
Projet lauréat Plan final du projet



23



Projet lauréat Plan du projet



24



Projet lauréat Image synthèse – zone de travail



25



Projet lauréat Image synthèse - Patio



26



Projet lauréat Image synthèse – Sous sol



27



3) Problématique acoustique

Ordre chronologique

- Définition des **exigences acoustique** dans un tel espace
- **Juxtaposition d'activités** différentes dans un même espace
- Acoustique de **l'espace ouvert** (réverbération, propagation)
- Acoustique des **espaces cloisonnés** (isolation, forme, réverbération)

28



Problématique acoustique

Spécifications acoustiques

- Acoustique des salles (réverbération, décroissance DL2, forme)
- Niveau de bruit (installations techniques, bruit de l'extérieur, bruit de fond intérieur)
- Isolations acoustiques (entre locaux, enveloppe du bâtiment)
- Bases: SIA181, SUVA, publications scientifiques et recommandations étrangères

29



Problématique acoustique Espace ouvert - confort acoustique

Le confort acoustique dans un espace de type paysager (open space) dépend :

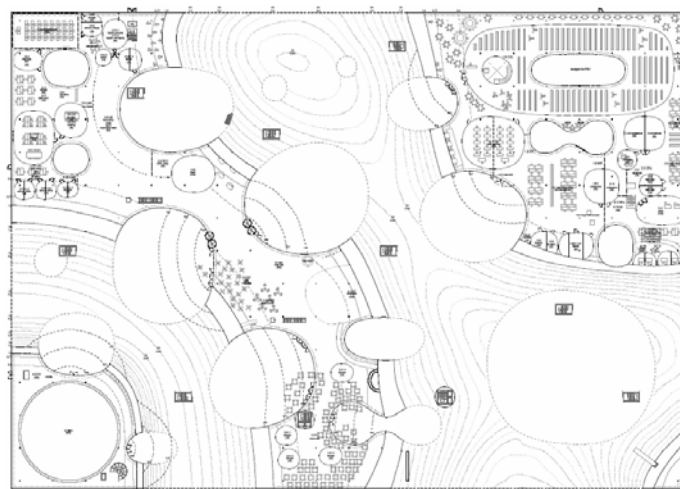
- De l'acoustique du volume (type et position des matériaux absorbants)
- Du bruit ambiant (ext., technique, proximité d'activités bruyantes)
- Du type de confort nécessaire (sensibilité au bruit)

