



“Physics in Canada”  
Book Review

“La Physique au Canada”  
Critique de livre

**“Flow, Deformation and Fracture: Lectures on Fluid Mechanics and the Mechanics of Deformable Solids for Mathematicians and Physicists”** by G. I. Barenblatt, Cambridge University Press, 2014, pp. 255, ISBN 978-0-521-71538-6, price 122.54

Professeur Emerite de la mécanique des fluides à l’Université de Cambridge et à l’Université de Californie, ainsi que scientifique principal à l’institut d’océanologie de l’académie des sciences de Russie, Grigory Isaakovich Barenblatt, mathématicien russe octogénaire, présente dans ce livre plus de 40 ans d’expérience d’enseignement.

Le but de ce livre est de présenter concepts et méthodes fondamentales, ainsi que des résultats particuliers, de la théorie mathématique unifiée intermédiaire asymptotique (unified intermediate asymptotic mathematical theory) de l’écoulement, déformation et fracture des fluides et les solides déformables. Cette théorie est une approche où les matériaux sont remplacés par un medium continu, souvent appelé mécanique du continu. Elle généralise et unifie les disciplines de la dynamique des fluides, dynamique des gaz, théorie de l’élasticité, théorie de la plasticité, etc.

Pour débiter, à l’aide d’un milieu continu idéalisé tridimensionnel, l’auteur développe l’équation de continuité et celle de la conservation de la quantité de mouvement. On se retrouve donc avec quatre équations et treize inconnues, le système est alors non fermé. En négligeant la variation de la densité avec le temps et la variation spatiale du tenseur de contraintes, on obtient un système fermé. Ce modèle est alors appelé un fluide idéal incompressible. On peut, par la suite, faire ressortir l’équation du tourbillon et l’équation intégrale de Bernoulli. Une application de la portance d’une aile d’avion termine alors le quatrième chapitre.

Après avoir développé ce modèle, l’auteur présente, l’étude de l’analyse dimensionnelle et la théorie de la similitude physique, utilisée tout au long du livre.

Dans la poursuite de la mécanique du continu, l’auteur présente la théorie mathématique de l’élasticité et développe celle-ci jusqu’à l’obtention de l’approximation linéaire d’un corps élastique et l’équation dynamique de la théorie de l’élasticité. On résout, à l’aide de la théorie, le cas d’un corps bidimensionnel. Ce chapitre a pour but de nous amener à l’étude de la résistance des matériaux, plus spécifiquement aux notions de fissure, de fracture et de fatigue.

Au septième chapitre, l’auteur construit le système d’équations fermées pour un fluide newtonien visqueux incompressible à densité constante, à l’aide de l’équation de Navier-Stokes et de l’équation de continuité. Le chapitre inclue aussi quelques exemples d’application. De manière plus spécifique, au chapitre suivant, à l’aide de l’équation pour la couche limite, il sera possible cette fois de déterminer un terme de traînée d’une aile d’avion, jusque-là impossible avec uniquement avec le modèle d’un fluide idéal incompressible. Des références sont données aux

travaux d'origine des diverses équations et leurs développements historiques; le texte devient d'autant plus intéressant.

Le neuvième chapitre, lequel porte sur les méthodes de « complète » et « incomplète similarité » fait référence au livre « Scaling » du même auteur, publié en 2003. Plusieurs phénomènes naturels présentent la propriété d'auto-similarité (self similarity) et dans ces cas, les modèles mathématiques pourront être correctement formulés, comme par exemple les fractals. Par contre, il existe une classe plus générale de phénomènes physiques présentant une similarité incomplète ou un manque de similarité. Dans de tels cas, l'analyse dimensionnelle n'est pas suffisante et on utilisera une loi d'échelle (scaling), l'ajout d'un exposant, une approximation asymptotique ou carrément une solution numérique pour obtenir une solution. On utilise ces notions par la suite, pour résoudre le problème de la formation d'une onde de choc dans un gaz compressible.

L'auteur traite ensuite des notions générales de la turbulence pour mettre l'accent tout particulièrement sur l'écoulement à grand nombre de Reynold dans un long tube cylindrique (pipe). L'auteur conclue que la loi logarithmique de Karman-Prandtl, pour la région intermédiaire du tube, devrait être abandonnée au profit d'une loi à puissance pour la distribution de la vitesse d'écoulement dans le cas turbulent. Dans le chapitre suivant, on démontre l'équation de la quantité de mouvement et de l'énergie pour ce cas.

Près de deux-cents références sont citées à la fin du volume, mais je constate qu'à l'exception du chapitre sur la turbulence, les références mentionnées dans le livre datent des années 60. Les chapitres portant sur la théorie de l'élasticité et l'étude de la résistance des matériaux étaient ceux qui m'intéressaient avant la lecture de l'ouvrage; une lecture intégrale m'a cependant permis de faire une bonne rétrospective.

André April

Environnement et Changement Climatique Canada.