



**HOCHSCHULE  
MITTWEIDA**  
University of Applied Sciences

**HSLU** Hochschule  
Luzern

# Potentiel des méthodes de simulation hybrides à l'exemple d'un bureau paysager

Aaron Metzler,

Thomas Graf, Armin Taghipour

[hs-mittweida.de](https://hs-mittweida.de)  
[hslu.ch/ta](https://hslu.ch/ta)

# Agenda

- 1 Introduction à la question de recherche
- 2 Études préliminaires d'une pièce en forme de L
- 3 Hybridation des réponses d'impulsion
- 4 Simulation hybride d'un bureau paysager
- 5 Conclusion et perspectives

Des études scientifiques démontrent que les utilisateurs de bureaux ouverts se plaignent souvent du manque de privacy, du bruit et du mauvais climat intérieur.

<sup>1</sup> <https://www.ibp.fraunhofer.de/de/kompetenzen/akustik/raumakustik/grossraumbueros.html>; abgerufen am 15.07.23

VDI 2569 table D.2:

Même si les mesures acoustiques sont correctement mises en œuvre, il subsiste un potentiel considérable de plaintes concernant les conditions acoustiques de la pièce.

Commentaire (6.3.3.4):

Dans de nombreux cas, la théorie statistique de la réverbération ne peut pas être appliquée strictement à des espaces donnés.

## statistique

Eyring

Sabine

## géométrie

Ray-Tracing

Beam-Tracing

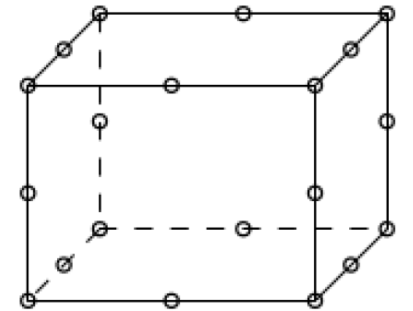
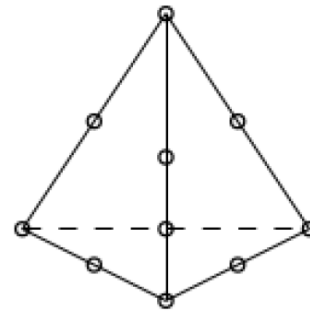
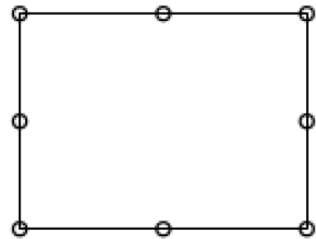
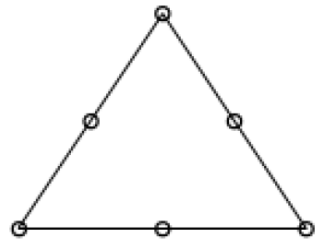
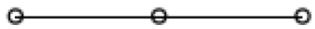
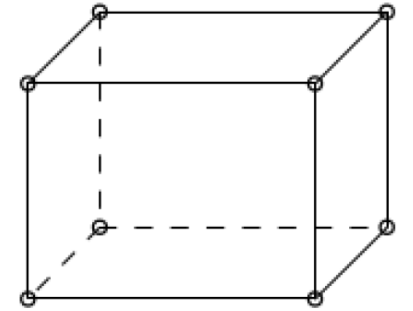
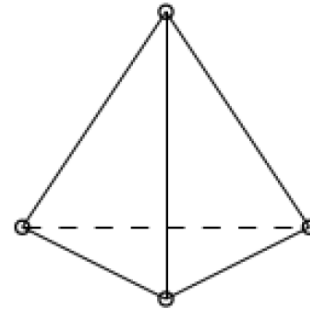
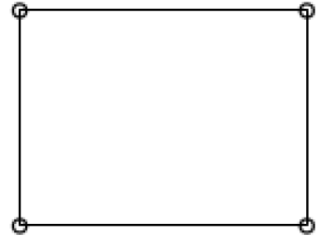
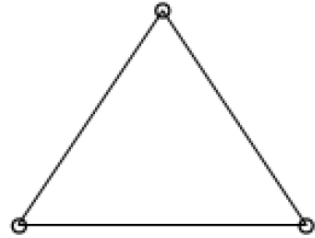
Méthode des sources  
miroirs

## théorie des ondes

Méthode des éléments finis

Méthode des éléments de  
bordure

Méthode des différences  
finies



1D

2D

3D

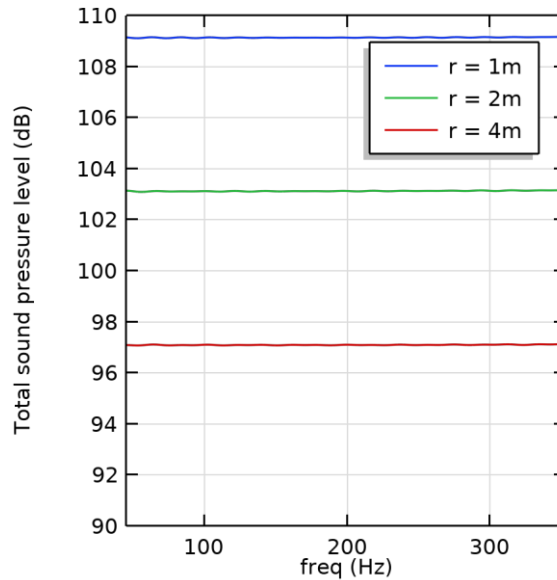
# Question de recherche

Comment concevoir un processus de calcul qui combine la réponse d'impulsion basse à moyenne fréquence déterminée par la théorie des ondes avec la réponse d'impulsion haute fréquence déterminée par l'acoustique géométrique ?

