



**HAL**  
open science

## Diffraction d'une onde acoustique (ou électromagnétique) par un plateau rigide (ou parfaitement conducteur)

Mikaël Vermet, Pierre Combeau, Yannis Pousset, Rodolphe Vauzelle, Nicolas  
Noe, Philippe Jean

► **To cite this version:**

Mikaël Vermet, Pierre Combeau, Yannis Pousset, Rodolphe Vauzelle, Nicolas Noe, et al.. Diffraction d'une onde acoustique (ou électromagnétique) par un plateau rigide (ou parfaitement conducteur). GDR ONDES, Nov 2007, Pessac, France. 2 p. hal-00434381

**HAL Id: hal-00434381**

**<https://hal.science/hal-00434381v1>**

Submitted on 26 Oct 2012

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# DIFFRACTION D'ONDES ACOUSTIQUES (OU RADIOELECTRIQUES) PAR UN PLATEAU RIGIDE (OU PARFAITEMENT CONDUCTEUR).

\*,\*\* Mikaël VERMET, \* Pierre COMBEAU, \* Yannis POUSSET,  
\* Rodolphe VAUZELLE, \*\* Nicolas Noé, \*\* Philippe Jean

\* Université de Poitiers, Laboratoire SIC (Signal, Image, Communications), Bd Marie et Pierre Curie, 86962, Futuroscope-Chasseneuil du Poitou, France.

\*\* Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Département Acoustique et Eclairage  
11 rue Henri Picherit, 44300 Nantes, France.

**Problématique :** Dans le cadre de nombreuses applications acoustiques (prédiction fine des niveaux sonores en environnement architectural confiné) ou radioélectriques (prédiction de couverture radio,...), une simulation rigoureuse de la propagation en indoor/outdoor nécessite bien souvent la prise en compte de la double diffraction par des structures de type plateau.

**Résumé :** L'objectif des travaux brièvement présentés dans ce papier était d'implémenter au sein de deux logiciels considérant la propagation en 3D d'ondes acoustiques et électromagnétiques à lancer de faisceaux (ICARE \*\*) et tracé de rayons (CRT \*) un modèle asymptotique (TUD) permettant de prendre en compte les phénomènes de double diffraction par un écran d'épaisseur donnée. Nous l'avons ensuite mis en œuvre dans différentes configurations afin d'en étudier le comportement. La dernière étape de ce travail a consisté à valider la formulation choisie en comparant ses résultats à ceux obtenus par une méthode à éléments finis de frontière (B.E.M) [JEA].

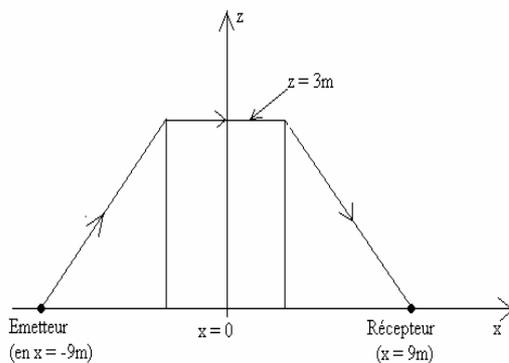


Fig 1-a : Configuration d'étude pour une épaisseur de plateau variant de 0 à  $20 \lambda$ .

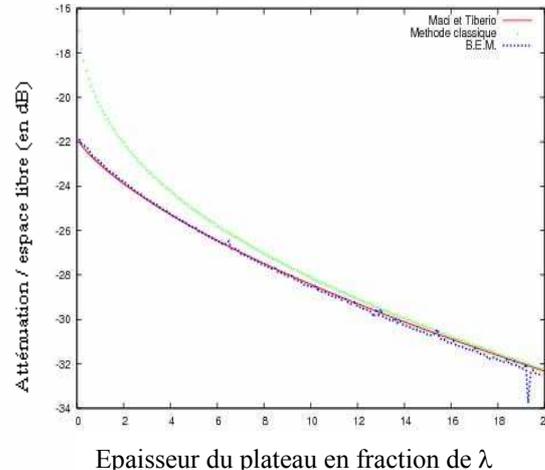


Fig. 1-b : Evolution de l'atténuation des ondes acoustiques à  $f = 1\text{kHz}$  pour les modèles classique (croix), de Maci et Tiberio (trait plein) et BEM (pointillés).

Notre volonté d'implémenter un modèle spécifiquement adapté à la diffraction par un plateau provient du constat suivant : le traitement classique de la double diffraction par un plateau, basé sur le principe que celle-ci peut être assimilée à 2 diffractions simples successives calculées par la TUD classique [KOU], présente diverses défaillances dans certaines configurations.

