



Chaires et abats-voix, Mythe ou réalité acoustique

Pauline Chauvin

Victor Desarnaulds

*Ecole Polytechnique Fédérale
de Lausanne, (EPFL)*

Introduction (1)

Usage des chaires et abats-voix depuis le
12^{ème} siècle



« Le prédicant », extrait de la Danse des Morts
de Hans Holbein le Jeune

Introduction (2)

En Suisse,

- ◆ 75% des églises ont une chaire, la moitié d'entre elles ont un abat-voix
- ◆ Actuellement, 1/3 d'entre elles ne sont pas utilisées
- ◆ ***Chaires et abat-voix sont ils vraiment utiles?***

Objectif

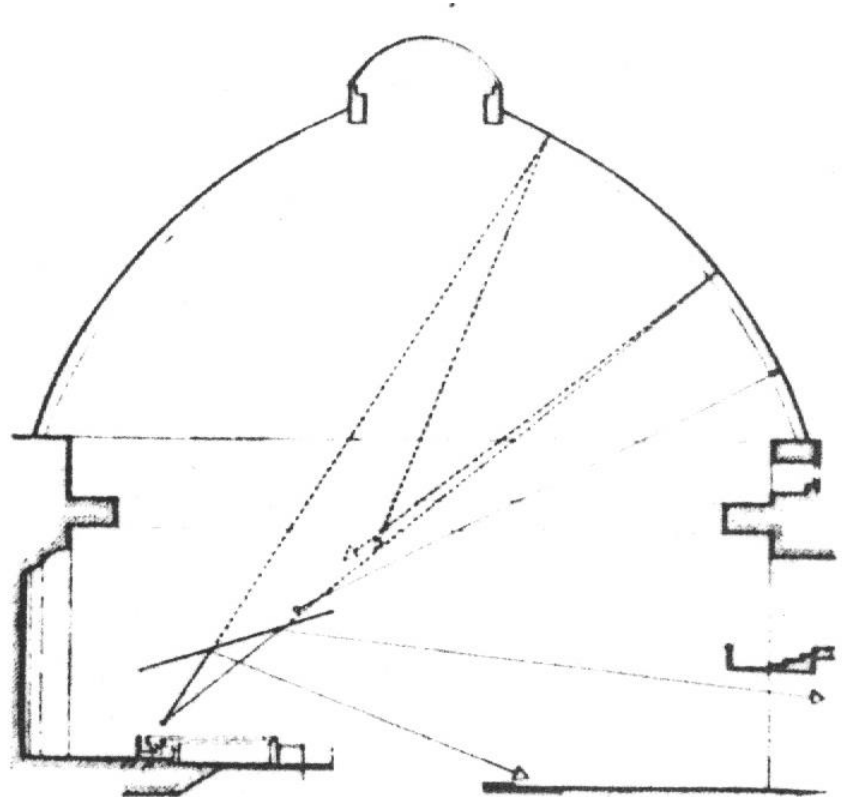
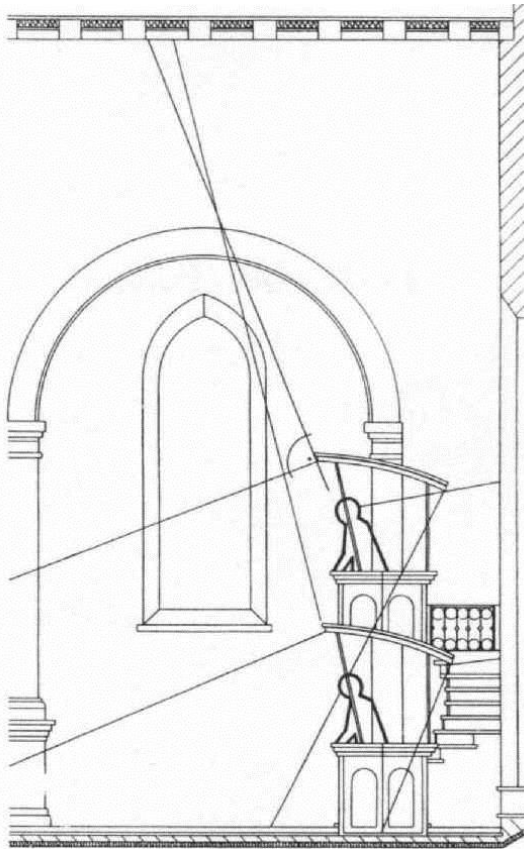
Déterminer
objectivement
l'efficacité acoustique
des abats-voix pour
l'intelligibilité la parole



Plan de l'étude

- ◆ Approche théorique simple, à l'aide de l'acoustique géométrique
- ◆ Simulation des indices d'intelligibilité *RASTI* (Speech Transmission Index) et *D50* (Deutlichkeit) à l'aide d'un logiciel de tracé de rayons
- ◆ Mesures STI et D50 in situ dans 4 églises

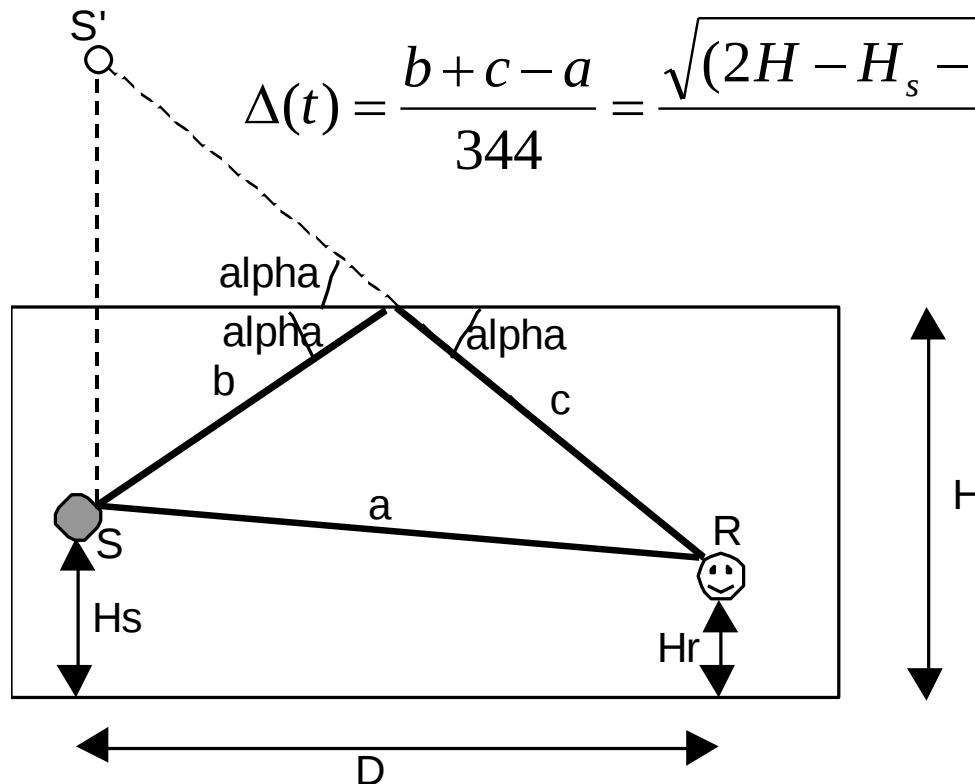
Objectif principal des chaires et abats-voix: suppression de la réflexion tardive due au plafond



