
Lorsque l'on tient un oeuf cru entre les mains et qu'on le presse dans le sens de la longueur, il est quasiment impossible de le casser. Cette solidité est d'autant plus impressionnante que la masse de la coquille est très faible. A quoi doit-on cette formidable résistance engendrée par la coquille lors d'une compression ? La géométrie semble a priori primordiale dans cette résistance. Preuve en est donnée quand régulièrement nous tapons l'œuf contre le bord du bol pour faire une omelette : la plus longue périphérie de l'œuf (partie de la coquille la moins courbée) est moins difficile à casser que la partie de la coquille la plus courbée. Pour comprendre plus précisément ces propriétés nous devons considérer le problème plus général de la déformation des coques minces. Par coque mince nous entendons des matériaux solides dont l'épaisseur est petite devant toutes les autres dimensions et qui présentent une forme courbe à l'état de repos. Ces matériaux présentent des particularités qui les distinguent radicalement des déformations des plaques planes. Il est remarquable qu'une petite courbure préexistante engendre une rigidité parfaitement perceptible mise en évidence par exemple par une feuille de papier légèrement courbée : en la tenant avec les doigts par l'un de ses bords courbés, elle devient pratiquement un corps rigide. Ainsi la géométrie de coque se retrouve dans des milieux diversifiés afin de résister à des efforts axiaux : des exemples familiers en sont aussi bien les carapaces rigides des insectes que les coques de navire, containers (fuselages pressurisés des avions). Plus précisément lorsqu'un corps quel qu'il soit se déforme sous l'effet de forces extérieures qui lui sont appliquées, chaque point du corps présente un déplacement. En particulier les déplacements correspondant à une extension (les points se déplacent tangentiellement à la surface moyenne du corps qui change donc de longueur) demandent beaucoup plus d'effort que les déplacements qualifiés de flexion (déplacements perpendiculaires à la surface du corps conservant les longueurs) dans le cas d'une coque mince que dans celui d'une plaque plane. Si un tube (d'épaisseur très mince devant ses autres dimensions) peut être déformé sans extension en le comprimant le long d'une génératrice, il en va tout autrement dans le cas d'une surface fermée telle qu'une coque sphérique qui ne peut se déformer sans traction. Dans le cas de notre coquille d'œuf, la traction demandant un effort gigantesque il résistera à la compression axiale.

Références :

- L. D. Landau, E. M. Lifshitz, " Théorie de l'élasticité ", Ed. Mir (1967)
- A. V. Pogorelov, " Bendings of surfaces and stability of shells ", Am. Math. Soc. (1988)
- L. Pauchard, Y. Pomeau, S. Rica, " Elasticité des coques ", C. R. Acad. Sci. Paris , **324**, Série II b, 1-8 (1997)
- A. Boudaoud, P. Patricio, Y. Couder et M. Ben Amar, "Dynamics of singularities in a constrained elasticplate", Nature **407**, 718-720 (2000)
- B. Audoly et Y. Pomeau, " Elasticity and geometry ", livre en préparation pour Oxford University Press (2002)