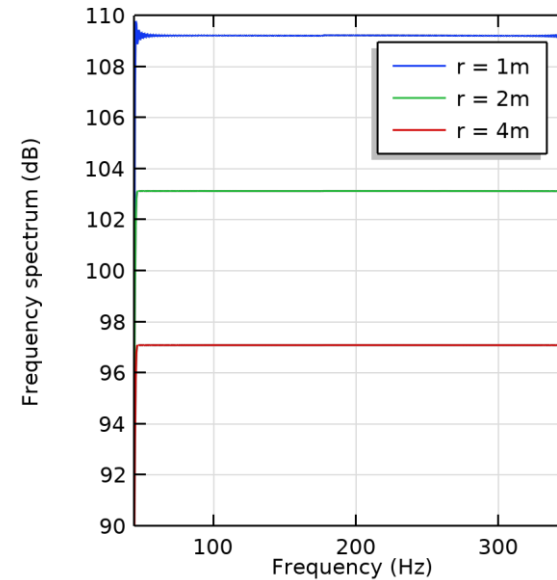
# Études préliminaires

# Calibration des sources de son

acpr



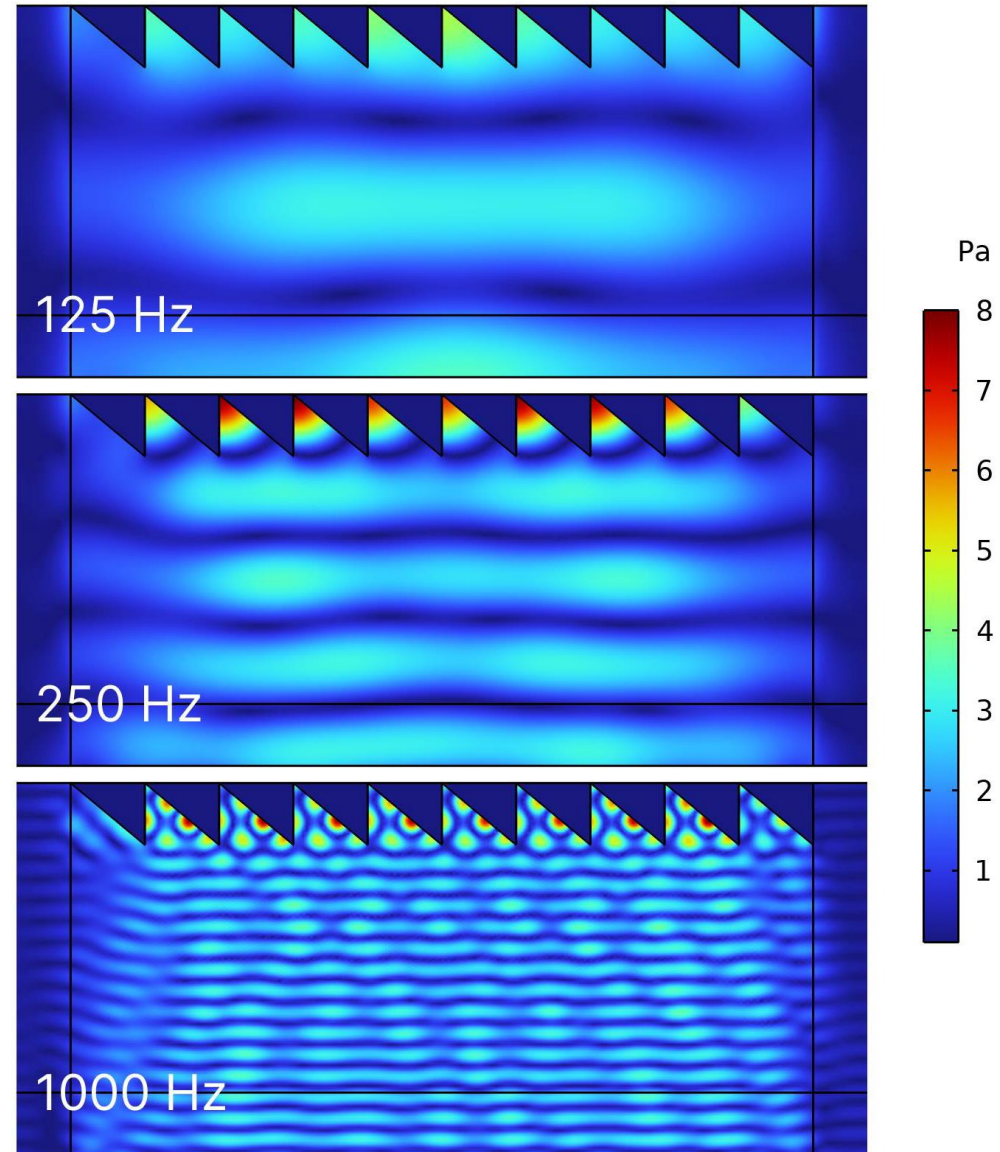
rac



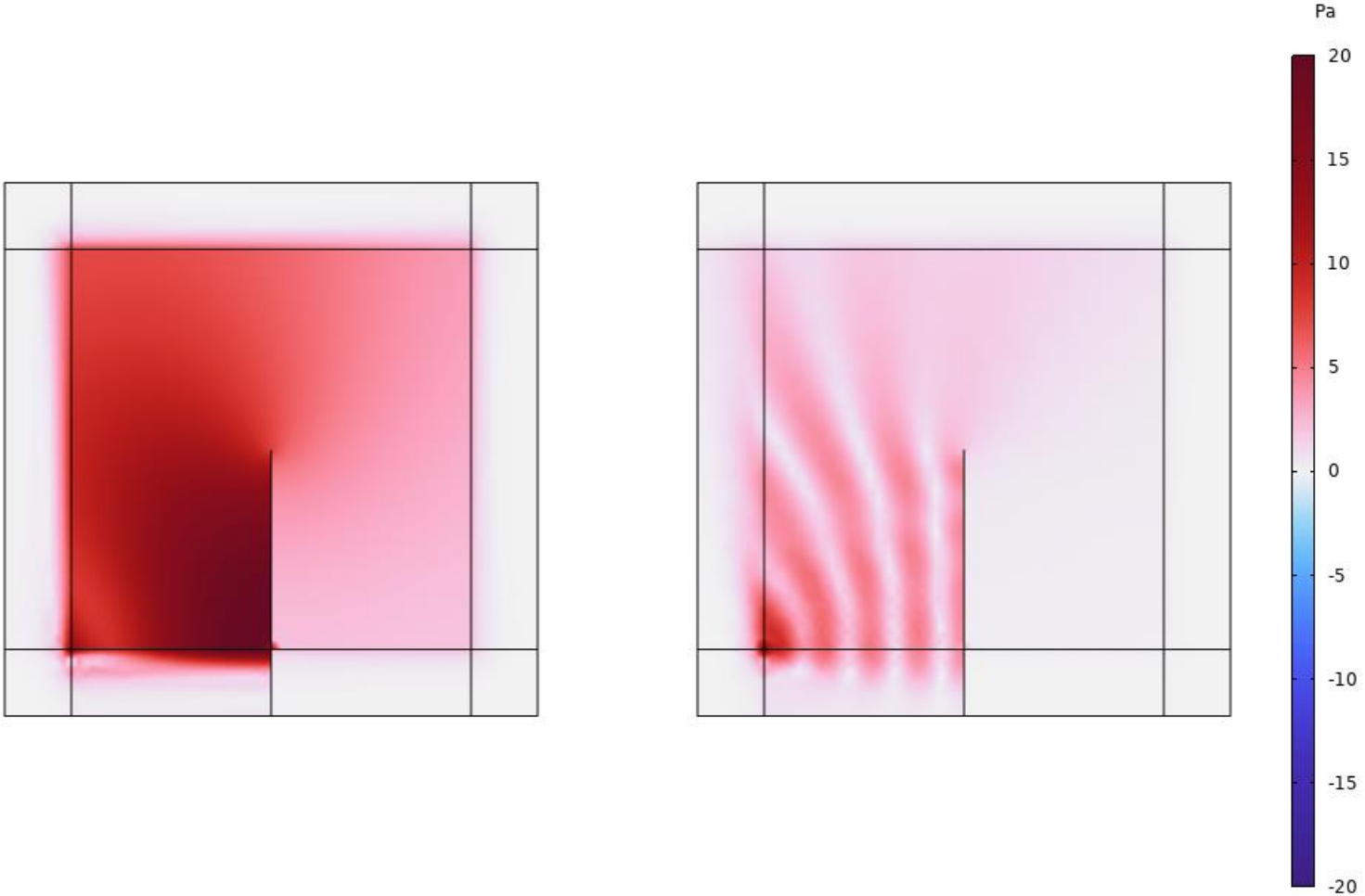
