

# Contributions de la simulation numérique à la physique du bruit d'origine aérodynamique

*Christophe Bailly & Christophe Bogey*

*Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique - Ecole Centrale de Lyon*

<http://acoustique.ec-lyon.fr>

Le développement de l'aéroacoustique numérique et la réalisation des premières simulations directes du bruit d'origine aérodynamique<sup>1,2</sup> durant ces quinze dernières années sont directement liés à la construction d'algorithmes numériques peu dispersifs et peu dissipatifs. On résout alors les équations de Navier-Stokes pour un écoulement compressible afin d'obtenir dans un même calcul et sur un même maillage le champ aérodynamique turbulent et le champ proche acoustique, ce qui permet ainsi de s'affranchir de toute modélisation acoustique. Cette approche donne également accès à toutes les grandeurs de l'écoulement et du champ sonore pour l'identification et la compréhension des mécanismes de bruit. Dans cette présentation, on rappellera dans un premier temps les motivations et les enjeux de l'aéroacoustique. Quelques propriétés clés des algorithmes seront ensuite discutées et illustrées numériquement<sup>3,4</sup>. La partie principale de l'exposé sera consacrée à l'analyse des sources de bruit à partir de simulations des grandes échelles<sup>5</sup> pour deux écoulements de jets, subsonique et supersonique respectivement. On mettra notamment en évidence la présence de deux composantes dans le champ sonore pour les jets subsoniques ronds.<sup>6,7</sup> On montrera également que l'on retrouve cette représentation en appliquant une méthode de causalité sur les champs aérodynamiques et acoustiques. La simulation du bruit de screech sera ensuite discutée pour le cas d'un jet rectangulaire supersonique sous-détendu.<sup>8</sup> Les caractéristiques de ce couplage aéroacoustique seront comparées aux mesures et on montrera que la simulation est en bon accord avec la théorie de la « fuite des chocs ».<sup>9</sup>

<sup>1</sup> Tam, C.K.W., 1995, Computational aeroacoustics : issues and methods, AIAA Journal, **33**(10), 1788-1796.

<sup>2</sup> Colonius, T. & Lele, S., 2004, Computational aeroacoustics : progress on nonlinear problems on sound generation, Progress in Aerospace Sciences, **40**, 345-416.

<sup>3</sup> Bogey, C. & Bailly, C., 2004, A family of low dispersive and low dissipative explicit schemes for noise computation, J. Comput. Phys., **194**(1), 194-214.

<sup>4</sup> Berland, J., Bogey, C., Marsden, O. & Bailly, C., 2007, High-order, low dissipative and low dispersive explicit schemes for multiple-scales and boundary problems, J. Comput. Phys., available on line, 1-26.

<sup>5</sup> Bogey, C. & Bailly, C., 2006, Large Eddy Simulations of transitional round jets : influence of the Reynolds number on flow development and energy dissipation, Phys. Fluids, **18**, 065101, 1-14.

<sup>6</sup> Bogey, C. & Bailly, C., 2006, Investigation of downstream and sideline subsonic jet noise using Large Eddy Simulation, Theoret. Comput. Fluid Dyn., **20**(1), 23-40.

<sup>7</sup> Bogey, C. & Bailly, C., 2007, An analysis of the correlations between the turbulent flow and the sound pressure field of turbulent jets, à paraître dans le Journal of Fluid Mechanics.

<sup>8</sup> Berland, J., Bogey, C. & Bailly, C., 2006, Large eddy simulation of screech tone generation in a planar underexpanded jet, 12th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference, AIAA Paper 2006-2496, 1-24.

<sup>9</sup> Suzuki, T. & Lele, S., 2003, Shock leakage through an unsteady vortex-laden mixing layer : application to screech jet, Journal Fluid Mech., **490**, 139-167.