

# Calcul d'acoustique de salles complexes

Robin Gueguen, ISCD

Matthieu Aussal, CMAP

Dans le cadre d'un projet doctoral autour de la virtualisation de monuments antiques, un outil de calcul pour l'acoustique des salles a été développé. Celui-ci est disponible en open source sous Matlab ou sous forme d'un plug-in développé en C++ et interfacé directement au logiciel de CAO Blender. Des sources omnidirectionnelles et des récepteurs ponctuels sont positionnés dans le modèle 3D, l'absorption des matériaux est configurée sur huit bandes d'octave et les propriétés atmosphériques sont paramétrables. L'algorithme calcule les intensités acoustiques par méthode de lancer de rayons statistique et génère des sources-images permettant la création de réponses impulsionnelles spatialisées [3].

Il s'agit pour cela de calculer de manière itérative les réflexions des rayons sonores dans le maillage. On utilise dans ce but un algorithme optimisé de calcul d'intersection rayons/triangles [1]. Ce code présente une complexité en  $O(N \times M)$  avec  $N$  le nombre de rayons et  $M$  le nombre de triangles dans le maillage. Les valeurs  $N$  et  $M$  pouvant être très importantes, la complexité est réduite à  $O(N \log M)$  par *divide and conquer* sur des *octrees* [2]. Le temps de calcul devient ainsi peu sensible au nombre d'éléments du maillage. L'algorithme a été validé par comparaison à des cas tests analytiques.

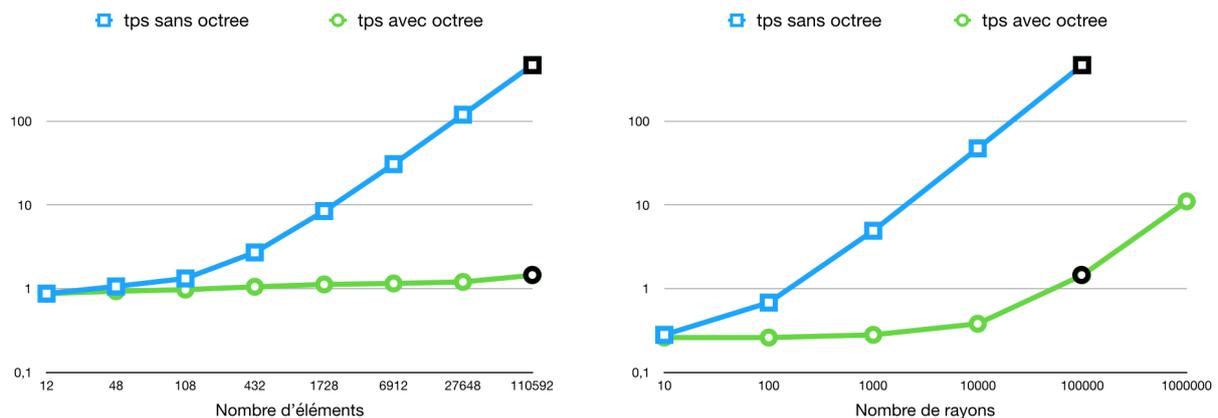


Figure 1: Temps (s) d'une itération (échelle log) en fonction du nombre de triangles pour 100000 rayons (gauche) et du nombre de rayons pour 100000 triangles (droite)

Le principal cas d'application à l'étude est le théâtre antique d'Orange dont la maquette numérique comporte environ 50000 éléments. La réponse impulsionnelle à RT60, c'est à dire jusqu'à atteindre une atténuation à  $-60dB$ , pour un million de rayons est calculée en 138 secondes. Les perspectives d'évolution de cet outil sont nombreuses notamment sur les notions de visualisation de résultats acoustiques.

## Références

- [1] DIDIER BADOUEL, *An Efficient Ray-Polygon Intersection*, Graphics Gems, 1990.
- [2] DONALD MEAGHER, *Octree Generation, Analysis and Manipulation*, Image processing laboratory, 1982.
- [3] JACQUES JOUHANEAU, *Acoustique des salles et sonorisation*, Conservatoire national des arts et métiers (Acoustique appliquée), 1997.

Robin Gueguen, ISCD - Sorbonne Université 4 place Jussieu 75252 Paris Cedex 05 France  
gueguen.robin@gmail.com

Matthieu Aussal, CMAP - Ecole Polytechnique - Route de Saclay, 91128 Palaiseau Cedex France  
matthieu.aussal@gmail.com