⇒ **Nécessité de minimiser les conflits entre les diverses activités**

30

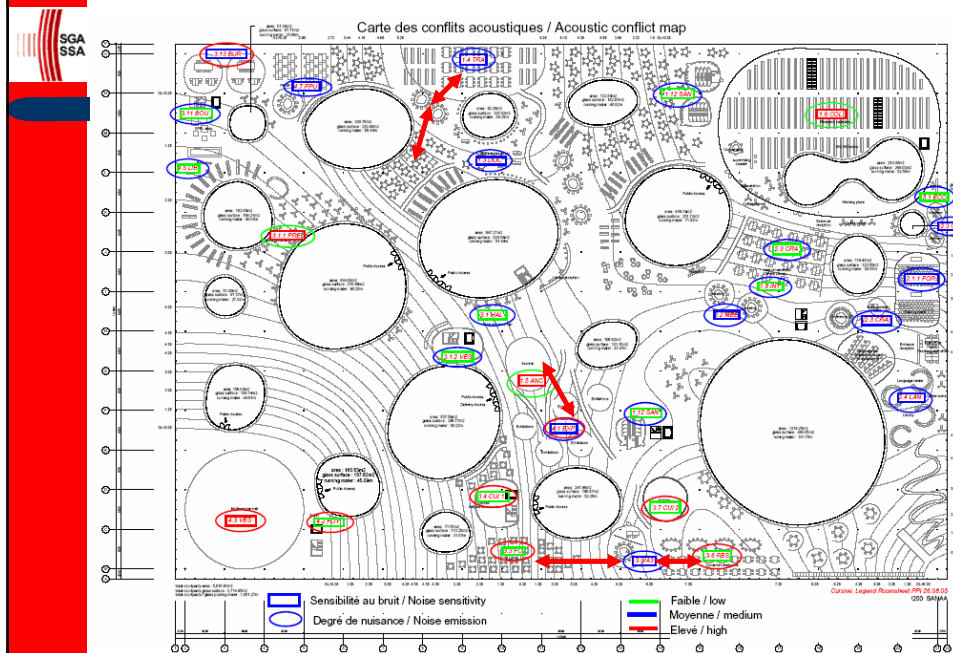


Problématique acoustique Gestion de l'espace, plan initial



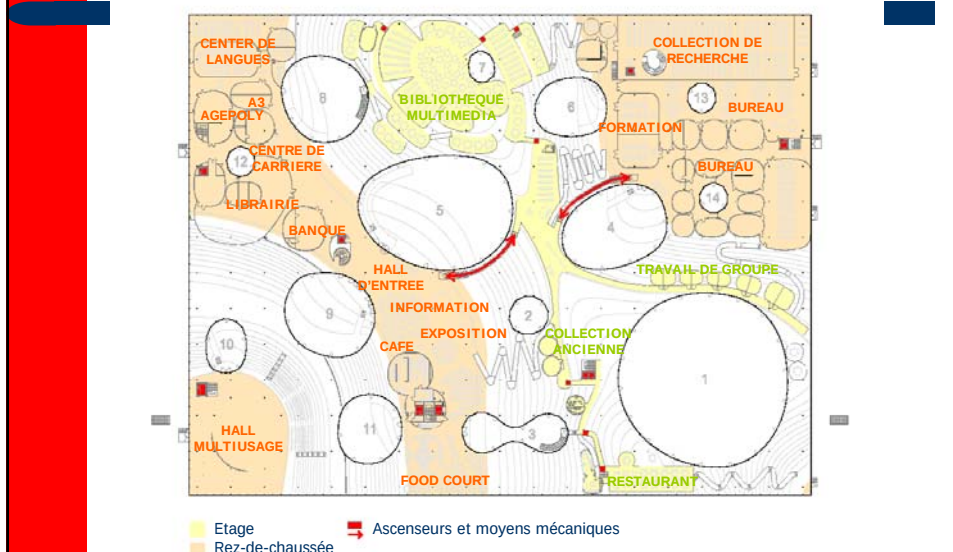
31

Carte des conflits acoustiques



32

Problématique acoustique Plan final du projet



33



Problématique acoustique Espace ouvert - matériaux

- **Plafond** : $\alpha_w > 0.6$, sans joint et double courbure; tissus ou plâtre poreux + laine minérale + vide
- **Sol** : absorption des bruits de chocs, absorbant acoustique $\alpha_w > 0.2$, moquette presque partout
- **Obstacles** : patios et boîte (position), écrans mobiles ($h > 1.6\text{m}$), mobilier (étagères)

34



Problématique acoustique Espace (semi)fermé

- **Isolation** : selon niveau d'exigence; faux plafond isolant, vitrage et/ou placoplâtre
- **Forme** : éviter les focalisations (cylindre coupé, allongé ou avec rideaux intérieur)
- **Espace polyvalent** : optimisation de la forme/matériau du plafond et des réflecteurs acoustiques

35



4) Simulations acoustique

Buts

- Etude des phénomènes de focalisation dans les locaux fermés (parois concaves)
- Etude détaillée de la salle polyvalente (intelligibilité de la parole, réflecteurs)
- Calcul du temps de réverbération, optimisation du type et de la position des matériaux (auralisation de variantes)
- Propagation du bruit d'une zone à l'autre de l'espace ouvert

36



Simulations acoustique

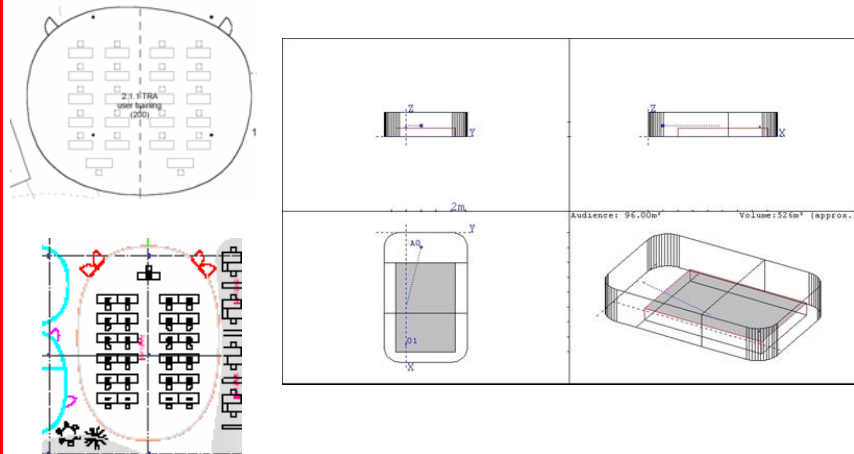
Type et locaux étudiés

- Logiciel Catt-Acoustic v8 méthode panachée avec lancer de cônes (RTC Randomized Tail-corrected Cone-tracing), de rayons ou sources images
- Locaux étudiés
 - Espace cloisonné (salle de formation)
 - Espace polyvalent
 - Espace ouvert (open space)