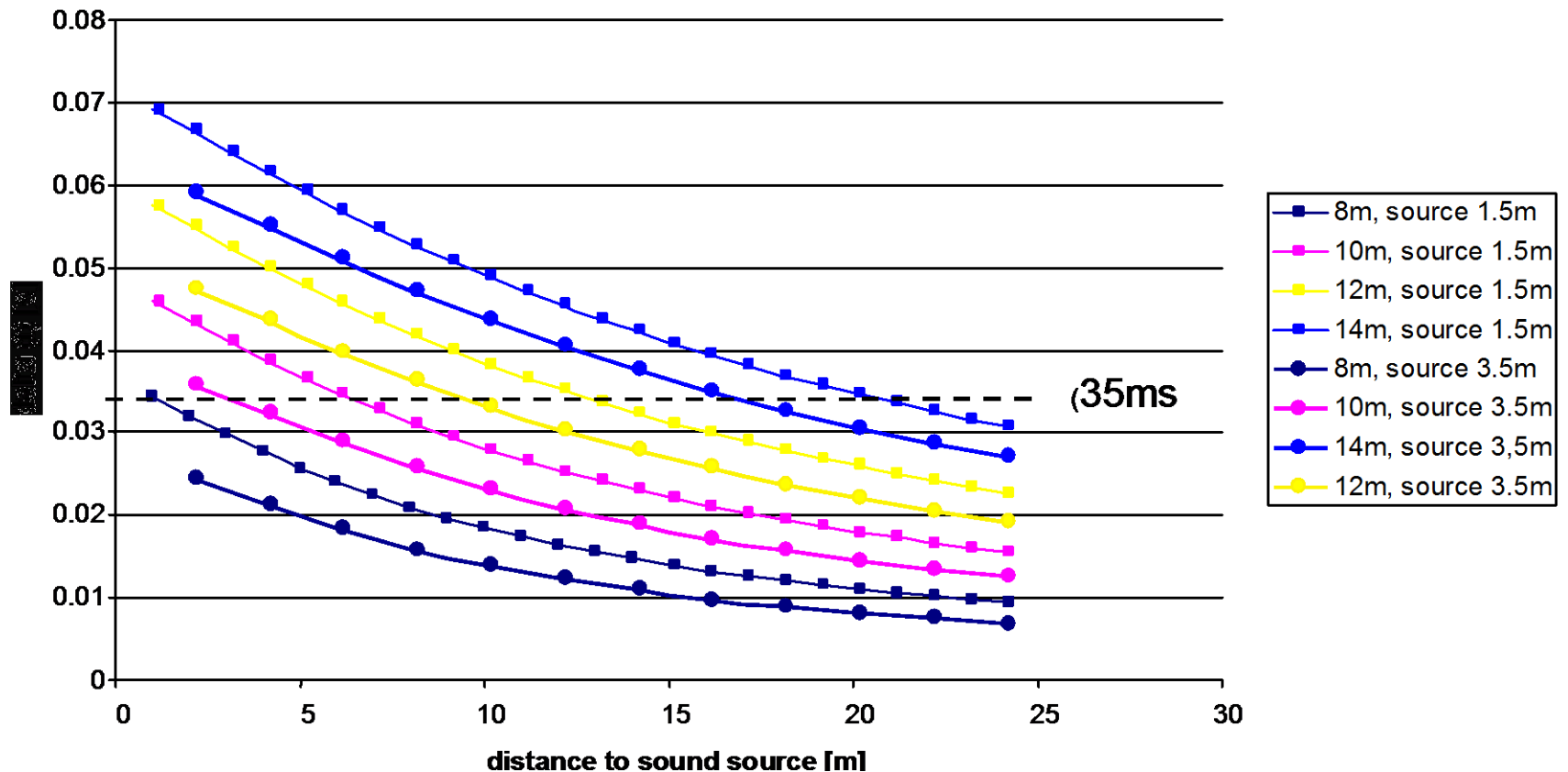
Réduction du retard de réflexion (delta t) sans abat-voix