# Influence de l'absorption acoustique



# Effet de réflexion des structures en fonction de la longueur d'onde

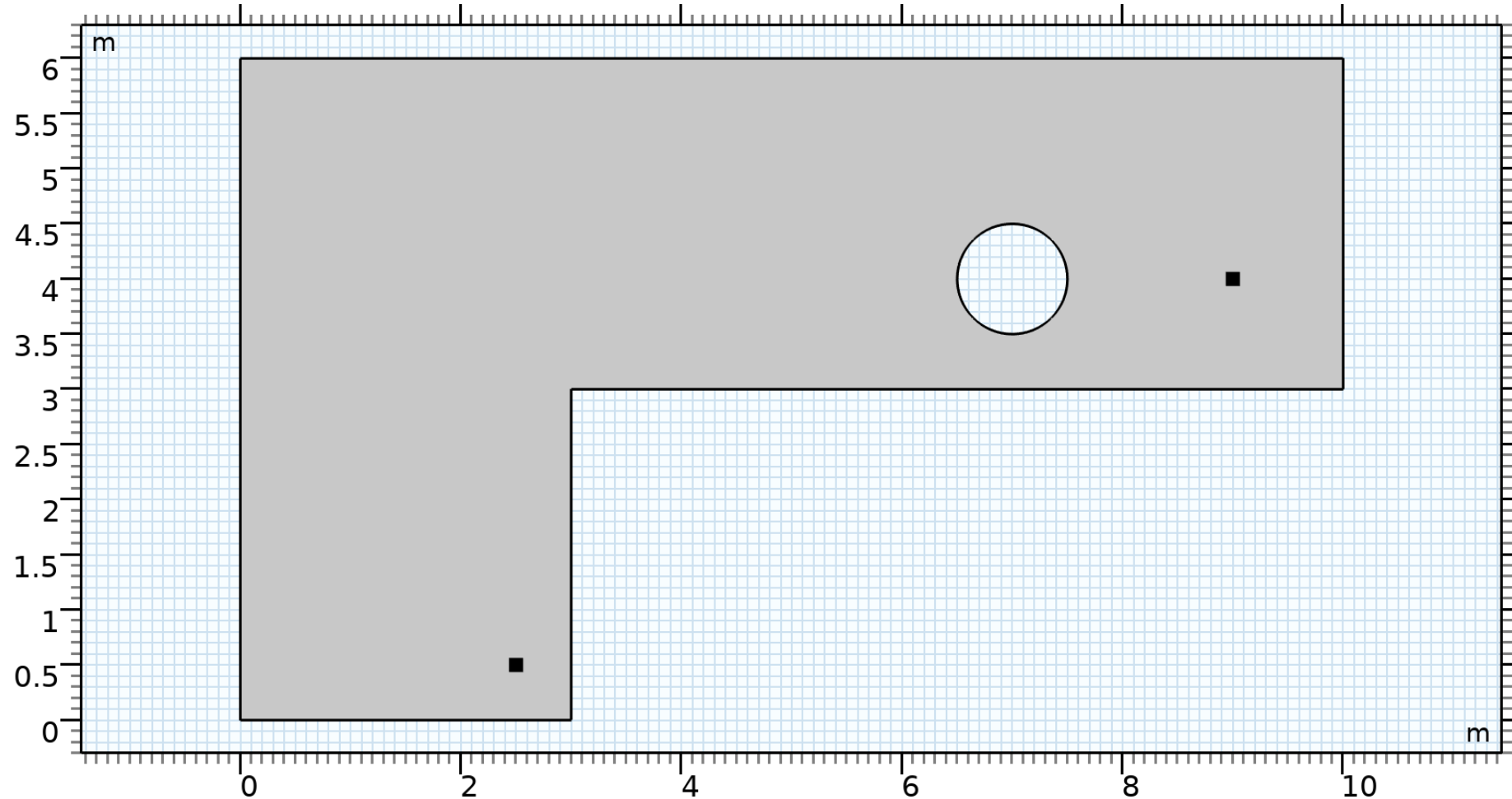


# Diffraction des ondes sonores

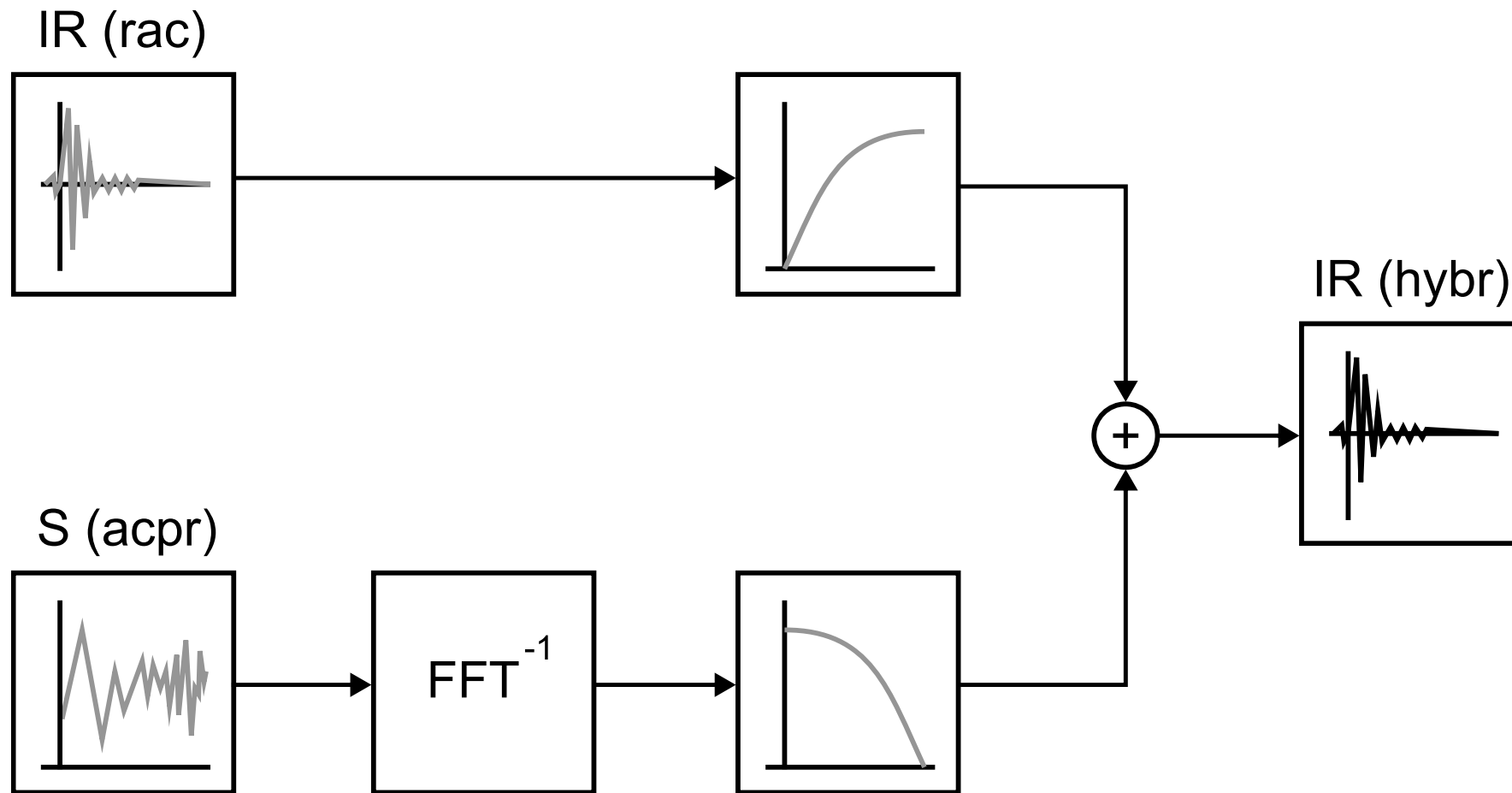