37

SGA
SSA

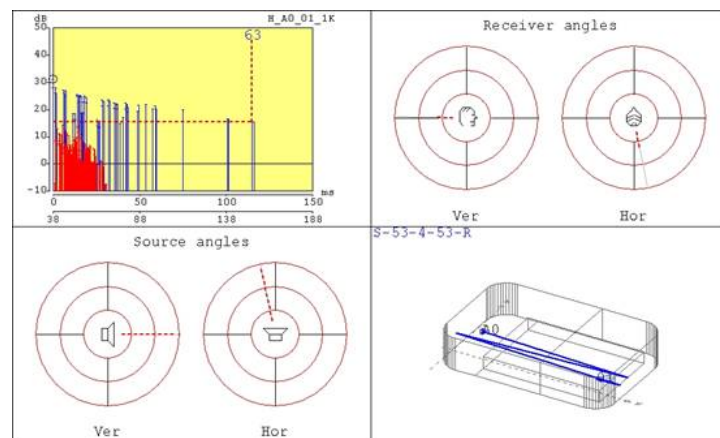
Simulations acoustique Salle de formation - forme



38

SGA
SSA

Simulations acoustique Salle de formation - échogramme

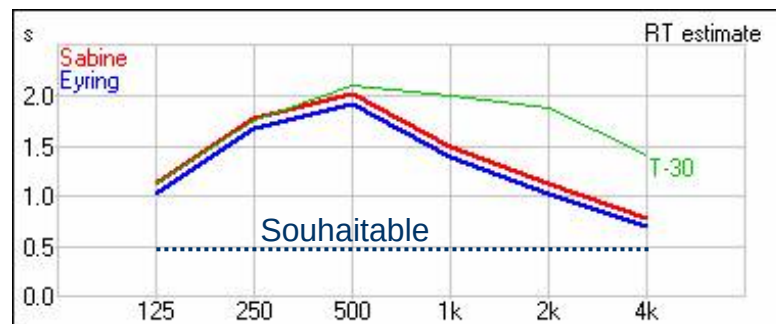


39



Simulations acoustique Salle de formation - Tr

*Réverbération dans la salle selon projet
(salle ouverte vide; sol moquette, plafond plâtre lisse)*



40



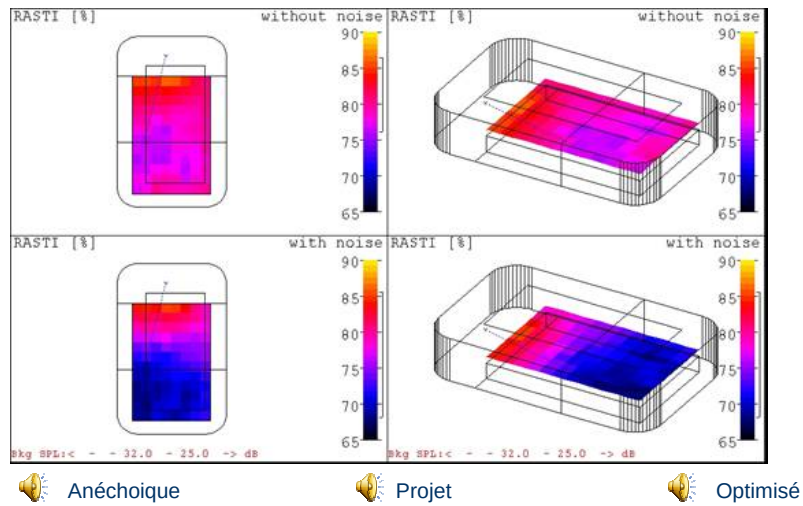
Simulations acoustique Salle de formation - optimisation

