

Modèles Aléatoires et Statistiques pour l'Epidémiologie

Epidémiologie Mathématique - Motivations

- Maladies infectieuses transmissibles - ex: grippe, MST, *etc.*
- **Complexité:** facteurs biologiques, socio-économiques, démographiques, *etc.*
- **Acquisition progressive de données**
- **Politique de Santé Publique:** compréhension de la dynamique de propagation, influence de certains facteurs, prédiction
- **Vaccination - Prévention - Fabrication de médicaments**
- **Cas endémiques** - ex: épidémie du VIH
- Les approches déterministes sont **inadaptées aux données épidémiologiques**

Epidémiologie Mathématique - Objectifs

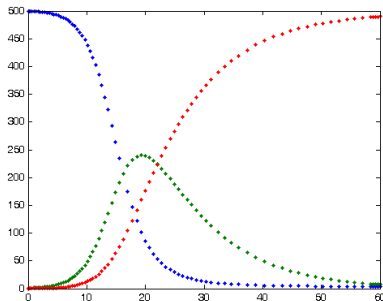
- Etat de l'art - modélisation stochastique de la propagation
- Concepts clefs: nombre de reproduction, asymptotique grande population, *etc.*
- Approches statistiques pour les données épidémiologiques
- Problèmes ouverts en épidémiologie

Epidémiologie Mathématique - Principaux Sujets

- **Modèles à compartiments:** SIR, SEIR, SIS, *etc.*



- **Etude probabiliste:** Début de l'épidémie, explosion/extinction, durée, nombre total d'infectés,...



Epidémiologie Mathématique - Principaux Sujets

- **Simulation:** approches usuelles, échantillonnage d'importance, événements rares
- **Inférence statistique:** Maximum de vraisemblance, données incomplètes, approche bayésienne, algorithme EM - Monte Carlo
- **Backcalculations**
- **Lien avec les modèles déterministes**

- Stéphan Cléménçon (Telecom Paristech)
 - ▶ Contact: `clemenco@telecom-paristech.fr`
 - ▶ Positions: Paris 7, Stanford, Paris 10, INRA, Telecom
 - ▶ Spécialités: processus markoviens, bootstrap, statistical learning

- Viet-chi Tran (Université Lille 1)
 - ▶ Contact: `chi.tran@math.univ-lille1.fr`
 - ▶ Positions: Ensaе, Paris 10, ENS Ulm, Lille 1
 - ▶ Spécialités: Processus à sauts, EDP stochastiques, écologie mathématique

- **Applications:** étude de la propagation du VIH à Cuba
Projet ACI-NIM "Modélisation épidémiologique"

Sommaire

- **Lecture 1:** 13/02/08
Introduction à l'épidémiologie mathématique
Prérequis probabilistes
Processus de comptage marqué
- **Lecture 2:** 14/03/08
Le modèle de Red-Frost
Le modèle SIR standard
Dynamique et Simulation
- **Lecture 3:** 28/03/08
Etude Probabiliste du modèle SIR
Début de l'épidémie - Processus de Branchements
Nombre de Reproduction

Course contents

- **Lecture 4:** 04/04/08
Asymptotique Grande Population: LGN et TLC
Lien avec les modèles déterministes
- **Lecture 5:** 11/04/08
Statistique paramétrique
Données incomplètes
Approche bayésienne
Événements rares - "Importance Sampling"
- **Lecture 6:** 18/04/08
Extensions du modèle SIR
Processus avec démographie
Cas endémiques
Point sur les Projets

Documentation

- Livres:

- ▶ Epidemic Models (1995) - Cambridge University Press
édité par D. Mollison
- ▶ Stochastic Processes in Epidemiology (2000) - World Scientific
par V. Mode & C. Sleeman
- ▶ Stochastic Epidemic Models and Their Statistical Analysis (2000) -
Springer
par H. Andersson & T. Britton

- Logiciels/Web:

- ▶ <http://www.ma.hw.ac.uk/epi/index.html>
- ▶ The R Project for Statistical Computing

<http://cran.r-project.org/src/contrib/Descriptions/RLadyBug.html>

<http://cran.r-project.org/src/contrib/Descriptions/stochasticGEM.htm>

<http://www.ma.hw.ac.uk/epi/index.html>

Validation = Projet (Rapport + Exposé)

Date: Mai 2008

Exemples:

- Structure de réseaux - hétérogénéité
- Quasi-stationnarité de l'épidémie
- Graphes Aléatoires
- Contrôle par Contact-Tracing
- Impact de la Vaccination
- *etc.*

Lecture 1