

13X083: Systèmes Complexes III

Programme du Cours – Automne 2026

Généralités

Les séances ont lieu le :

- Mardi de 8h15 à 10h00 (Bat A/301) – Cours
- Mardi de 10h15 à 12h00 (Bat A/301) – Sessions pratiques

La partie asynchrone du cours se trouve (sur Moodle) à : [13X083]

Enseignants

- *Instructeur* : Prof. Roland Bouffanais
Rencontre sur rendez-vous (roland.bouffanais@unige.ch)
- *Assistant* : M. Arthur Rondeau
Rencontre sur rendez-vous (arthur.rondeau@unige.ch)

Description du cours

Ce cours explore les processus dynamiques et aléatoires se déployant sur des réseaux complexes, avec un accent particulier sur les phénomènes de diffusion, de propagation et d'émergence collective. Les étudiant·e·s seront introduit·e·s aux modèles classiques de marche aléatoire, de diffusion et de percolation, ainsi qu'aux dynamiques d'opinion, d'épidémie et de synchronisation. Une attention particulière sera accordée à l'impact de la topologie du réseau sur ces dynamiques et à l'utilisation de méthodes analytiques et numériques pour les étudier. Les travaux pratiques mettront l'accent sur la simulation de ces processus à l'aide d'outils de programmation (Python/NetworkX) et sur l'interprétation des résultats en lien avec des applications concrètes en sciences naturelles et sociales.

Sujets traités :

- Des graphes aux réseaux complexes : abstraction, matrice d'adjacence, degré, distances, coefficient de clustering, centralités ; ce qui distingue un réseau réel d'un graphe aléatoire.
- Modèles de réseaux : Erdős–Rényi, petit monde de Watts–Strogatz, attachement préférentiel de Barabási–Albert ; hétérogénéité, lois de puissance et propriété sans échelle.
- Processus dynamiques sur réseaux : formalisme de l'équation maîtresse, projection déterministe, approximation de champ moyen et ses limites.
- Transitions de phase et phénomènes critiques : paramètres d'ordre et de contrôle, brisure de symétrie, modèle d'Ising, exposants critiques et universalité.
- Percolation, robustesse et résilience : composante géante, critère de Molloy–Reed, pannes aléatoires contre attaques ciblées, défaillances en cascade.
- Propagation épidémique sur réseaux : modèles compartimentaux SI/SIS/SIR, seuil épidémique, théorie de champ moyen par degré, stratégies d'immunisation.
- Synchronisation : modèle de Kuramoto, paramètre d'ordre, couplage critique et rôle des hubs comme stimulateurs.

- Dynamique d’opinion et décision collective : essaimage (Vicsek), modèles à seuil et contagions simples contre complexes, consensus leader–suiveur et laplacien de graphe.

Planning du cours et des quiz

Début des cours : lundi 14 septembre 2026

Fin des cours : vendredi 18 décembre 2026

Semaine	Date	Quiz
1	Mardi 15.09.2026	
2	Mardi 22.09.2026	
3	Mardi 29.09.2026	
4	Mardi 06.10.2026	
5	Mardi 13.10.2026	Quiz #1 (matière : jusqu’à la fin de la semaine 4)
6	Mardi 20.10.2026	
7	Mardi 27.10.2026	
8	Mardi 03.11.2026	Quiz #2 (matière : semaines 5 à 7)
9	Mardi 10.11.2026	
10	Mardi 17.11.2026	
11	Mardi 24.11.2026	Quiz #3 (matière : semaines 8 à 10)
12	Mardi 01.12.2026	
13	Mardi 08.12.2026	
14	Mardi 15.12.2026	Quiz #4 (matière : semaines 11 à 13)

Session d’examens : du lundi 25 janvier au vendredi 12 février 2027.

Évaluations & Notation

- Travaux pratiques (TP ; 15 %) : évaluation continue des séances de travaux pratiques ;
- Quiz (25 %) : quatre quiz de 20 minutes organisés pendant les cours. Cette note est calculée sur la base des 3 meilleurs résultats sur 4 ;
- Examen écrit (60 %) ;
- Total : 100 %

Intégrité académique

Les étudiants sont tenus de connaître et de respecter la politique suivante en matière d’intégrité académique à l’Université de Genève [\[ici\]](#).