

Projets SYST017

Année académique 2014-2015

3 octobre 2014

1 Instructions générales

Le projet a pour but de mettre en oeuvre dans une application particulière les outils d'analyse de systèmes non linéaires développés dans le cours. La partie du rapport qui concerne la modélisation du problème étudié ne doit pas constituer l'essentiel du travail. Le projet doit avant tout mettre en évidence l'analyse du système dynamique considéré.

Chaque rapport pourrait contenir un ou plusieurs des éléments suivants :

- une analyse de plan de phase ;
- une analyse de bifurcation ;
- une analyse de stabilité ;
- l'analyse d'un attracteur étrange (dimension fractale, exposant de Lyapunov, etc.) ;
- deux figures de composition originale et qui résument le phénomène étudié.

Chaque rapport doit en outre contenir au moins une des composantes suivantes :

- modélisation physique du système étudié ;
- application du modèle à un problème de sciences de l'ingénieur ;
- étude numérique prolongeant l'analyse théorique (par exemple, l'étude d'un attracteur étrange, d'un phénomène spatio-temporel, ou l'extrapolation de résultats analytiques à des systèmes généralisés).

On veillera également à fournir une interprétation physique et intuitive de tous les résultats (théoriques et numériques) obtenus.

2 Liste des projets

Chaque projet considère la modélisation et l'analyse d'un système étudié dans un (ou plusieurs) article(s) scientifique(s). Notez qu'il est permis (mais pas obligatoire) d'effectuer une recherche bibliographique afin d'obtenir d'autres articles en rapport avec le sujet. Le rapport doit cependant contenir des éléments originaux.

Biologie

1. Dynamique d'un tube effondrable (veine)

- Flow through a collapsible tube : experimental analysis and mathematical model, Katz et al., *Biophysical Journal*, 9(10), 1261-1279, 1969.
- Modelling flow and oscillations in collapsible tubes, Pedley and Luo, *Theoretical and Computational Fluid Dynamics*, 10(1-4), 277-294, 1998.

2. Interrupteurs et oscillateurs biologiques

- *Mathematical biology (I)*, J.D. Murray, 2011. Chapter 7 (7.1 to 7.4).
- A model for a network of phosphorylation-dephosphorylation cycles displaying the dynamics of dominoes and clocks, D. Gonze and A. Goldbeter, *J. Theor. Biol.* 210, 167-86, 2001.

3. Boîtes à rythmes biologiques et locomotion animale

- *Mathematical biology (I)*, J.D. Murray, 2001. (Chapter 12)
- Hard-wired central pattern generators for quadrupedal locomotion, Collins and Richmond, *Biological Cybernetics*, 71(5), 375-385, 1994.

4. Modèles de potentiels d'action (neurone de Hodgkin-Huxley)

A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve, *Journal of physiology*, 117(4), 500, 1952.

5. Oscillations dans les réseaux neuronaux

Sparsely synchronized neuronal oscillations, Brunel and Hakim, *Chaos*, 18, 015113, 2008.

Physique et mécanique

6. Instabilités dynamiques dans les compresseurs

Bifurcation analysis of axial flow compressor stability, F.E. McCaughan, *SIAM J. Applied Math.*, 50, 1232-1253, 1990.

7. Dynamique des jonctions superconductrices de Josephson

Nonlinear Dynamics and Chaos, Strogatz, 1994. (Sections 4.6, 8.5, 8.7.4)

8. Mécanique céleste et transfert optimal entre orbites

- Constructing a low energy transfer between Jovian moons, W. Soon et al., *Contemporary Mathematics*, 292, 129-146, 2001.
- Low energy transfer to the Moon, Koon et al., *Dynamics of Natural and Artificial Celestial Bodies*, 63-73, 2001.

9. Etude du modèle de la “bouncing ball”

- The dynamics of repeated impacts with a sinusoidally vibrating table, Holmes, Journal of Sound and Vibration 84(2), 173-189, 1982.
- Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields, John Guckenheimer and Philip Holmes, 1982. (Section 2.4)

10. Synchronisation de lasers

Synchronized chaos and spatiotemporal chaos in arrays of coupled lasers, Winful et al., Physical review letters, 65(13), 1575, 1990.

Electricité et sciences de l’ordinateur

11. Comportement chaotique d’un convertisseur électrique

Modeling of chaotic DC-DC converters by iterated nonlinear mappings, Hamill et al, IEEE Transactions on Power Electronics 7(1), 25-36, 1992.

12. Circuits électriques chaotiques

- Implementation of Chua’s circuit with a cubic nonlinearity, Zhong, IEEE Transactions on Circuits and Systems, 41(12), 934-940, 1994.
- A new class of chaotic circuit, Sprott, Physics Letters A, 266(1), 19-23, 2000.

13. Systèmes dynamiques et optimisation combinatoire

- Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities, J. Hofield, Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 79, 2554- 2558, 1982.
- Neural computation of decision optimization problems, J. J. Hofield and D. W. Tank, Biological Cybernetics, 52, 141-152, 1985.

14. Etude de la dynamique d’une itération discrète rencontrée en analyse numérique

The Dynamics of Rayleigh Quotient Iteration, Steve Batterson and John Smillie, SIAM Journal on Numerical Analysis, 26(3), 624-636, 1989.

15. Applications du chaos en télécommunications

Statistical modeling of discrete-time chaotic processes : basic finite-dimensional tools and applications, G. Setti et al., Proceedings of the IEEE, 90, 2002.

16. Théorie des jeux évolutionnaires - application au jeu “pierre-papier-ciseaux”

Evolutionary game dynamics, Hofbauer and Sigmund, Bulletin of the American Mathematical Society 40(4), 479-519, 2003.

Divers

17. Dynamique des systèmes “proie-prédateur”

- A minimal model of pattern formation in a prey-predator system, Petrovskii and Malchow, *Math. and Comp. Modelling*, 29, 49-63, 1999.
- Population-dynamic instability as a cause of patch structure, B. Rothschild and J. Ault, *Ecological Modelling*, 93, 237-249, 1996.

18. Dynamique des maladies infectieuses

- The mathematics of infectious diseases, H. Hethcote, *SIAM Review*, 42, 599-653, 2000.
- *Mathematical biology (I)*, J.D. Murray, 2001. (Chapter 10)

19. Oscillateurs chimiques de Belousov

Mathematical biology (I), J.D. Murray, 2001. (Chapter 8)

20. Modèles dynamiques de la marche des insectes

Mechanical models for insect locomotion : dynamics and stability in the horizontal plane, J. Schmitt and Ph. Holmes, *Theory Biol. Cybernetics*, 83, 501-527, 2000.

21. Etude de l'équation de Duffing avec excitation sinusoidale

Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields, John Guckenheimer and Philip Holmes, 1982. (Section 2.2)

22. Etude d'un modèle simple de marché financier composé d'agents hétérogènes

- Intermittent chaos in a model of financial markets with heterogeneous agents, T. Kaizoji, *Chaos, Solitons, and Fractals*, 20(2), 323-327, 2004.
- Speculative bubbles and fat tail phenomena in a heterogeneous-agent model, T. Kaizoji, *International Symposia in Economic Theory and Econometrics*, 14, 2004.

23. Synchronisation de lucioles par couplage impulsif

Synchronization of pulse-coupled biological oscillators, Mirollo and Strogatz, *SIAM Journal on Applied Mathematics*, 50(6), 1645-1662, 1990.