



# Modèles aléatoires pour le traitement du signal et les télécommunications

Laurence Marsalle

► **To cite this version:**

Laurence Marsalle. Modèles aléatoires pour le traitement du signal et les télécommunications. Journées MAS et Journée en l'honneur de Jacques Neveu, Aug 2010, Talence, France. <inria-00496722>

**HAL Id: inria-00496722**

**<https://hal.inria.fr/inria-00496722>**

Submitted on 1 Jul 2010

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Journées MAS 2010, Bordeaux

## Modèles aléatoires pour le traitement du signal et les télécommunications

Session organisée par **Laurence Marsalle**

Les mathématiques ont toujours tenu une place importante dans le traitement du signal, et à l'heure actuelle l'explosion des systèmes de télécommunication a augmenté la demande d'outils mathématiques susceptibles d'accompagner ce développement. Les probabilités et la statistique ont une place significative parmi ces outils, et le but de cette session est d'en présenter quelques uns (processus  $\alpha$ -stables, géométrie stochastique, ...). En particulier, l'objectif est tout autant d'exposer des résultats mathématiques concernant les modèles issus du traitement du signal ou des télécommunications, que les problématiques qui ont motivé le choix de ces modèles.

### *Références :*

- [1] *New Perspectives in Stochastic Geometry* (2009) Eds Wilfrid S. Kendall and Ilya Molchanov, Oxford University Press.
- [2] *Signal Processing with  $\alpha$ -Stable Distributions and Applications* (1995) Chryssomos L. Nikias and Min Shao, Wiley, New-York.

### *Adresse de l'organisateur :*

Laurence MARSALLE  
Laboratoire Paul Painlevé  
Université Lille 1  
UFR de Mathématiques - Bât. M2  
59 655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France  
E-mail : [Laurence.Marsalle@univ-lille1.fr](mailto:Laurence.Marsalle@univ-lille1.fr)  
<<http://math.univ-lille1.fr/~marsalle/>>

Session : Modèles aléatoires pour le traitement du signal et les télécommunications

Session : Modèles aléatoires pour le traitement du signal et les télécommunications

## **Quelques approches statistiques récemment apparues dans les systèmes de télécommunication.**

par **François Roueff**

Nous présenterons quelques problèmes de modélisation aléatoire et d'inférence statistique récemment apparus autour des systèmes de télécommunication. Les approches statistiques ont connu un développement considérable à tous les niveaux de ces systèmes et nous en donnerons une vision forcément restreinte.

Au niveau de la couche physique c'est avec l'avènement des réseaux mobiles que les approches statistiques se sont le plus développées au cours de la dernière décennie. On peut citer : le calcul de la capacité d'un canal de communication, l'estimation aveugle ou non des caractéristiques d'un canal et/ou d'une source émettrice cyclo-stationnaire, la détection de signal pour l'occupation optimale de la bande passante en radio cognitive. Nous expliquerons brièvement comment ces questions sont reliées à l'analyse spectrale, aux problèmes inverses en présence de bruit additif, à la séparation de source ou encore aux techniques d'approximations pour les grandes matrices aléatoires.

Au niveau de la couche réseaux, plutôt que de dresser un panorama, nous nous intéresserons à l'émergence de nouveaux modèles pour le trafic Internet, née d'observations empiriques datant d'environ une décennie qui ont remis en cause les modèles usuels des réseaux de téléphonie. Cette découverte a en effet apporté un éclairage nouveau sur le phénomène de la longue dépendance déjà largement étudié en hydrologie et en économétrie. Le point que nous développerons plus particulièrement concerne l'apport de modèles non-linéaires, de type file d'attente, générant de la longue dépendance ainsi que les estimateurs semi-paramétriques du paramètre de mémoire longue basés sur l'analyse en ondelette.

*Adresse :*

François ROUEFF

TELECOM ParisTech

46, rue Barrault

75634 Paris Cedex 13, France

E-mail : [roueff@telecom-paristech.fr](mailto:roueff@telecom-paristech.fr)

<http://perso.telecom-paristech.fr/~roueff/>

Session : Modèles aléatoires pour le traitement du signal et les télécommunications

## **Processus $\alpha$ -stables et communications numériques.**

par Nourddine Azzaoui et **Laurent Clavier**

Les systèmes de communication vivent une importante évolution : interconnexion d'un grand nombre d'objets, augmentation des débits... Il est alors essentiel que les solutions technologiques puissent anticiper cette évolution. Nous proposons d'utiliser des modèles à même de représenter des environnements que les modèles classiques en télécommunications (et essentiellement le modèle gaussien) ne sont pas à même de représenter. L'approche utilisée repose sur les processus  $\alpha$ -stables. Nous l'illustrons dans deux exemples différents : la modélisation du canal radio et la modélisation d'interférences.

Les distributions alpha-stables sont une riche classe de distributions qui incluent les distributions de Gauss, de Cauchy et de Lévy. Elle permettent des distributions asymétriques et des queues lourdes. Si, généralement, nous n'avons pas d'expression analytique de la densité de probabilité, ces distributions présentent des propriétés intéressantes pour nos applications (stabilité, théorème de la limite centrale généralisée).

Canal de propagation : basée pendant longtemps sur des statistiques d'ordre 2, les nouvelles contraintes de transmission (bande ultra large, EHF) rendent inexacts les hypothèses habituelles de stationnarité. D'autres approches sont nécessaires et les processus  $\alpha$ -stable permettent une représentation précise du médium de propagation.

