

Transmission anormale d'une onde acoustique à travers un choc faible

Ronan Delalande^{1,2}, François Coulouvrat¹

¹ Sorbonne Université, Institut Jean le Rond d'Alembert, CNRS, 4 place Jussieu, 75005 Paris France

² Arts et Metiers Institute of Technology, CNAM, PIMM, HESAM University, F-75013 Paris, France
francois.coulouvrat@sorbonne-universite.fr

Au milieu du XX^{ème} siècle, J.M.Burgers [1] puis J.Brillouin [2] se sont intéressés à l'interaction entre une onde de choc et une onde acoustique dans un fluide en considérant une incidence normale. Différentes études, par exemple Mc Kenzie et Westphal [3], ont par la suite étendu le modèle au cas de l'incidence oblique. Ces travaux sont à la base des modèles de stabilité des chocs aérodynamiques. Toutefois, jusqu'à présent, seul le cas des ondes de chocs fortes a été analysé, avec des nombres de Mach acoustiques proches de l'unité, voire bien au-delà. Dans la présente étude, nous examinons le cas de l'interaction non linéaire entre un choc faible et une onde acoustique linéaire contra-propagative, en incidence oblique (figure 1).

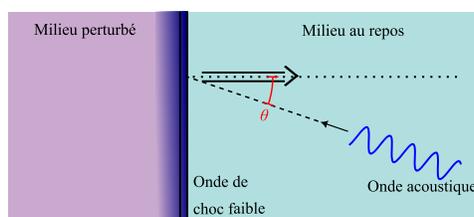


Figure 1. Interaction entre un choc faible et une onde acoustique contra-propagative sous une incidence θ

Telle configuration interdit l'existence d'ondes réfléchies sur le choc, ce dernier se propageant à vitesse supersonique vis-à-vis du milieu au repos. L'interaction peut toutefois aboutir à la génération de modes de vorticité et d'entropie dans le milieu perturbé, auxquels s'ajoute l'onde acoustique transmise. L'onde acoustique incidente perturbe également le choc lui-même. Les relations de Rankine-Hugoniot permettent de déterminer les amplitudes des ces quatre modes. La conservation du nombre d'onde tangent au choc détermine la direction de l'onde transmise et l'amplitude de l'effet Doppler. L'ensemble est gouverné par l'amplitude du choc, l'angle d'incidence et les paramètres caractérisant la non-linéarité de l'équation d'état du milieu. Les cas particuliers de l'eau et de l'air sont considérés, aboutissant en incidence normale à des comportements opposés. Pour l'air, l'onde acoustique pompe de l'énergie au choc, alors qu'elle en cède pour l'eau. En incidence oblique, on observe plusieurs régimes de transmission anormaux, n'existant pas en régime acoustique. Dans certains cas la vitesse de phase de l'onde transmise s'inverse, celle-ci se propageant alors dans la même direction que le choc. Qualitativement, certaines de ces observations sont en accord avec des expériences préliminaires quantifiant le phénomène dans le cas des solides [4].

Références

1. J.M. BURGERS, On the transmission of sound waves through a shock wave, *Selected Papers of JM Burgers*, (1995).
2. J. BRILLOUIN, Réflexion et refraction d'ondes acoustiques par une onde de choc, *Acta Acust. united Ac.*, **5**, 149–163 (1955).
3. J. F. MCKENZIE & K. O. WESTPHAL, Interaction of linear waves with oblique shock waves, *The Physics of Fluids*, **11**, 2350–2362 (1968).
4. M. DUCOUSSO & AL., Bulk probing of shock wave spatial distribution in opaque solids by ultrasonic interaction, *Physical Review Applied*, **15**(5), L051002 (2021).