# L'hybridation

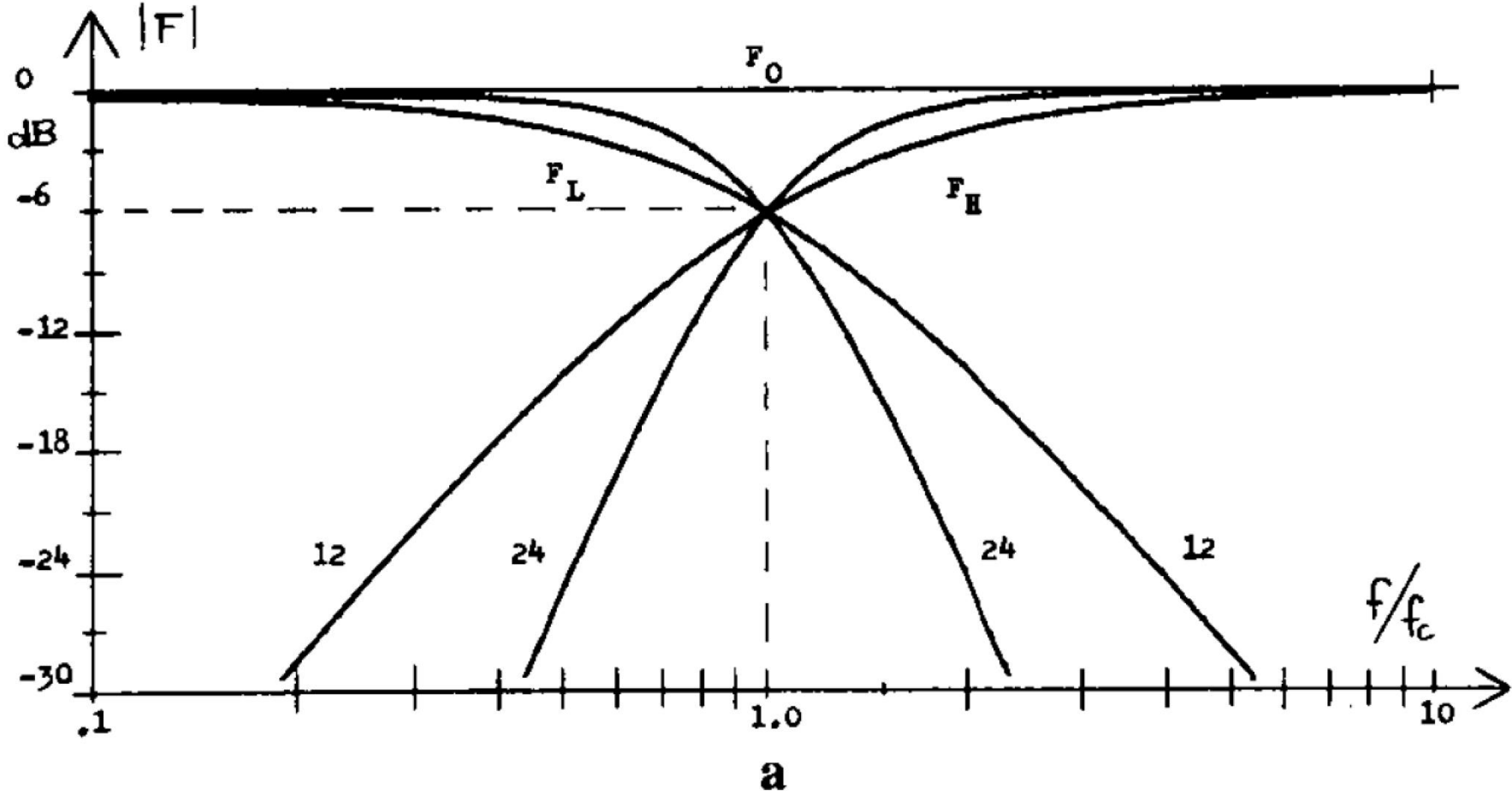
# Géométrie de la pièce en forme de L



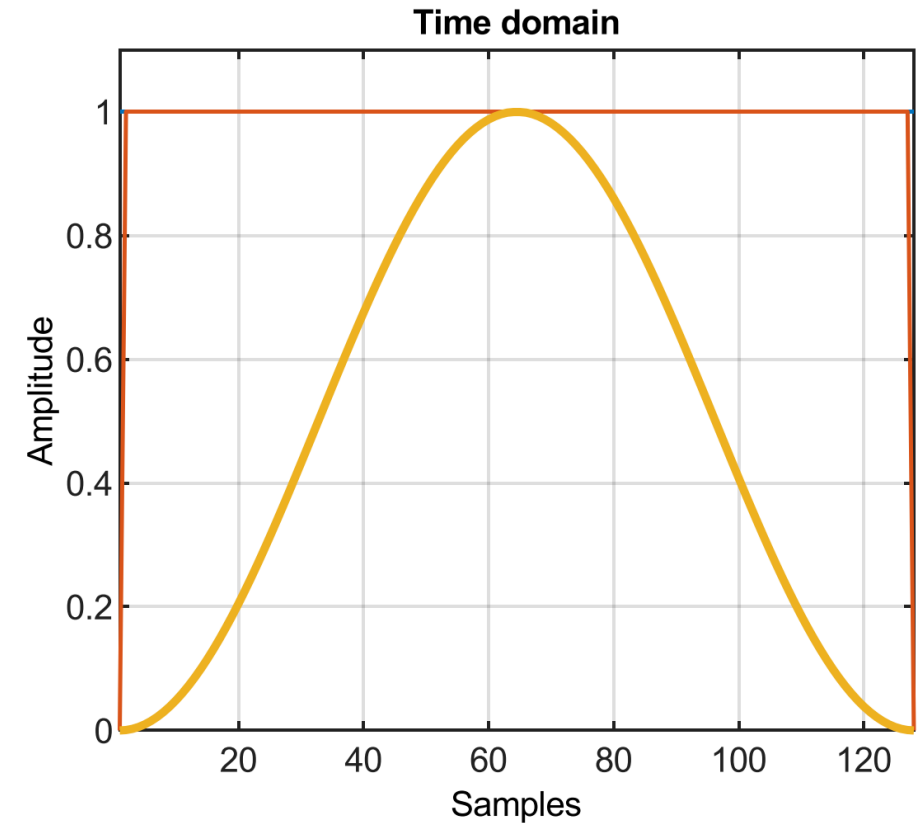
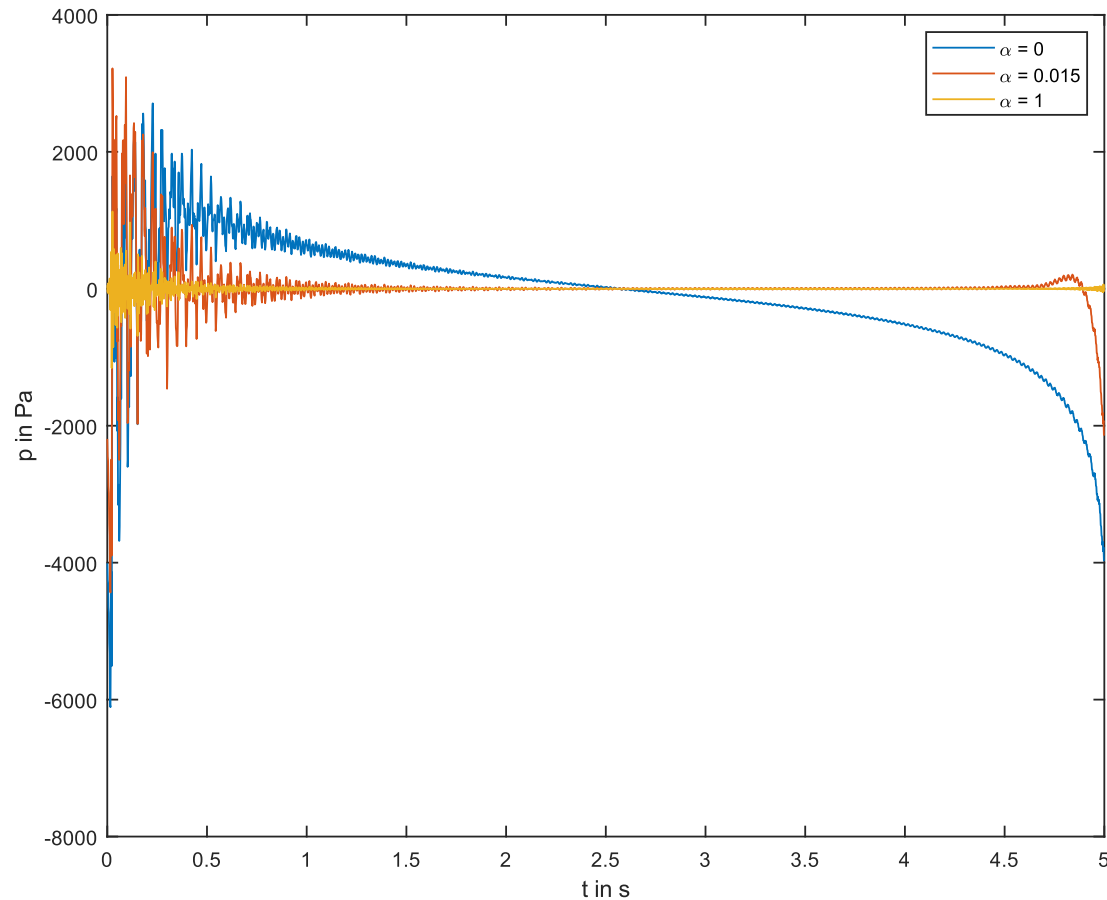
# Méthodologie de l'hybridation



