

Retour sur la formulation phénoménologique des lois de comportement viscoélastique

M. AMESTOY, S. FOREST^a

a. Mines ParisTech, CNRS, PSL Research University, samuel.forest@mines-paristech.fr

Résumé :

L'objet de cette présentation est d'introduire les concepts physiques, mécaniques et mathématiques qui président à l'écriture des lois de comportement de la matière en transformations finies. La présentation proposée rompt avec la tradition héritée de Noll et Truesdell qui s'appuie sur l'invocation de principes d'invariance restrictifs ayant suscité de nombreuses objections. Elle s'appuiera sur des exigences d'invariance minimales suffisantes pour exclure les lois de comportement mathématiques physiquement inacceptables, et assez ouvertes pour autoriser la description de comportements encore inédits ou extrêmes. Les tenseurs de structure caractérisant l'anisotropie de la matière et leurs propriétés d'invariance auront une place de choix dans l'analyse. La forme de ces lois s'obtient en recourant à des théorèmes de représentation déjà disponibles ou à développer. Le travail sera limité au cas de la viscoélasticité. On montrera en particulier que les lois de la mécanique des milieux continus ne contredisent pas les résultats de la théorie cinétique des gaz [1]. L'exposé commencera par une discussion de la controverse autour de la formulation phénoménologique des lois de comportement des fluides visqueux et de la cohérence avec la théorie cinétique des gaz. Cette controverse, rythmée par les contributions de [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] est exprimée sans embage dans cette citation de [9] : "He who regards the kinetic theory as providing the one and only right approach to gas flows should discard all of continuum mechanics, not just one or another part of it. Many physicists do so."

Mots clefs : Théorie cinétique des gaz, Viscoélasticité, Invariance, Lois de comportement

Références

- [1] S. Chapman and T.G. Cowling. *The mathematical theory of non-uniform gases*. Cambridge University Press, 1970.
- [2] D. Burnett. The distribution of velocities in a slightly non-uniform gas. *Proceedings of the London Mathematical Society*, 40 :380–430, 1935.
- [3] I. Müller. On the frame-dependence of stress and heat flux. *Archives of Rational Mechanics and Analysis*, 45 :241–250, 1972.
- [4] L.C. Woods. The bogus axioms of continuum mechanics. *Bull. Intitute of Mathematics and its Applications*, 17 :98–102, 1981.

-
- [5] A.E. Green. A note on “Axioms of continuum mechanics”. *Bull. Intitute of Mathematics and its Applications*, 18 :7–9, 1982.
- [6] A.I. Murdoch. On material frame–indifference, intrinsic spin and certain constitutive relations motivated by the kinetic theory of gases. *Archive for Rational Mechanics and Analysis*, 83 :185–194, 1983.
- [7] L.C. Woods. Frame–indifferent kinetic theory. *Journal of Fluid Mechanics*, 136 :423–433, 1983.
- [8] C.G. Speziale. Comments on the “material frame–indifference” controversy. *Physical Review A*, 36 :4522–4525, 1987.
- [9] C. Truesdell. Correction of two errors in the kinetic theory of gases which have been used to cast unfounded doubt upon the principle of material frame indifference. *Meccanica*, 11 :196–199, 1976.