$$\Delta(t) = \frac{\Delta l}{C}$$

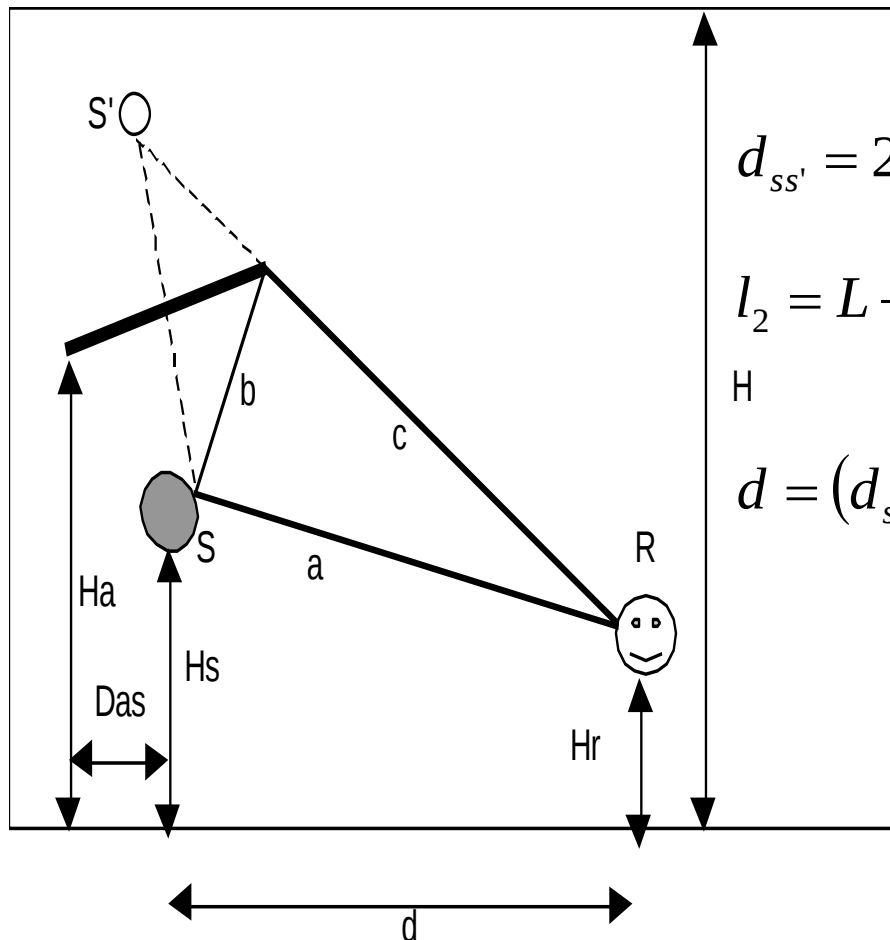
$$\Delta(t) = \frac{b + c - a}{344} = \frac{\sqrt{(2H - H_s - H_r)^2 + D^2} - \sqrt{(H_s - H_r)^2 + D^2}}{344}$$



Δt en fonction de la distance à la source, de la hauteur de la source et de la hauteur de plafond



Efficacité d'un abat-voix incliné

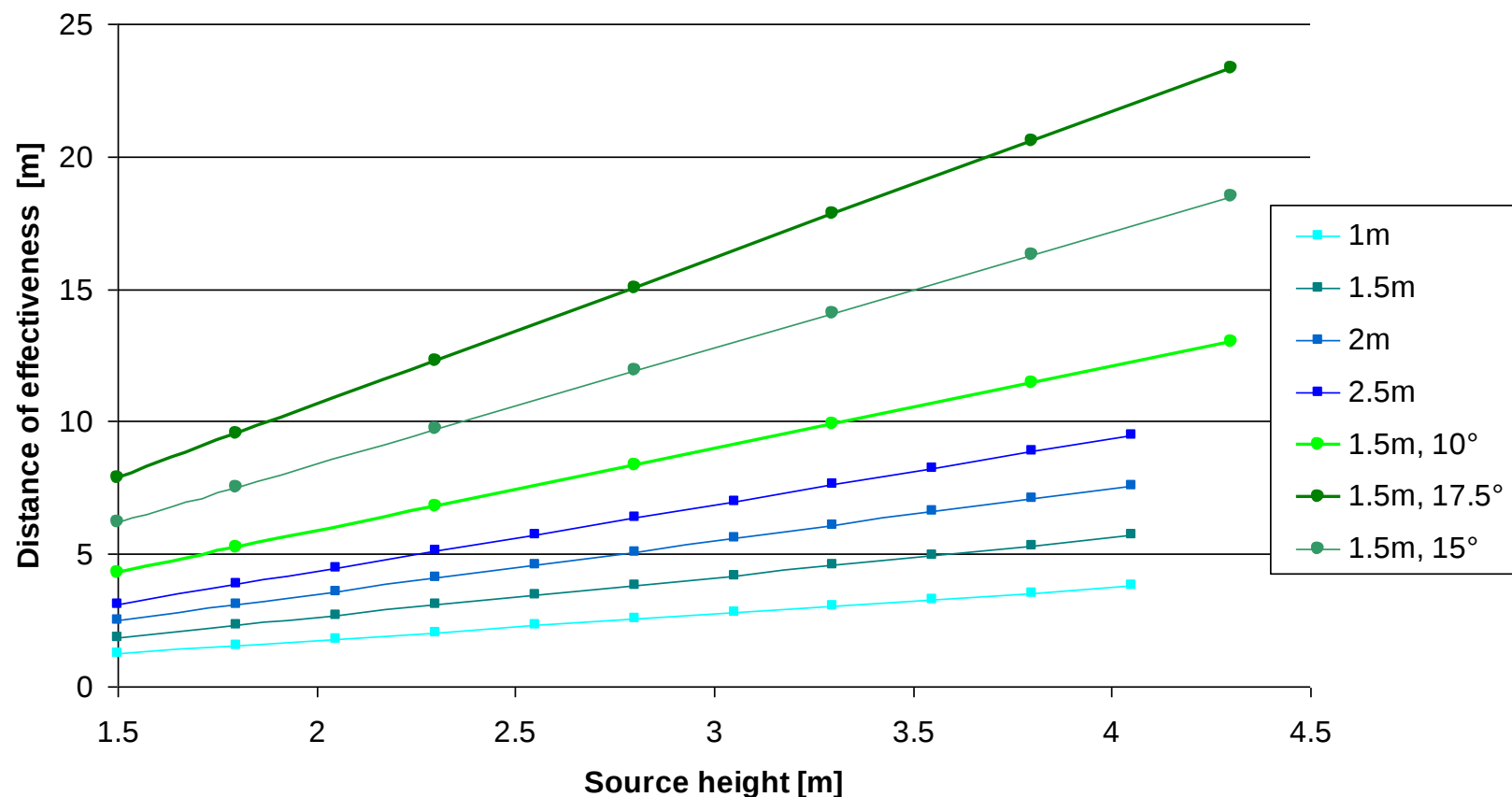


$$d_{ss'} = 2 \cos \gamma (D_{as} \sin \gamma + H_a - H_s)$$

$$l_2 = L - \frac{d_{ss'}}{2} \operatorname{tg} \left(90 - \gamma - \operatorname{arctg} \frac{H_a - H_s}{D_{as}} \right)$$