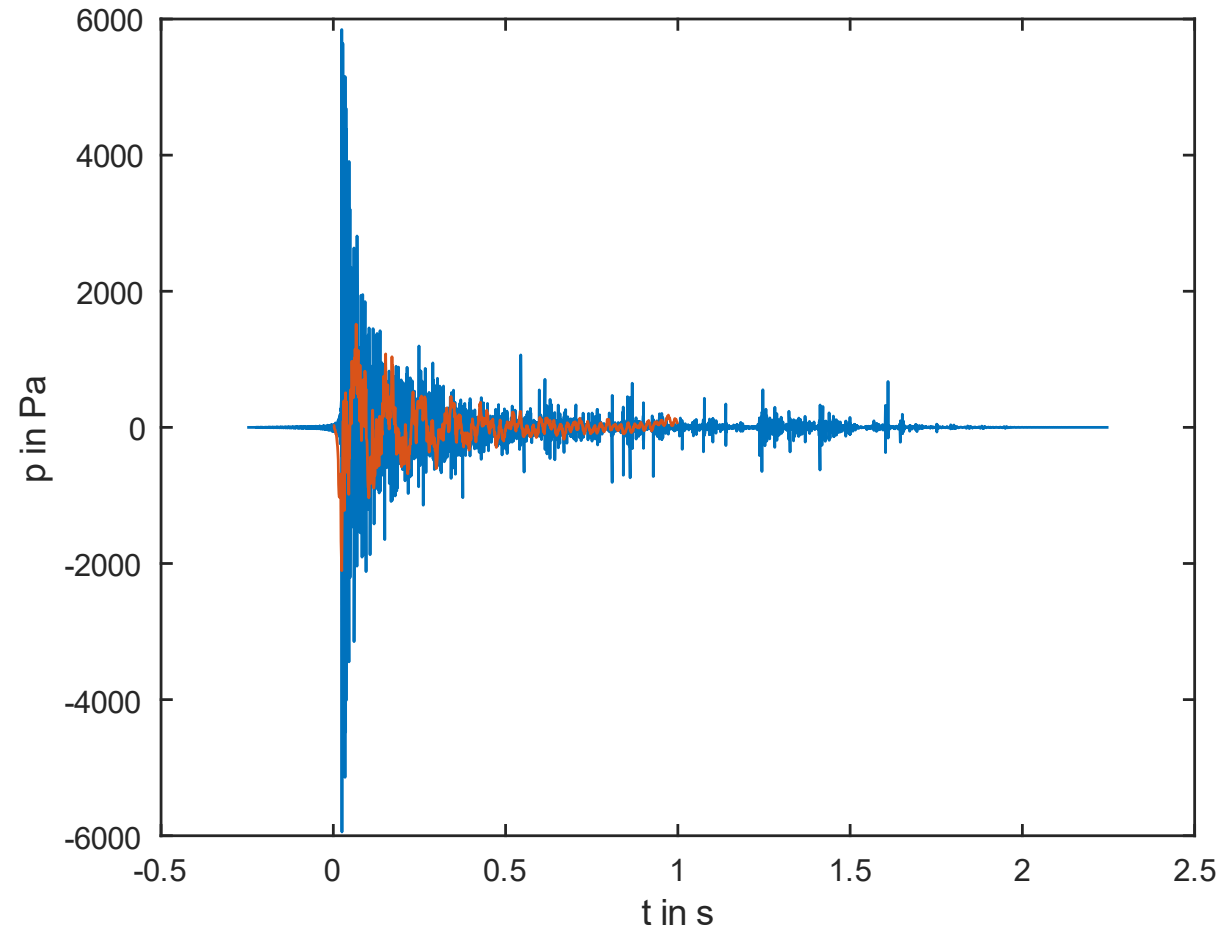
# Filtres Butterworth



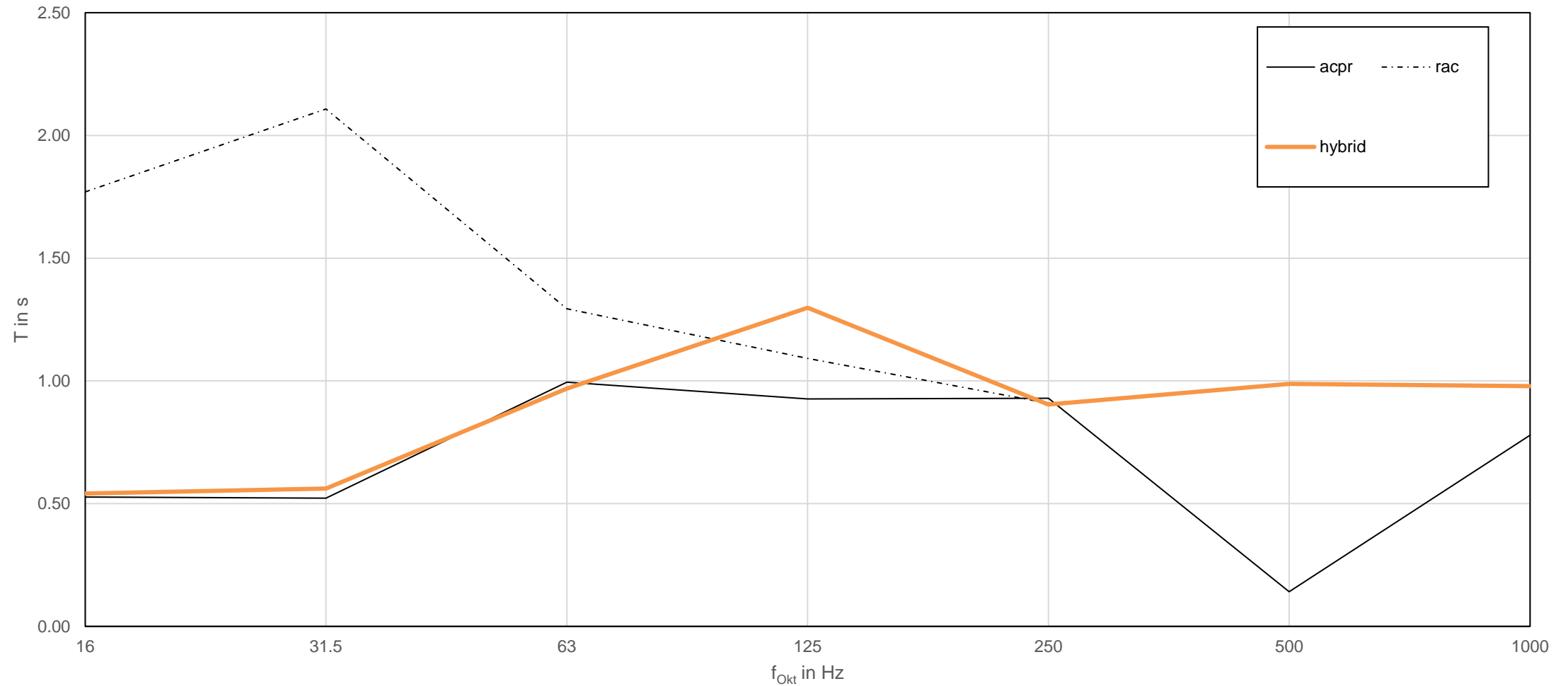
# Influence du fenêtrage (des filtres)