- **forme de la salle** pour diminuer les effets de focalisation
- **plafond absorbant** ($\alpha_w > 0.6$) **sur les $\frac{3}{4}$ de la surface** ainsi qu'une **zone réfléchissante** pour garantir un niveau sonore suffisant au fond de la salle.
- **rideau au moins sur deux côtés adjacents du local** pour limiter les fortes réflexions du fond de salle et abaisser encore le temps de réverbération ($T_{250-2kHz} = 0.5$ s)

41



Simulations acoustique Salle de formation - Intelligibilité



42



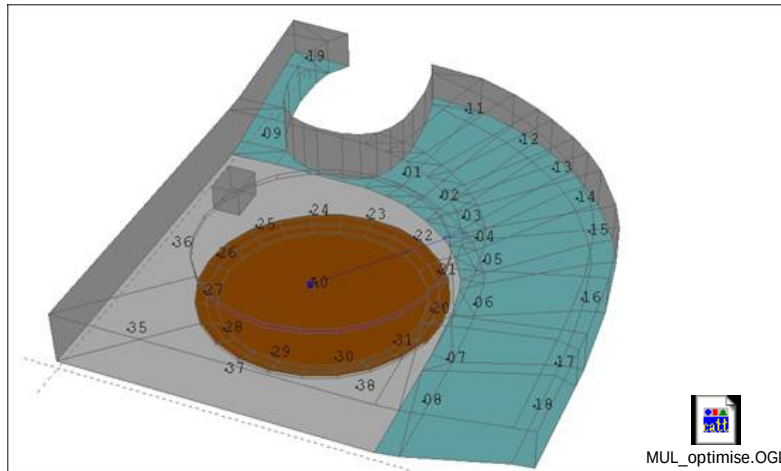
Simulations acoustique Salle polyvalente



43



Simulations acoustique Salle polyvalente



44



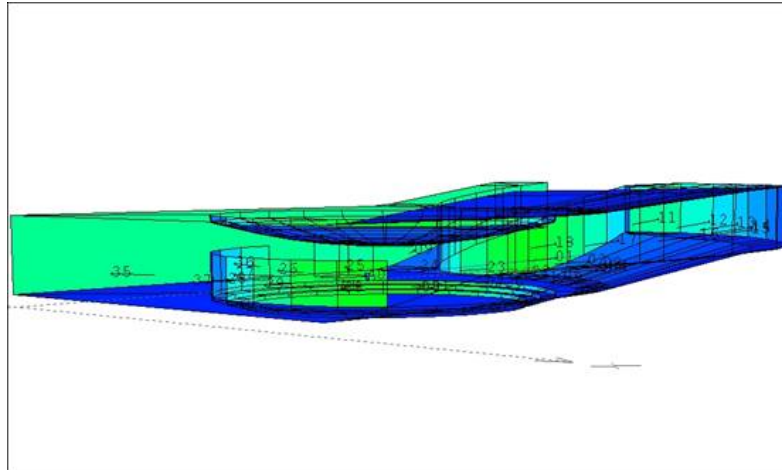
Simulations acoustique Salle polyvalente - optimisation

- **Choix et position des matériaux**, plafond principalement absorbant, un sol réfléchissant sur la scène et de la moquette sur la zone du public ($T_{250-2kHz} = 1.2$ s)
- **Zone réfléchissante au plafond au dessus de la scène** (soit de forme convexe, soit plan mais prolongé sur la zone du public) ainsi que des **réflecteurs verticaux en fond de scène**
- **Fermeture** (partielle) avec le volume ouvert

45



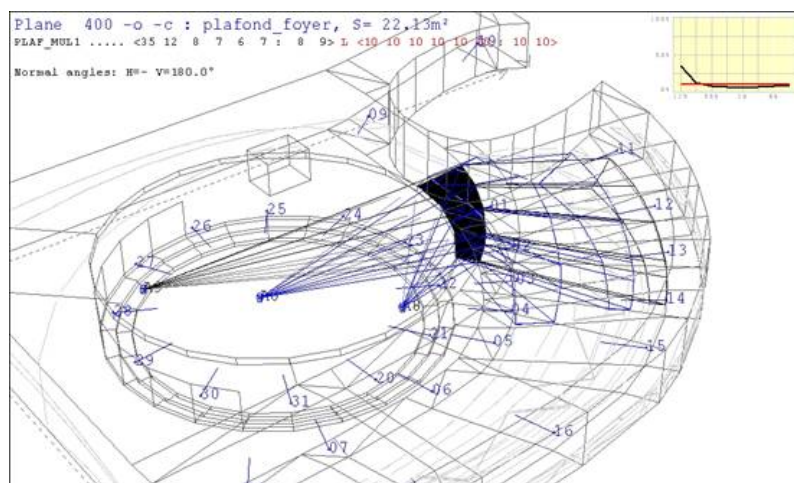
Simulations acoustique Salle polyvalente - réflecteurs



