

AER-206
Aéroacoustique Industrielle

le cnam

école sciences industrielles &
technologies de l'information

Simon Marié (*simon.marie@cnam.fr*)
Conservatoire National des Arts et Métiers

Table des matières

I Sources et Ondes acoustiques	5
1 Introduction	7
1.1 Définir l'aéroacoustique	7
1.2 Etudier l'aéroacoustique	11
2 Rappel de thermodynamique	15
3 Equation des ondes	17
3.1 Solutions de l'équation homogène	19
3.2 Prise en compte des inhomogénéités : la fonction de Green	22
4 Sources élémentaires	25
5 Propagation en écoulement	31
5.1 Ecoulement cisaillé	31
5.2 Equation de Lilley	33
5.3 Exemple de source en conduite	35
II Génération du bruit d'origine aérodynamique	39
6 Bref historique de l'aéroacoustique théorique	41
7 L'analogie aéroacoustique de Lighthill	43
7.1 Construction de l'équation de Lighthill	43
7.2 Solutions en champ lointain	46
7.3 Limitation de l'analogie	50
8 Autres analogies aéroacoustiques	53
8.1 Analogie de Phillips	53
8.2 Analogie de Lilley	55
8.3 Analogie de Howe	55
8.4 Analogie de Powell	55
9 Obstacles en écoulement	57
9.1 Prise en compte de surfaces : la fonction de Heaviside	57
9.2 Analogie de Ffowcs-Williams et Hawkings	60
9.3 Cas particulier des surfaces fixes : l'intégrale de Curle	64
9.4 Méthode de Kirchhoff	66
9.5 Ordre de grandeur	68
10 Synthèse	71

III	Aéroacoustique Industrielle	73
11	Notion sur l'aéroacoustique numérique	77
12	Notion sur l'aéroacoustique expérimentale	89
13	L'aéroacoustique automobile	95
14	L'aéroacoustique ferroviaire	99
15	L'aéroacoustique aéronautique et spatiale	105
IV	Travaux dirigés	111
16	TD n°1	113
17	TD n°2	119
18	TD n°3	125

Bibliographie

- [1] C. Bailly and C. Bogey. *Acoustique industrielle et aéroacoustique*. Formation CERFACS, 2004.
- [2] C. Bogey and C. Bailly. A family of low dispersive and low dissipative explicit schemes for flow and noise computations. *Journal of Computational Physics*, 194 :194–214, 2004.
- [3] T. Colonius, S.K. Lele, and P. Moin. Sound generation in a mixing layer. *Journal of Fluid Mechanics*, 330 :375–409, 1997.
- [4] N. Curle. The influence of solid boundaries upon aerodynamic sound. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 231 :505–514, 1955.
- [5] A.P. Dowling and J.E. Ffowcs Williams. *Sound and sources of sound*. Westergate : Horwood publishing, 1983.
- [6] J.L Ffowcs-Williams and D.L. Hawkings. Sound generation by turbulence and surfaces in arbitrary motion. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 264 :321–342, 1969.
- [7] Y. Gervais. *Cours d’Aéroacoustique*. Université de Poitier - Institut Pprime, 2004.
- [8] X. Gloerfelt. *Cours d’Aéroacoustique*. ENSAM, 2010.
- [9] C. Levy. *Acoustique industrielle et aéroacoustique*. Hermes - SFA, 2001.
- [10] J. Lighthill. On sound generated aerodynamically. i. general theory. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 211 :564–587, 1952.
- [11] J. Lighthill. On sound generated aerodynamically. ii. turbulence as a source of sound. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 212 :1–32, 1954.
- [12] E. Manoha. *Méthodes et Applications en Aéronautique*. ONERA, 2006.
- [13] N. Parado. *Aéroacoustique dans les transports*. SNCF, 2005.
- [14] C. Picard. *Séminaire GdR Acoustique des Transports*. PSA, 2008.
- [15] D. Ricot. *Aéroacoustique automobile*. Renault, 2005.