

Comparaison de méthodes de continuation numériques : MAN, AUTO, tir, ...

S. Neukirch^a, E. Cottanceau^b, O. Thomas^c, A. Lazarus^a

a. CNRS & Sorbonne Université, Paris

b. ANSYS France

c. Arts et Métiers ParisTech, Lille

Résumé : (16 gras)

Nous comparons plusieurs codes de calcul pour la statique de poutres en grande rotation. Nous calculons numériquement des diagrammes de bifurcation correspondant à des essais de flambage sur poutres en 2D et 3D. La méthode numérique comprend la discrétisation spatiale de la poutre et le cheminement numérique le long de la courbe de bifurcation. Les codes utilisent des logiciels différents : Matlab, Mathematica, Fenics, Fortran 90. Nous comparons les vitesses d'exécution mais aussi la facilité d'implémentation.

Abstract : (16 gras)

We compare different numerical continuation softwares for the buckling of beams and rods in two and three dimensions. The numerical procedures include both the spatial discretisation of the equations for the statics of the elastic rod and the path following technique. These codes are written in different environments : Matlab, Mathematica, Fenics, Fortran 90. We compare both execution speeds and the ease with which these problems are setup in the softwares.

Mots clés : flambage, statique des structures, éléments finis, différences finies, poutre élastique

Flambage en deux et trois dimensions

Nous étudions deux cas de flambage nonlinéaire : (i) une poutre 2D avec fondation hydrostatique et (ii) une poutre en 3D avec torsion, voir Figure 1.

La poutre (planar elastica) avec fondation hydrostatique est une lamelle élastique, dont la ligne centrale reste dans le plan, qui est posée sur un bain liquide. La poutre est encastree à ses extrémités et on déplace l'extrémité droite axialement (flambage). Ce système a été étudié par plusieurs groupes [1, 3, 2, 4] et notre test consiste à reproduire la Figure 3(b) de [4].

La poutre avec torsion a sa ligne centrale qui évolue en 3D. Ses extrémités sont encastrees et on déplace celle de droite axialement. Les encastremets sont bloqués en rotation. C'est un problème classique de flambage avec de la torsion et de multiples références existent, voir par exemple [6, 8, 7]. Notre cas test consiste à reproduire la Figure 5(c) de [5].

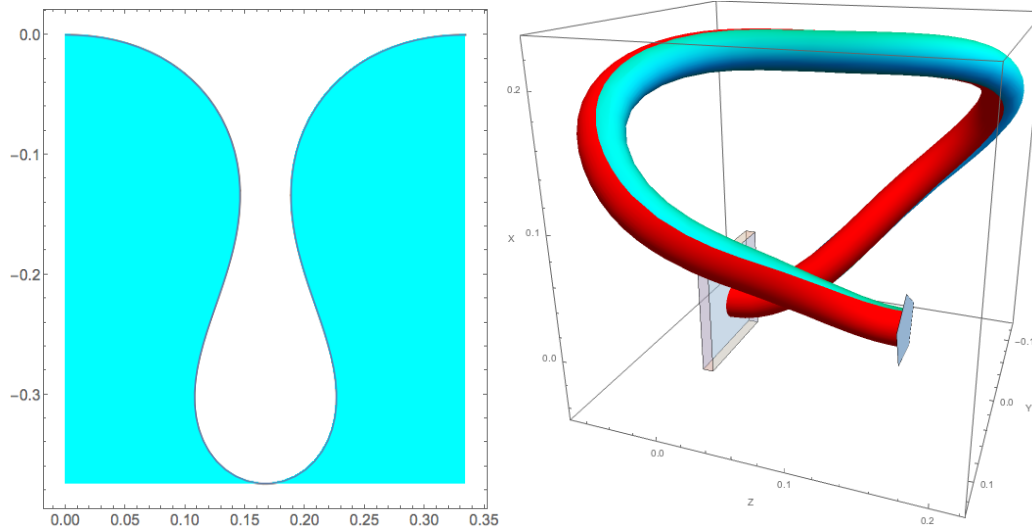


FIGURE 1 – (à gauche) Elastica sur fondation hydrostatique, cas test numero 1. (à droite) Poutre en 3D avec torsion, cas test numero 2.

Références

- [1] L. Pociavsek, R. Dellsy, A. Kern, S. Johnson, B. Lin, K. Y. C. Lee, and E. Cerda, Stress and fold localization in thin elastic membranes, *Science*, 320 (2008) 912–916.
- [2] F. Brau, P. Damman, H. Diamant, and T. A. Witten, Wrinkle to fold transition : Influence of the substrate response, *Soft Matter*, 9 (2013) 8177–8186.
- [3] B. Audoly, Localized buckling of a floating elastica, *Phys. Rev. E*, 84 (2011) 011605.
- [4] M. Rivetti and S. Neukirch, The mode branching route to localization of the finite-length floating elastica, *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, 69 (2014) 143 – 155.
- [5] G. H. M. van der Heijden, S. Neukirch, V. G. A. Goss, and J. M. T. Thompson, Instability and self-contact phenomena in the writhing of clamped rods, *Int. J. Mech. Sci.*, 45 (2003) 161–196.
- [6] A. Cardona, M. Geradin, A beam finite element non-linear theory with finite rotations, *Int. J. Numer. Methods Eng.* 26 (1988) 2403–2438.
- [7] E. Cottanceau, O. Thomas, P. Véron, M. Alochét, and R. Deligny, A finite element/quaternion/asymptotic numerical method for the 3D simulation of flexible cables, *Finite Elements in Analysis and Design*, 139 (2017) 14–34.
- [8] P. Le Tallec, S. Mani, and F. A. Rochinha, Finite element computation of hyperelastic rods in large displacements, *Mathematical Modelling and Numerical Analysis*, 26 (1992) 595–625.