46



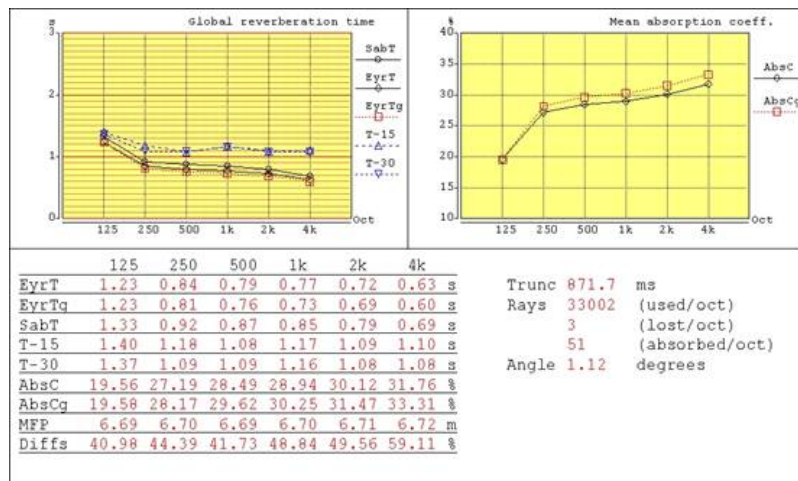
Simulations acoustique Salle polyvalente - réflecteurs



47



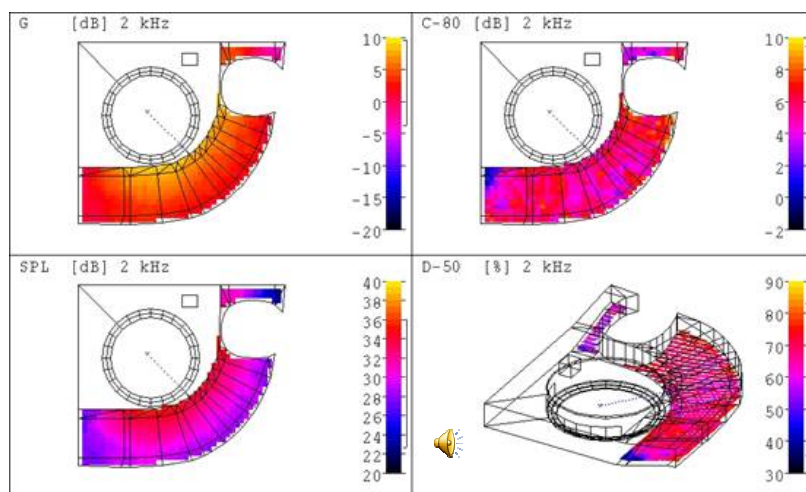
Simulations acoustique Salle polyvalente - Réverbération



48



Simulations acoustique Salle polyvalente - Résultats



Formation optimisée



© 2013 Pearson Education, Inc. or its affiliate(s). All rights reserved. This material is intended solely for the personal use of the individual user and is not to be disseminated broadly.



51



Simulations acoustique Espace ouvert - optimisation

- **Choix et position des matériaux**,
plafond absorbant, moquette au sol
(presque partout)
- **Positions et forme des patios**
- **Fermeture** (partielle) de certaines zone

52



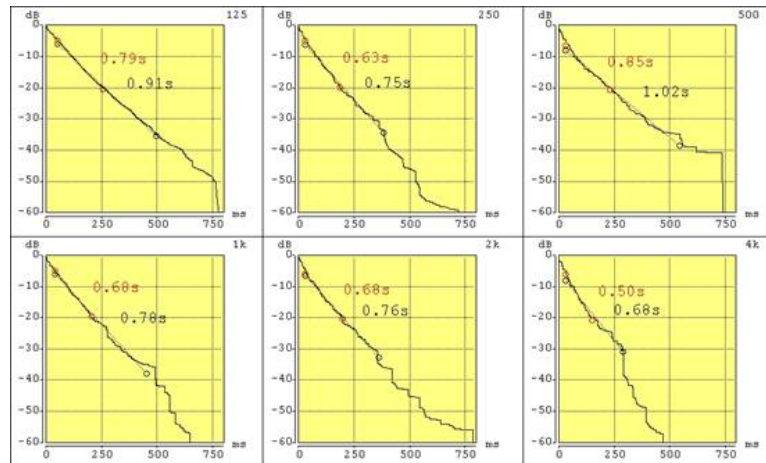
Simulations acoustique Espace ouvert – matériaux sol



