

Étude des systèmes complexes

Version préliminaire du plan de cours, 29 juillet 2011

Professeure :	Lael Parrott Professeure agrégée Département de géographie, Université de Montréal
Bureau :	Pavillon Strathcona, 520 Côte Ste. Catherine, local 429-3
Heures de consultation :	les mercredis de 10h30 – 12h30 ou sur rendez-vous
Courriel :	lael.parrott@umontreal.ca
Assistante :	Élise Filotas Stagiaire postdoctorale Centre d'étude de la forêt
Consultation :	Sur rendez-vous
Courriel :	larose_filotas.elise@uqam.ca
Horaire :	lundi de 9h00 à 12h00
Local :	Salle P-217 au pavillon Roger-Gaudry, UdeM 12 et 19 septembre 3, 10, 17, 24 et 31 octobre 7 et 28 novembre 5 décembre Salle S-116 au pavillon Roger-Gaudry, UdeM 26 septembre 14 et 21 novembre

Objectifs

Ce cours vise à introduire les concepts fondamentaux et les avancées récentes reliés à l'étude des systèmes complexes. À la fin du cours, l'étudiant(e) sera en mesure de définir qu'est-ce qu'on entend par « système complexe » et de décrire comment la complexité se manifeste dans le monde naturel. Ensuite, il/elle sera capable d'analyser des données expérimentales pour démontrer l'évidence de la dynamique non-linéaire typique de la complexité et de comparer ses observations avec certains modèles d'organisation proposés dans la littérature récente. Cette année nous porterons une attention particulière à l'application de la science de la complexité à la gestion de l'environnement, de l'échelle des écosystèmes aux paysages régionaux. Nous étudierons le paysage en tant que système socio-écologique couplé, explorant comment l'étude des systèmes complexes pourrait nous apporter des nouvelles approches et visions en gestion durable des ressources.

Ce cours, offert par le Département de géographie à l'Université de Montréal, fait partie du *Programme d'étude interuniversitaire en modélisation de la complexité de la forêt* (CRSNG-FONCER).

Plan du cours

1. Introduction

Survol des origines de la discipline, des chercheurs et des instituts de recherche fondateurs. Discussion des principales caractéristiques d'un système complexe et des définitions du terme « complexité ».

2. Chaos et dynamique non-linéaire : concepts de base

L'étude des systèmes complexes découle, en partie, de la recherche de mécanismes responsables de la dynamique non-linéaire dans les systèmes naturels. Nous examinerons les concepts de base, incluant : l'espace des phases, chaos et attracteurs étranges et des méthodes de détection de chaos dans un signal.

3. Caractérisation de la complexité dans les séries temporelles

Comment peut-on caractériser la classe de dynamique typique d'un système complexe? Quelle est la différence entre « chaotique » et « complexe »? Nous étudierons quelques méthodes quantitatives récentes.

4. Fractales et le concept d'échelle

Les systèmes complexes sont souvent caractérisés par une structure ou une dynamique dite « invariante » à l'échelle. Dans cette partie du cours, nous investiguerons ce phénomène à partir de la littérature sur les fractales, le bruit $1/f$ et la théorie de « self-organised criticality ».

5. Réseaux complexes

La structure d'une vaste gamme de systèmes complexes peut être analysée à partir de la théorie des graphes, en représentant un système comme étant un réseau de nœuds connectés par de liens. Nous comparons quelques modèles de réseaux complexes (les réseaux « small-world » et les réseaux « scale-free ») avec des réseaux réguliers et aléatoires.

6. Complexité, écologie et gestion des ressources

Comment incorporer la science de la complexité dans l'analyse et la gestion des écosystèmes? Dans cette dernière partie du cours nous discuterons de la littérature récente en complexité écologique et systèmes socio-écologiques complexes.

Modalités d'enseignement

Cours avec interactions, échanges et discussion. Vous êtes responsables de votre propre apprentissage ! Chaque semaine, des lectures et/ou un petit exercice (ex. l'investigation d'un logiciel d'analyse ou l'essai d'un modèle) accompagnant la leçon seront assignés. Il est anticipé que vous apporterez au cours des commentaires, des questions, etc. reliés à ce travail hebdomadaire. Le cours sera offert via vidéoconférence aux étudiants à l'extérieur de Montréal.

Évaluation

Travaux pratiques (2 @ 15 % chacun)

- TP #1 : Analyse des séries chronologiques
TP #2 : Analyse d'un réseau complexe

Les TPs consisteront d'exercices pratiques illustrant les concepts présentés dans le cours et feront une partie essentielle de l'apprentissage. L'évaluation sera basée sur l'approche et l'imagination portée au problème plutôt que sur sa solution.

Notez qu'une connaissance de base de la programmation sera requise pour l'exécution des TPs (un environnement d'analyse tel que MATLAB ou R est recommandé).

Présentation (20 %)

Chaque étudiant sera invité de faire une présentation en classe portant sur un des articles dans la liste de lectures recommandées. L'objectif de la présentation est de nous éclaircir sur le sujet de l'article en faisant une analyse critique de son contenu. Pour étoffer votre analyse, nous vous encourageons à faire la recherche d'autres articles par les mêmes auteurs, la lecture des références de base sur lesquelles l'article est fondé, une investigation des biographies des auteurs principaux, etc. Le calendrier des présentations sera déterminé en classe le lundi 12 septembre. Votre note sera déterminée par vos pairs et par les professeurs. Durée : 30 minutes.

Travail de session : Essai théorique (50 %)

Le travail de session vous donnera l'opportunité d'étudier plus profondément un des sujets touchés dans le cours. Plusieurs options sont possibles pour ce travail, qui peut prendre forme d'une revue de la littérature sur un aspect de la complexité ou d'une analyse des caractéristiques complexes d'un système en particulier, par exemple. Lorsque possible, nous vous encourageons fortement de choisir un sujet relié à votre propre sujet de thèse ou de mémoire.

Dates importantes

- | | |
|-------------|---|
| 17 octobre | Date limite pour remettre le TP1 |
| 14 novembre | Date limite pour remettre le TP2 |
| 12 décembre | Remise des rapports du travail de session |