# Représentation des deux réponses d'impulsion

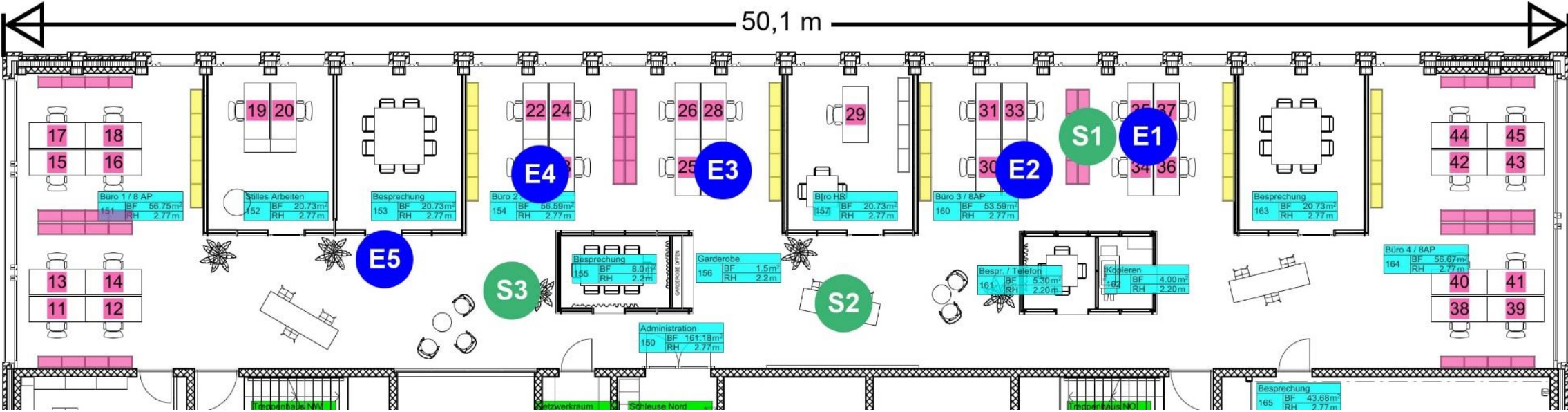


# Temps de réverbération des différentes réponses d'impulsion

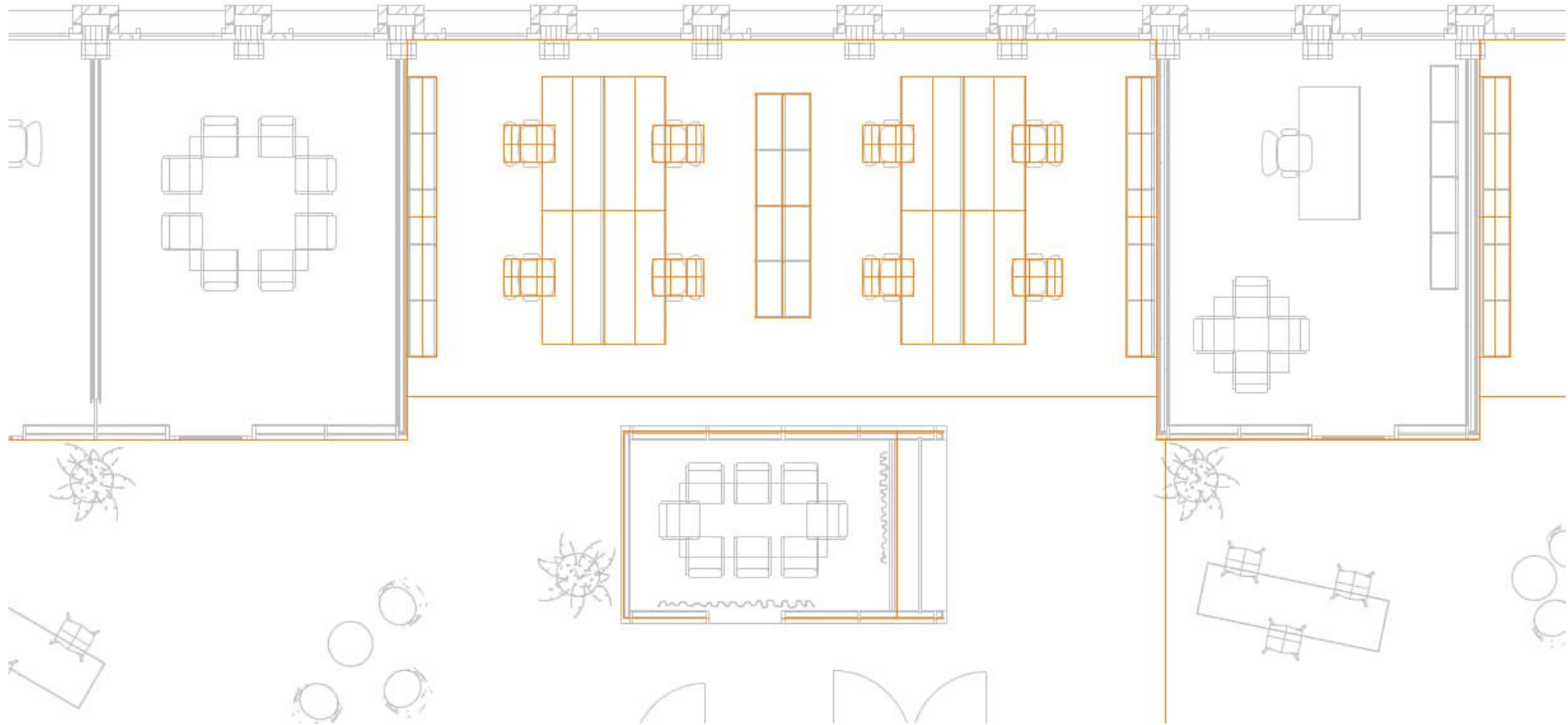


# Étude pilote sur les bureaux paysagers

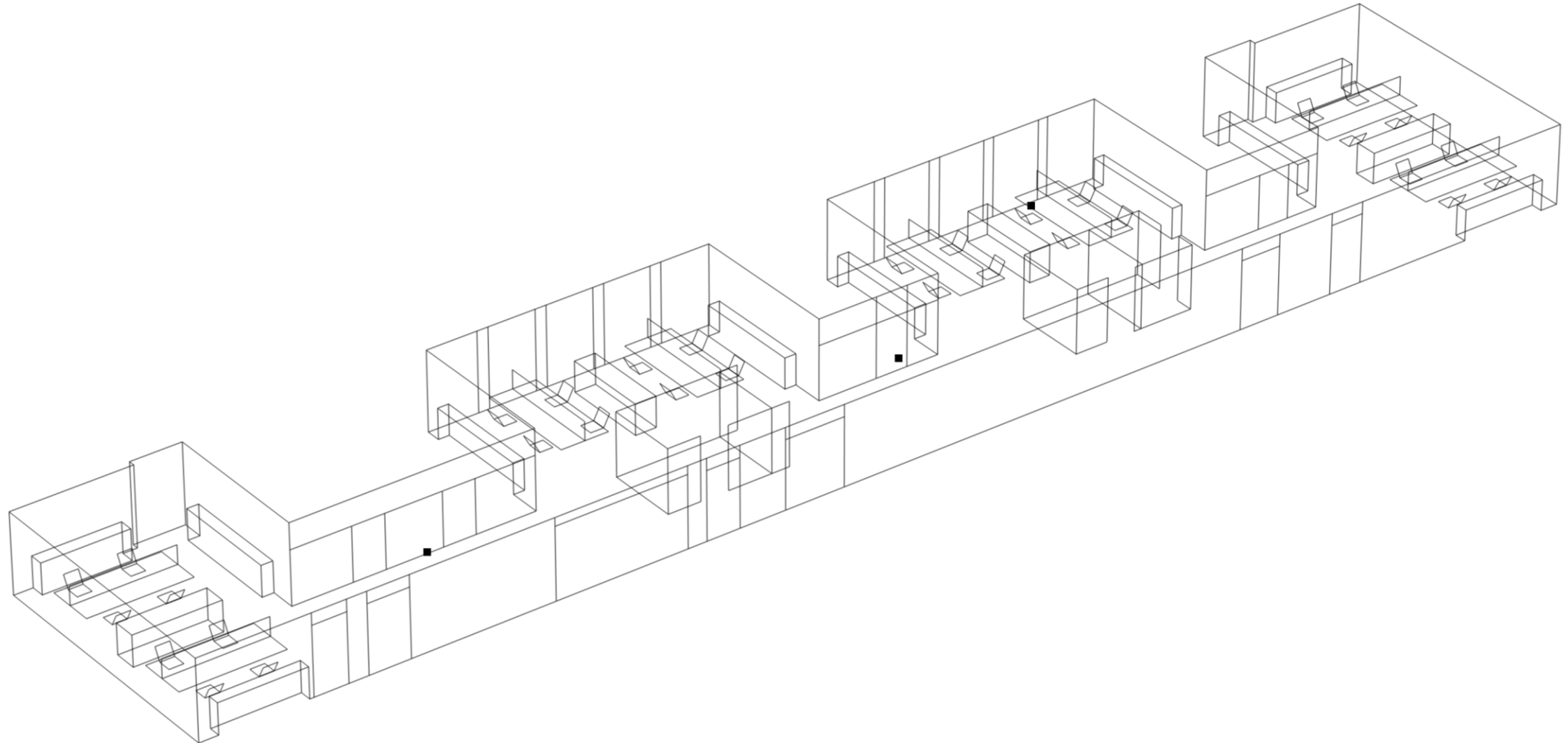
# Plan d'ensemble et points de mesure



# Simplification de la géométrie



# Modèle du bureau paysager

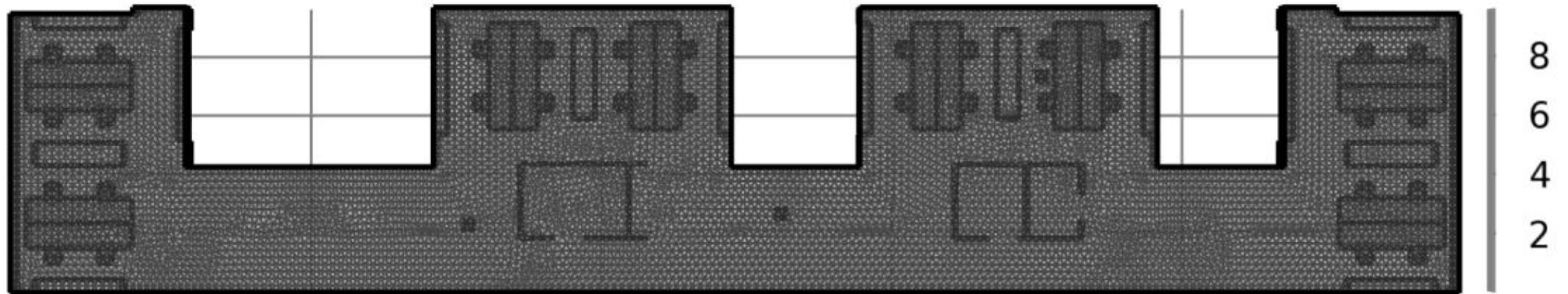


# Coefficients d'absorption

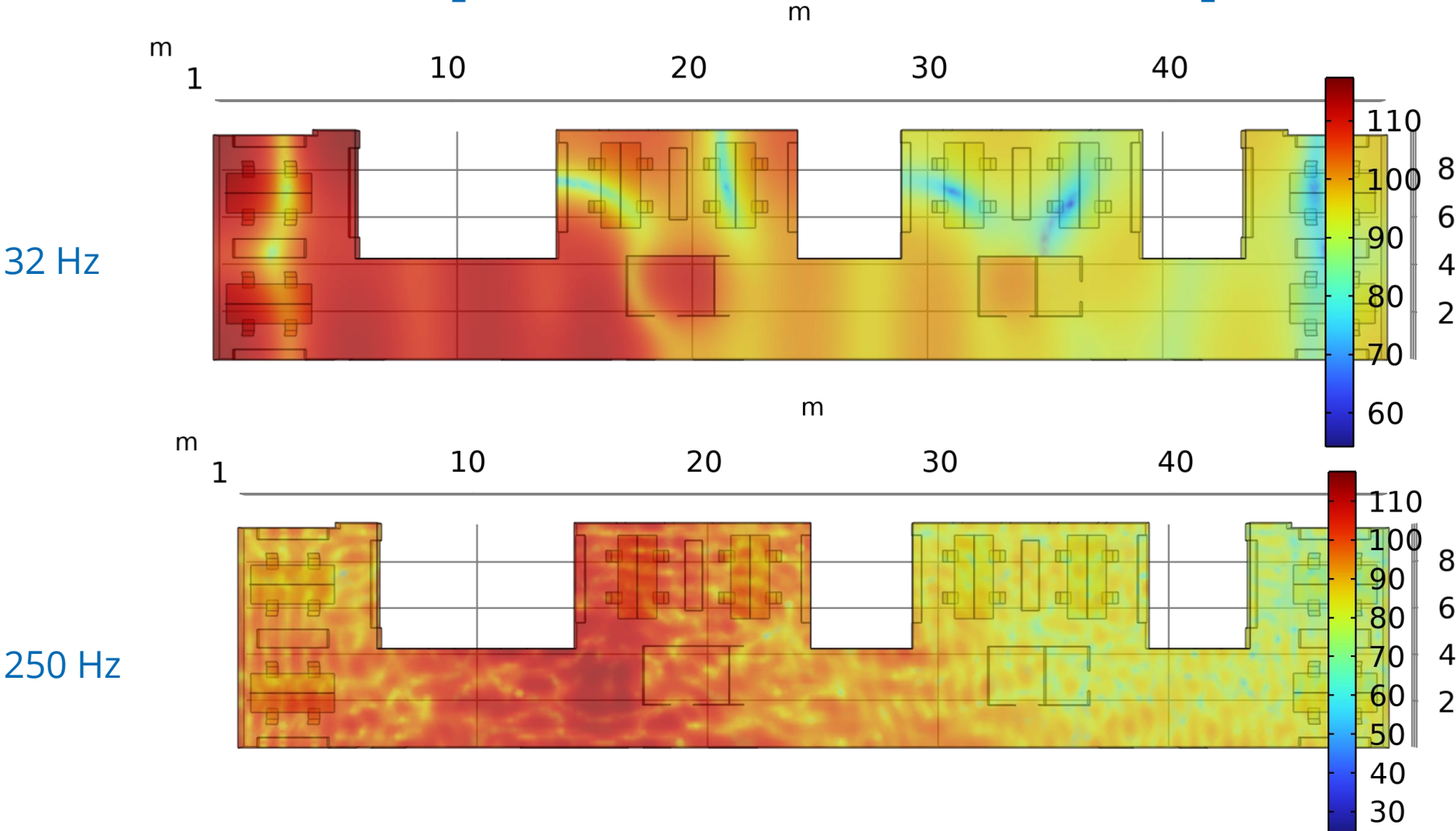
Tabelle 1: für Großraumbüro verwendete Schallabsorptionsgrade; Angaben aus 1 – ita, 2 – DIN 18041, 3 – Akustikkunst, 4 – Knauf Ceiling Solutions, 5 - Lindner

Material	Typ	Schallabsorptionsgrade $\alpha$ in Abhängigkeit zur Oktav-Mittenfrequenz $f_{\text{Okt}}$ in Hz					
		125	250	500	1000	2000	4000
Holzständerwand	1	0,14	0,09	0,05	0,03	0,05	0,01
Stahlbeton Massivwand	2	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05
Teppich auf Hohlboden	5	0,15	0,25	0,57	0,68	0,81	0,72
Verglasung	2	0,20	0,15	0,10	0,05	0,03	0,02
Bürotisch	1	0,15	0,10	0,10	0,08	0,07	0,06
Bürostuhl	1	0,05	0,08	0,10	0,12	0,15	0,15
Tischabsorber von Akustikkunst	3	0,22	0,46	0,69	0,87	0,90	0,93
Absorbierende Decke Heradesign superfine	4	0,10	0,25	0,55	1,00	0,80	0,95