D'une part, dans le cas où l'épaisseur du plateau varie entre 0 et 20 longueurs d'onde ( $\lambda$ ), et en considérant l'émetteur et le récepteur fixes (fig. 1-a), nous remarquons que la courbe associée à la méthode classique (fig. 1-b) tend à s'écarter de celle de la BEM en deçà d'une certaine épaisseur. Cela apparaît pour une épaisseur inférieure à une dizaine de longueurs d'onde environ. Rappelons que si l'épaisseur du plateau tend vers zéro, le résultat

obtenu doit converger vers celui d'un demi-plan infiniment mince comme c'est le cas de la BEM..

D'autre part, dans le cas où l'angle d'observation varie entre  $-90^\circ$  et  $90^\circ$  (fig. 2-a), nous observons un problème de discontinuité (fig. 2-b) associé au modèle classique au voisinage de la frontière de transition. En effet, le champ doublement diffracté et calculé par la méthode classique ne compense pas correctement la disparition du champ diffracté par l'arête 1, d'où la chute du champ (d'environ 8 dB) au niveau de la frontière de transition.

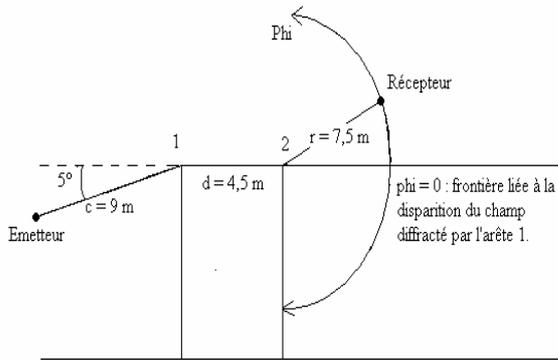


Fig. 2-a : Configuration d'étude du champ pour un angle d'élévation  $\phi$  variant de  $-90^\circ$  à  $90^\circ$ .

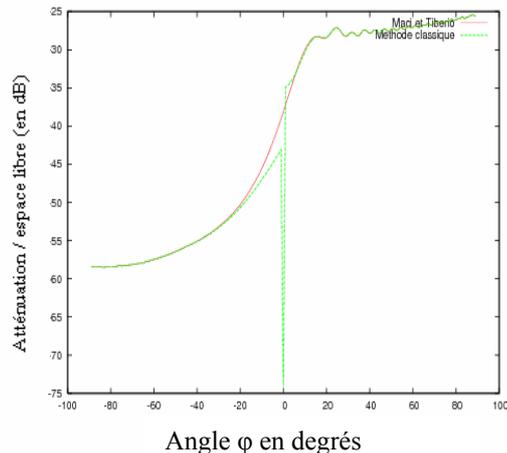


Fig. 2-b : Evolution des ondes acoustiques à  $f = 1\text{kHz}$  pour les modèles classiques (tirets) et de Maci et Tiberio (trait plein).

Le modèle que nous avons retenu pour traiter ces problèmes spécifiques est issu des travaux de R. Tiberio et S. Maci [TIB 1, TIB 2]. Il présente l'avantage, par rapport aux autres publications traitant de ce problème [MIC, IVR], de pouvoir modéliser la double diffraction pour des ondes incidentes sphériques ou planes (champs proche ou lointain), contrairement aux autres modèles se limitant aux ondes incidentes planes. Nous avons également débuté une étude consistant à déterminer les configurations pour lesquelles il est nécessaire de prendre en compte le caractère sphérique des ondes dans la double diffraction.

Les perspectives immédiates de ce travail portent sur la poursuite de cette étude puis sur l'extension du modèle à une simulation 3D (incidence oblique, arêtes et bords du plateau non parallèles). En outre, il sera évalué l'importance des interactions multiples dans le cadre de simulations globales en environnements réalistes, afin de quantifier l'amélioration sur les simulations existantes et notamment la meilleure adéquation mesure / calcul en basses fréquences en acoustique.

[IVR] : L. Ivrisimtzis et R. Marhefka : double diffraction at coplanar skewed edge diffraction configuration. Radio Science. Vol. 26, pp 824-830 (1991).

[KOU] : R. Kouyoumjian et P. Pathak : A uniform geometrical theory of diffraction for an edge in a perfectly conducting surface. IEEE Transactions on antennas and propagation. Vol. 62, n° 11, pp 1448-1460 (1974).

[MIC] : A. Michaeli : new asymptotic high frequency analysis electromagnetic scattering by pair parallel edges closed form results. Radio Science. Vol. 20, n° 20, pp 1537-1548 (1985).

[TIB1] : R. Tiberio, M Albani, F Capolino, S. Maci : diffraction at thick screen including corrugations top face. IEEE Transactions on antennas and propagation, Vol. 45, n°2, pp 277-283. (1998).

[TIB2] : R. Tiberio, R.G. Manara, G Pelosi, R. Kouyoumjian : high frequency electromagnetic scattering plane waves from double wedges. IEEE Transactions on antennas and propagation, Vol 9, n° 37, pp 1172-1180 (1989).

[JEA] : P. Jean : Coupling integral and geometrical representations for vibro-acoustical problems, Journal of sound and vibrations, pp 475-487 (1999).