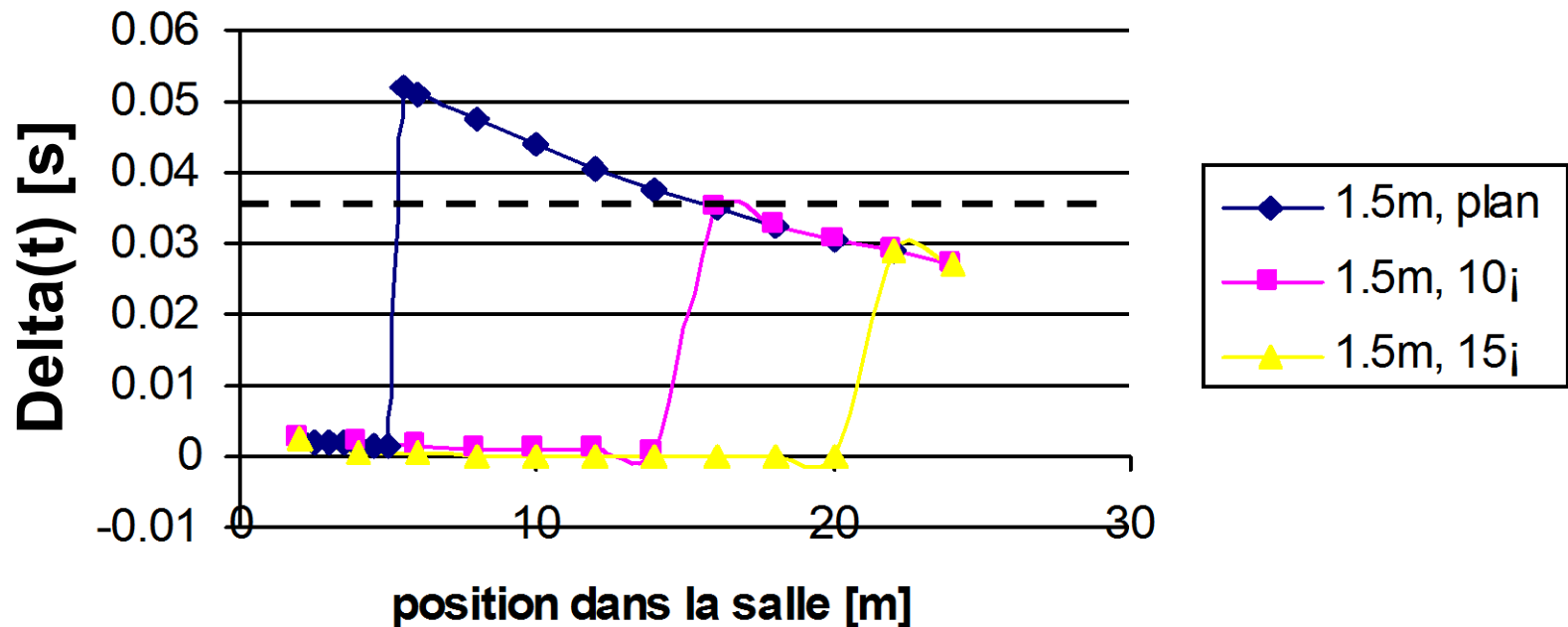
$$d = (d_{ss'} \cos \gamma + H_s - H_r) \operatorname{tg} \left(\gamma + \operatorname{arctg} \frac{2l_2}{d_{ss'}} \right)$$

Rayon d'action (en fonction de la distance à la source et de la configuration de l'abat-voix)



Réduction du retard de réflexion à l'aide d'un abat-voix (plafond de 14m)

delta (t) dans la salle avec abat voix



Etude théorique de l'effet des abat-voix: discussion

- ◆ L'effet de l'abat-voix est limité aux courtes et moyennes distances
- ◆ Toutefois, l'effet peut être augmenté avec la taille de l'abat-voix ou son inclinaison
- ◆ La présence d'une chaire et d'un abat-voix permet de **réduire le retard des réflexions tardives** et doit donc **améliorer l'intelligibilité**

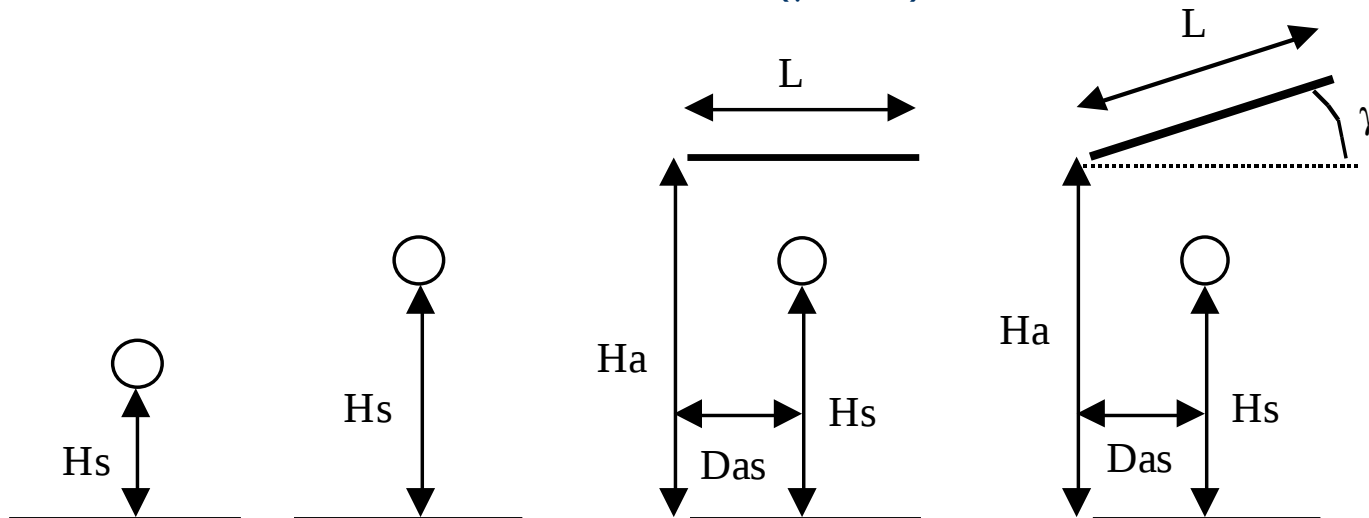
Simulations à l'aide d'un logiciel de tracé de rayons: conditions