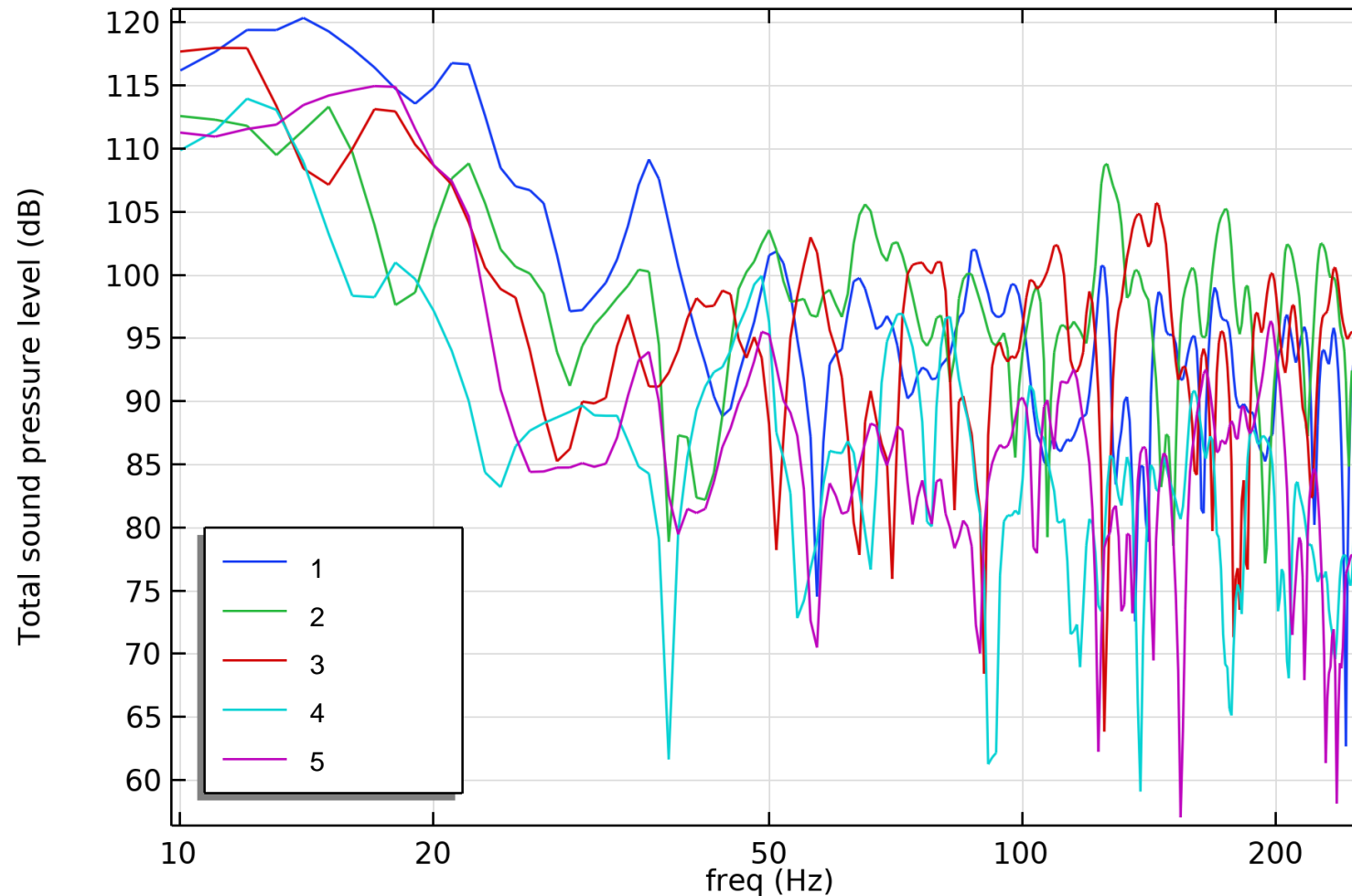
# Maillage de l'interface FEM



# Niveau de pression acoustique (FEM)

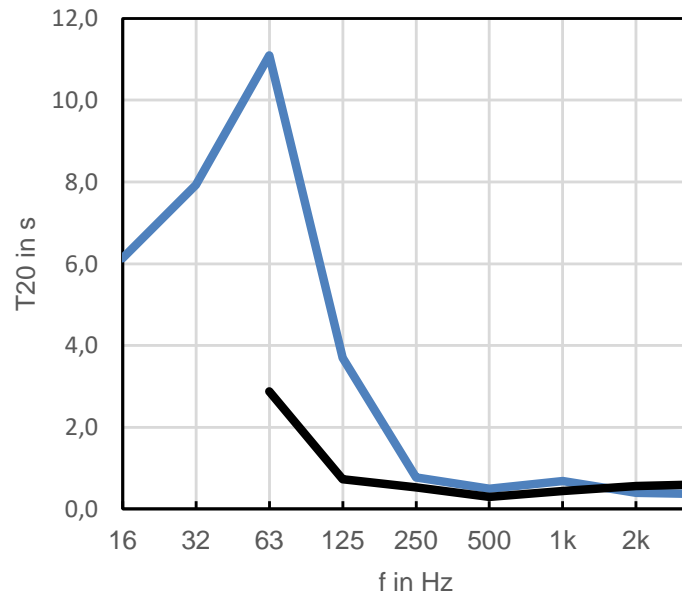


# Spectres aux points de réception (FEM)

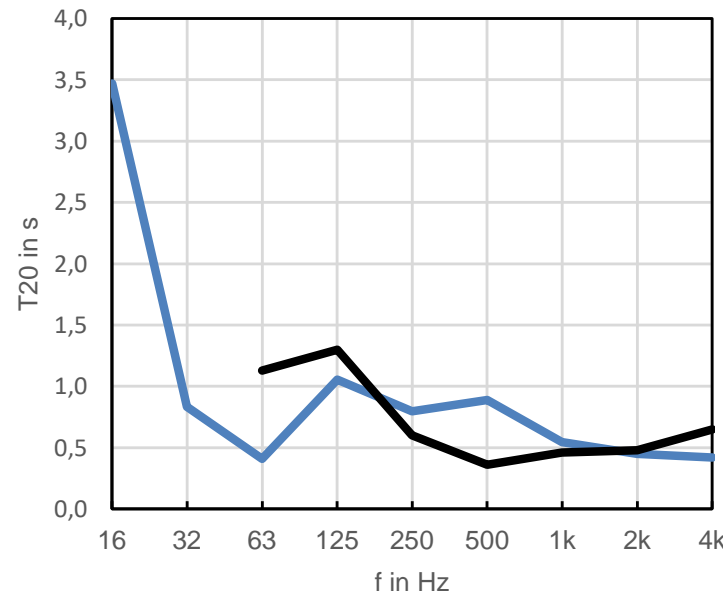


# Comparaison des temps de réverbération simulés et mesurés

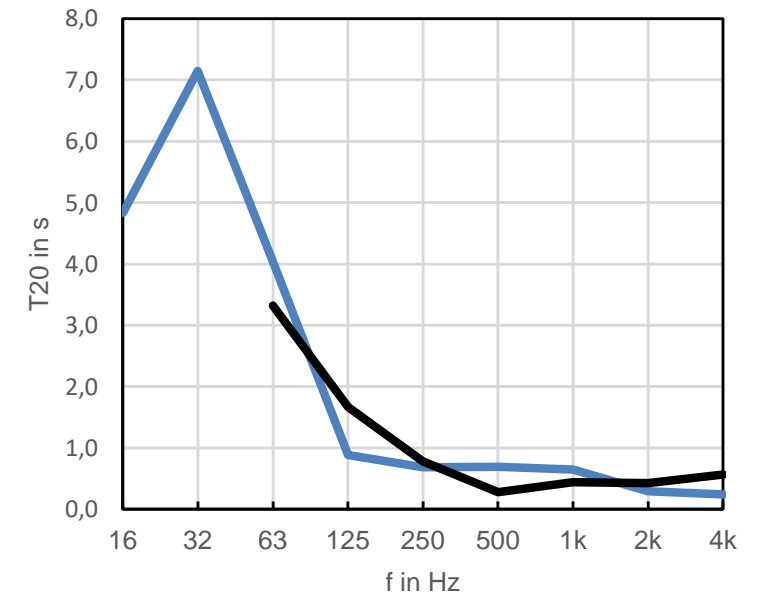
Empfangsposition 1



Empfangsposition 2



Empfangsposition 3



# Conclusion

## et perspectives