53



Simulations acoustique Espace ouvert – T paysager

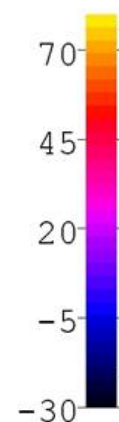
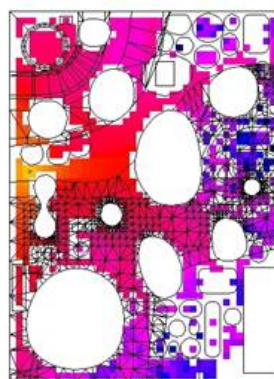


54



Simulations acoustique Espace ouvert – Propagation

SPL [dB] 1 kHz



55



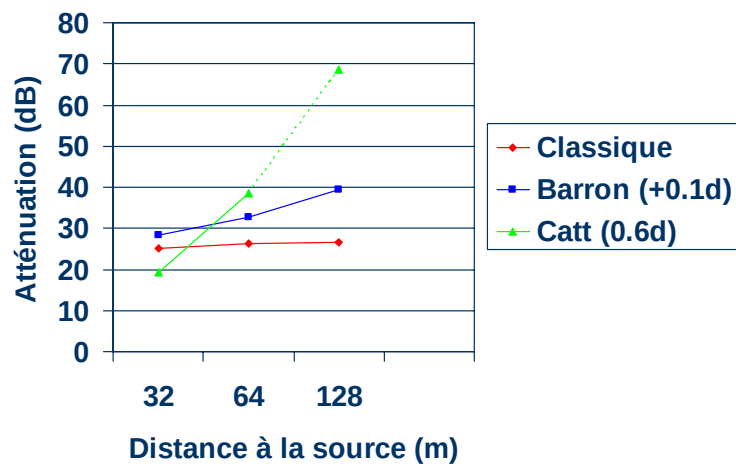
Simulations acoustique Propagation (calcul analytique)

Reverb	Model	Sound reduction (dB)		
T (s)	Distance	32 m	64 m	128 m
0.5	Classic	25.0 dB	26.2 dB	26.5 dB
0.5	Barron	28.2 dB	32.6 dB	39.3 dB
1	Barron	26.0 dB	29.8 dB	36.4 dB

56



Simulations acoustique Propagation (T=0.5)



57



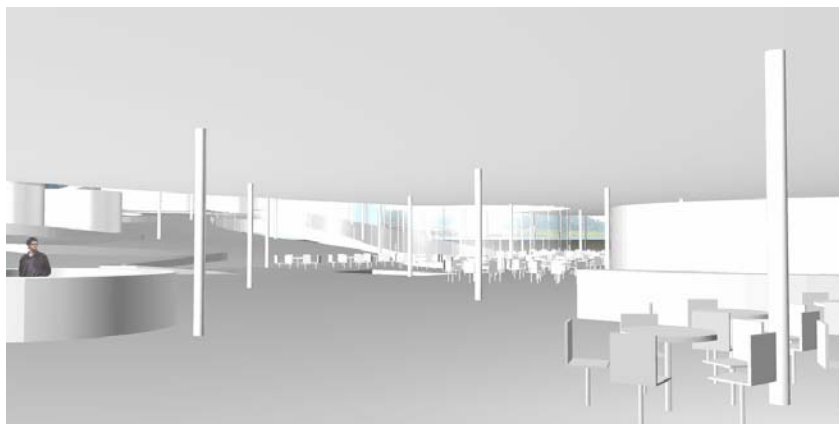
Conclusion

- Projet prestigieux mais présentant de grands déficits notamment au niveau acoustique
- L'étude et les simulations acoustiques ont permis d'optimiser:
 - La répartition des activités dans le volume
 - Le choix et la position des matériaux: plafond absorbant, moquette au sol (presque partout)
 - Forme et la position des éléments intérieurs (réflecteurs, obstacles)

58



**Merci de votre attention...
et bonne visite**



Architecture et acoustique du projet de Learning Center de l'EPFL

Victor Desarnaulds

Contact:

desarnaulds@monay.ch