- ◆ Utilisation du logiciel CATT Acoustic v7.1e
- ◆ Salle rectangulaire 10m x 24m, vide
- ◆ Hauteur de plafond: 14m
- ◆ Murs en bois et plafond en maçonnerie

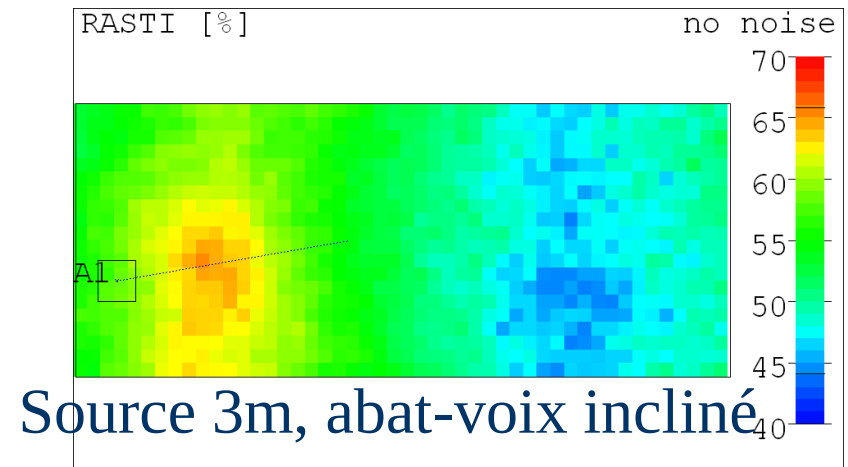
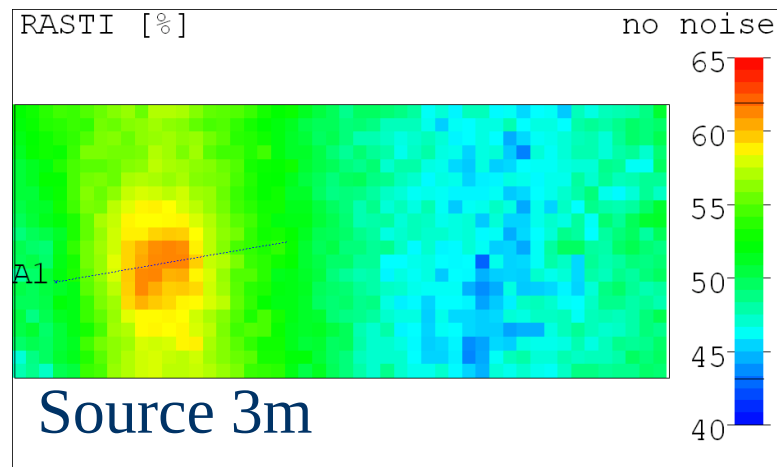
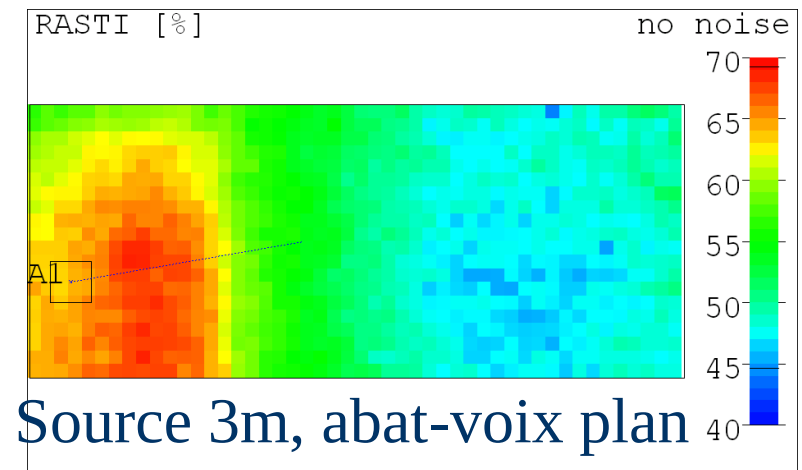
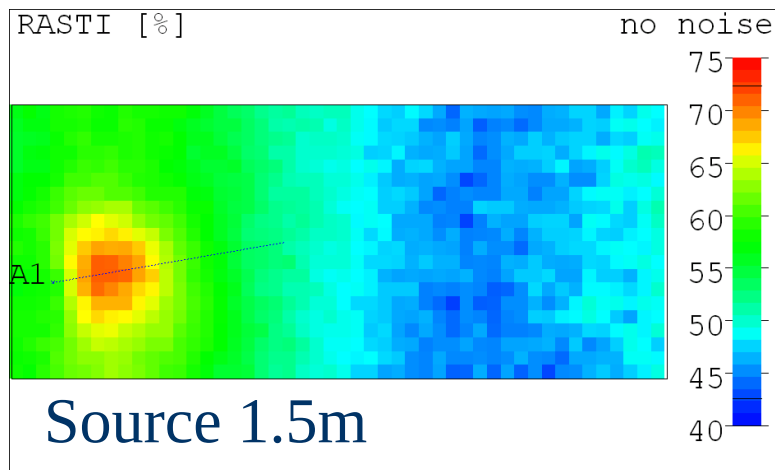
Simulations à l'aide d'un logiciel de tracé de rayons: conditions

◆ 4 simulations:

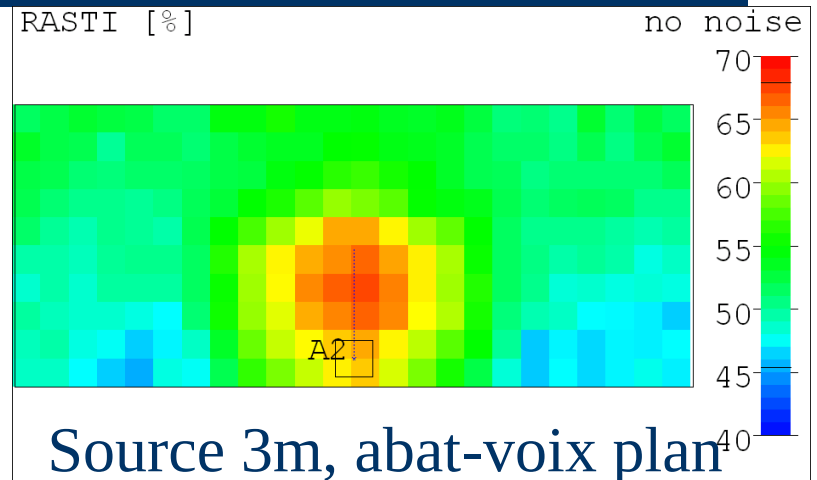
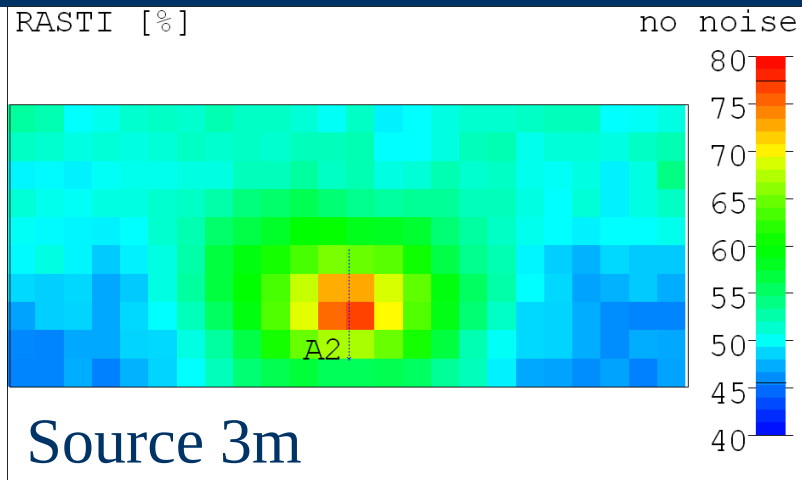
- ◆ Sans chaire ni abat-voix ($H_s=1.5\text{m}$)
- ◆ Avec chaire ($H_s=3\text{m}$)
- ◆ Avec chaire et abat-voix plan ($L=1.5\text{m}$, $D_{as}=0.75\text{m}$, $H_a=3\text{m}$)
- ◆ Avec chaire et abat-voix incliné ($\gamma=10^\circ$)



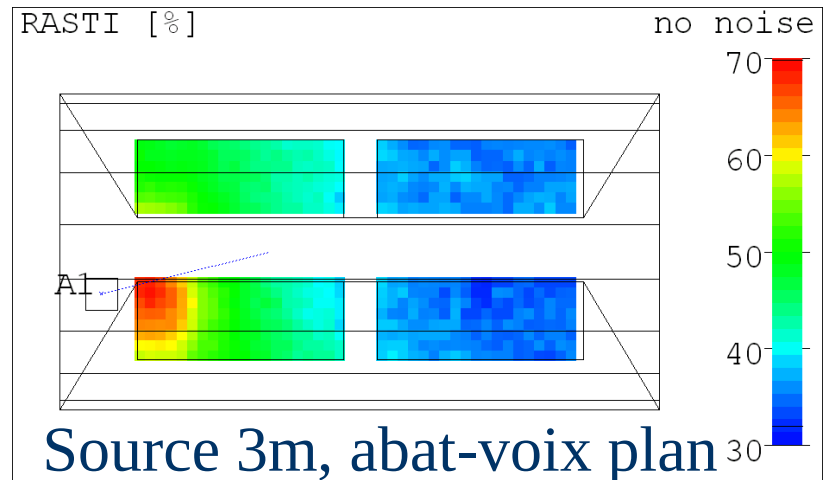
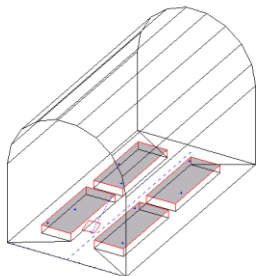
Simulations à l'aide d'un logiciel de tracé de rayons: résultats



Simulations: autres configurations



Salle voutée

Audience: 145m²Volume: 6608m³

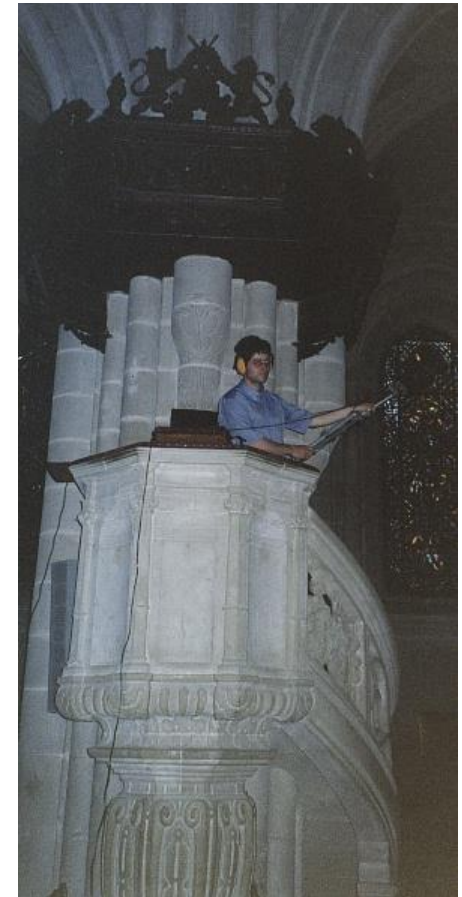
Simulations à l'aide d'un logiciel de tracé de rayons: discussion

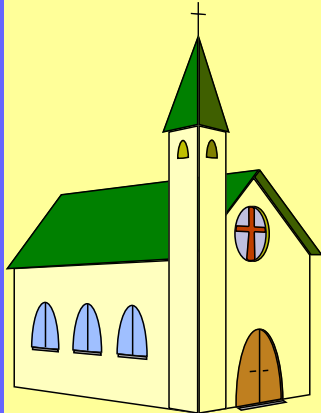
- ◆ La présence d'une chaire améliore le RASTI à moyenne et longue distance, mais est défavorable proche de l'orateur
- ◆ **La présence d'un abat-voix au dessus de la chaire améliore nettement l'intelligibilité à courte et moyenne distance.** L'effet est plus faible à longue distance
- ◆ L'inclinaison de l'abat-voix ne permet pas d'amélioration notable contrairement aux résultats théoriques
- ◆ Plus le plafond est bas, moins l'abat-voix est efficace