Interférence : De nombreux papiers ont montré que l'interférence dans les réseaux présente un caractère impulsif et peut être modélisée par des processus  $\alpha$ -stables. La capacité du canal et l'efficacité des traitements au niveau du récepteur sont alors différentes des références habituelles représentées par des modèles gaussiens.

Nous illustrerons dans cet exposé différents contextes où les processus  $\alpha$ -stables apportent des solutions pertinentes aux problèmes de modélisation dans les systèmes de télécommunication. Nous montrerons quelles améliorations ces modèles peuvent apporter et quelles problématiques ils génèrent.

*Adresses :*

Journées MAS 2010, Bordeaux

Nourddine AZZAOUI  
Laboratoire LM2S  
Institut Charles Delaunay  
UTT - BP 2060  
10010 TROYES Cedex, France  
E-mail : [nourddine.azzaoui@utt.fr](mailto:nourddine.azzaoui@utt.fr)  
<<http://www.azzaoui.free.fr/>>

Laurent CLAVIER  
IEMN UMR CNRS 8520, IRCICA - FR CNRS 3024  
Parc Scientifique de la Haute Borne  
50, avenue Halley  
B.P. 70478  
59658 Villeneuve d'Ascq cedex, France  
E-mail : [laurent.clavier@iemn.univ-lille1.fr](mailto:laurent.clavier@iemn.univ-lille1.fr)  
<<http://www.telecom-lille1.eu/people/clavier/>>

Session : Modèles aléatoires pour le traitement du signal et les télécommunications

Session : Modèles aléatoires pour le traitement du signal et les télécommunications

## **Estimation de la mesure spectrale d'une loi à queue régulière dans un cône convexe**

par Youri Davydov, **Shuyan Liu** et Radu Stoica

Les lois stables sont les seules limites non triviales des sommes normalisées de variables aléatoires i.i.d. La propriété de variation régulière est étroitement liée à la caractérisation des domaines d'attraction des lois stables. Ces concepts ont un sens dans tous les cônes convexes, c'est-à-dire dans un semigroupe où l'addition des éléments et la multiplication par des nombres réels positifs sont bien définies. Cet exposé commence par la présentation des définitions de base et des propriétés concernant les lois à queue régulière dans un cône général. Nous présentons ensuite une méthode d'estimation des paramètres de ces lois qui sont caractérisées par l'exposant de queue et la mesure spectrale. L'accent principal est placé sur l'estimation de la mesure spectrale. La consistance et la normalité asymptotique des estimateurs sont établies.

### *Adresses :*

Youri DAVYDOV  
Laboratoire Paul Painlevé  
Université Lille 1  
UFR de Mathématiques - Bât. M2  
59 655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France  
E-mail : [Youri.Davydov@math.univ-lille1.fr](mailto:Youri.Davydov@math.univ-lille1.fr)  
<<http://math.univ-lille1.fr/~davydov/>>

Shuyan LIU  
Institut de Statistique, UCL  
Voie du Roman Pays, 20  
B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique  
E-mail : [shuyan.liu@uclouvain.be](mailto:shuyan.liu@uclouvain.be)  
<<http://www.stat.ucl.ac.be/ISpersonnel/liu>>

Journées MAS 2010, Bordeaux

Radu STOICA

Laboratoire Paul Painlevé

Université Lille 1

UFR de Mathématiques - Bât. M2

59 655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France

E-mail : [Radu.Stoica@math.univ-lille1.fr](mailto:Radu.Stoica@math.univ-lille1.fr)

<http://math.univ-lille1.fr/~stoica/>

Session : Modèles aléatoires pour le traitement du signal et les télécommunications

Session : Modèles aléatoires pour le traitement du signal et les télécommunications

## **La géométrie stochastique appliquée à l'estimation des caractéristiques géométriques des réseaux d'accès de télécommunication**

par **Catherine Gloaguen**

Un grand réseau est le reflet du territoire sur lequel il est déployé. La variété et le très grand nombre des éléments qui le composent en rendent très lourde toute description exhaustive. La modélisation stochastique des caractéristiques spatiales du réseau est une manière de décrire avec peu de paramètres l'irrégularité constatée de sa structure spatiale. Dans le cas particulier du réseau d'accès fixe, la morphologie de la voirie sur laquelle sont localisés les nœuds et les connexions physiques est structurante.

La géométrie stochastique permet la construction d'un réseau aléatoire dont les caractéristiques géométriques sont statistiquement équivalentes à celle du réseau réel. L'influence structurante de la voirie sous-jacente est explicitement prise en compte par le choix d'un modèle aléatoire approprié. En supposant les éléments du réseau eux-mêmes répartis aléatoirement par rapport au système de voirie, il est possible de proposer des formules analytiques paramétriques pour les distributions de longueur des divers types de connexions point à point.

Cette approche permet de découpler explicitement le support géographique du réseau de son architecture et est applicable à des situations très variées, tant géographiques que techniques. Sa capacité d'analyse rapide de grands réseaux complexes la rend apte à décrire des situations de rupture et à pallier l'absence de données. Le modèle peut aider à dégager rapidement des grands principes d'architecture et des paramètres globaux qui seront les données d'entrée d'études d'optimisation locale plus fines.

*Adresse :*

Catherine GLOAGUEN

Orange Labs

38-40 rue du Général Leclerc

92794 Issy-Moulineaux Cedex9, France

E-mail : [catherine.gloaguen@orange-ftgroup.com](mailto:catherine.gloaguen@orange-ftgroup.com)