Méthodologie de mesures

- ◆ Comparaison des *STI* (Speech Transmission Index) et *D50* (Deutlichkeit) mesurés dans 4 églises: la source sonore est placée sous l'abat-voix ou à côté
- ◆ Utilisation de 2 systèmes de mesures MLS (MLSSA, Symphonie avec dBbati32)
- ◆ 4-8 mesures dans 4 positions dans 4 églises

Exemple de mesures





Caratéristiques principales des églises étudiées

Church, symbol	Volume (m ³)	Nave high (m)	Area (m ²)	RT avr. (s)
Cathedral, C	35000	20.0	2400	6.5
Allemande, A	1680	11.5	-	3.0
Terreaux, T	3600	9.5	380	2.4
St.Laurent, SL	3150	10.5	300	2.5
average	10858	13	1027	3.6
st. dev.	16116	5	1190	2



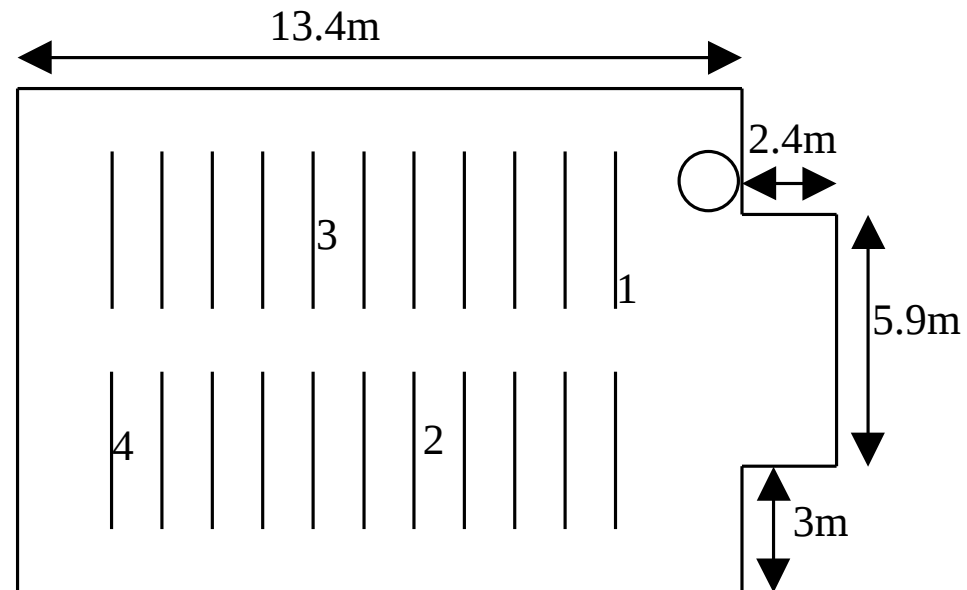
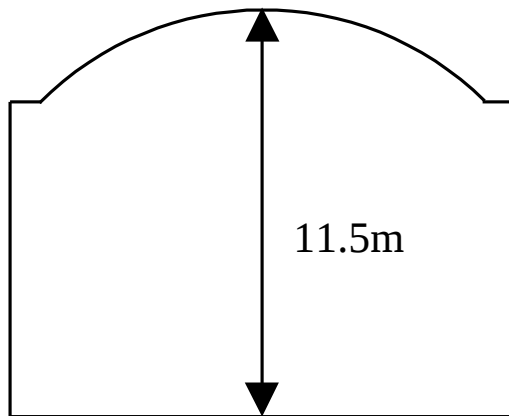
Caractéristiques principales des chaires et abats-voix

Church	Pulpit Position	Pulpit high	Canopy height	Canopy width	Canopy length
C	lateral nave	1.83	2.44	2.00	1.45
A	lateral choir	1.42	2.75	1.75	1.75
T	central choir	2.09	2.06	1.50	1.90
SL	central choir	2.15	2.00	1.00	1.00
average		1.87	2.31	1.56	1.53
st. dev.		0.33	0.35	0.43	0.40

Positions de mesures: Distance à la source sonore

Position/ Church	1	2	3	4
C	4.0	8.2	10.1	15.5
A	3.2	8.6	7.8	12.5
T	4.5	10.0	15.0	18.0
SL	4.4	4.8	8.2	10.1
average	4.0	7.9	10.3	14.0
st. dev.	0.6	2.2	3.3	3.5

Exemple de positions de mesures (Eglise Allemande)



Résultats *STI* et *D50* Avec-Sans abat-voix

Posit.	Cathed.		Allem.		Terr.		S. Laur.	
	<i>STI</i>	<i>D₅₀</i>	<i>STI</i>	<i>D₅₀</i>	<i>STI</i>	<i>D₅₀</i>	<i>STI</i>	<i>D₅₀</i>
1	-1	3	-1	0	-7	-11	-3	-5
2	7	11	2	1	-2	4	-7	-16
3	0	-2	-2	-10	-4	-8	-3	-16
4	-3	-5	-1	-4	1	2	0	1
avg.	1	2	-1	-3	-3	-3	-3	-9
st.dev	4	7	2	5	3	7	3	8

Résumé des mesures

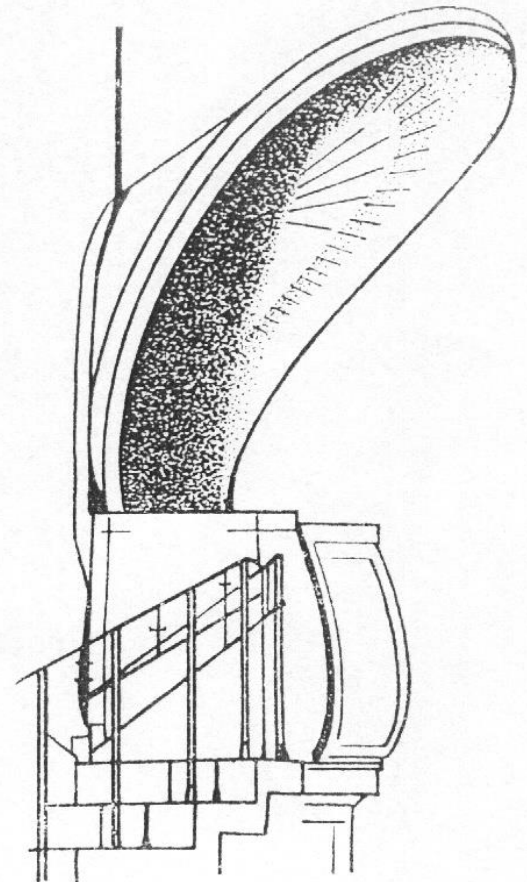
- ◆ Les variations absolues des indices d'intelligibilité avec et sans abat-voix sont relativement modestes (0.01 à -0.03) mais peuvent augmenter avec l'occupation
- ◆ Hauteur de plafond > 10 m, l'effet d'abat-voix de taille suffisante est bénéfique à courtes et moyennes distances
- ◆ Hauteur de plafond < 10 m, l'abat-voix réduit l'intelligibilité à courte et moyenne distance
- ◆ Quelque soit la hauteur de plafond, l'abat-voix n'a pas d'effet à longue distance

Discussion

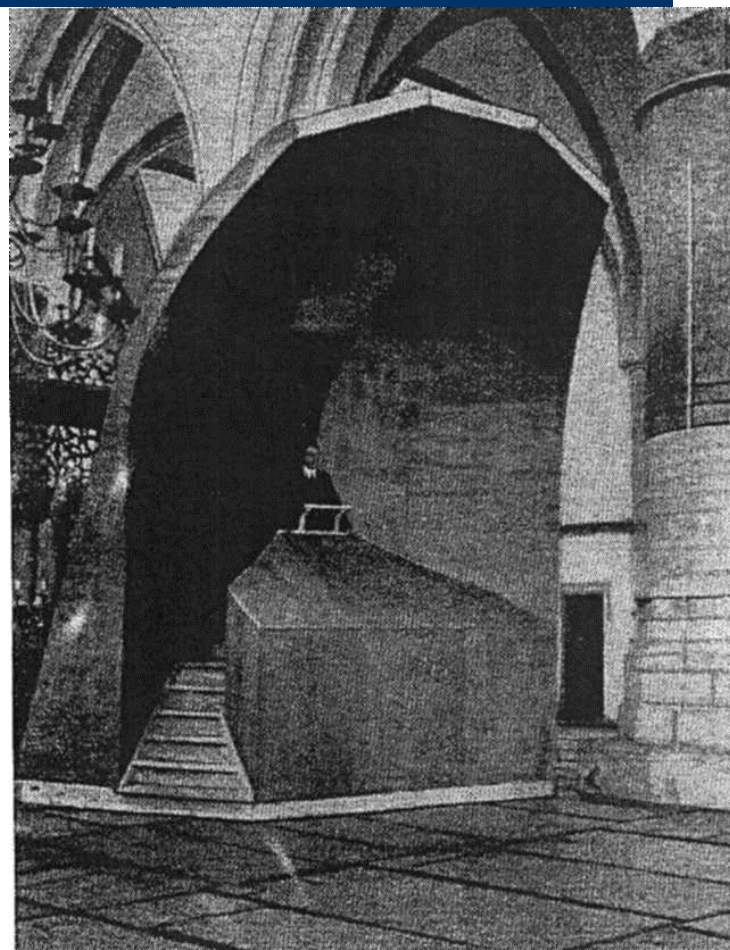
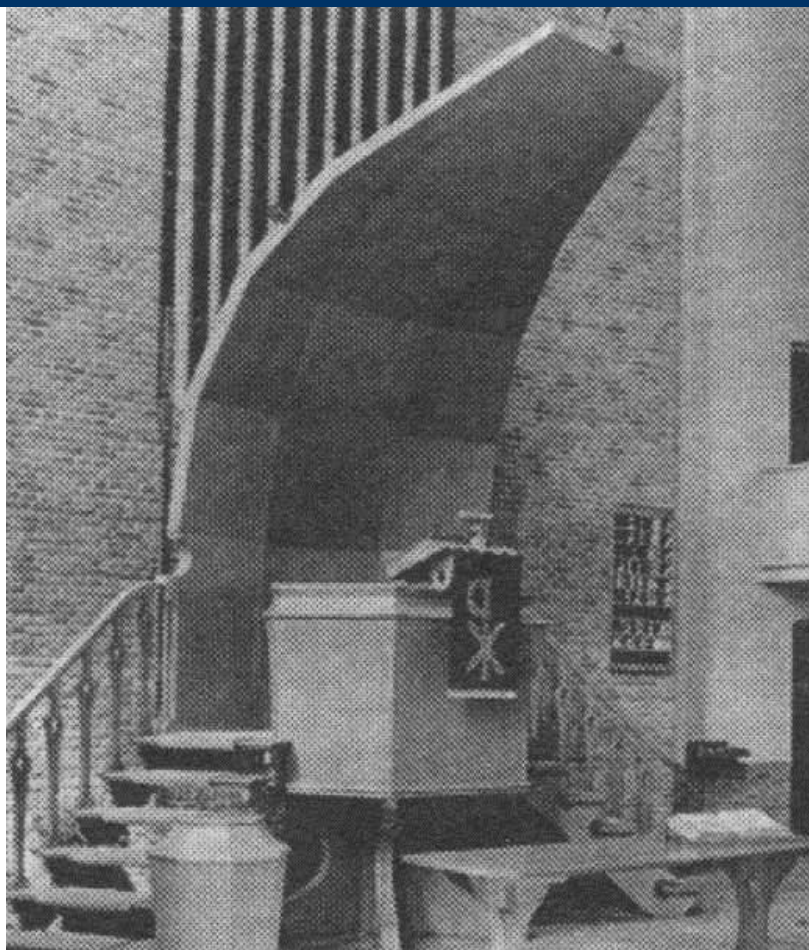
- ◆ La technique de mesure utilisée ne semble pas adaptée aux mesures pour de courtes distances (modification trop importante de la distance source-récepteur)
- ◆ D'après les normes en vigueur, il est nécessaire de faire certaines correction dans la matrice de corrélation si l'on est en présence de réflexion tardive (variation de -0.01)
- ◆ De meilleurs effets pourraient être obtenus avec d'autres formes d'abats-voix

[illegible]

Exemples de diverses formes d'abats-voix



Exemples d'abats-voix hollandais



Futur

- ◆ Elaboration d'un modèle mathématique plus précis que notre approche
- ◆ Simulations précises des églises mesurées (taille et forme de la salle, de l'abat-voix, conditions...)
- ◆ Amélioration de la méthode de mesure, mesures dans d'autres conditions (hauteur et forme de plafond, orientation et forme d'abat-voix, églises occupées...)