

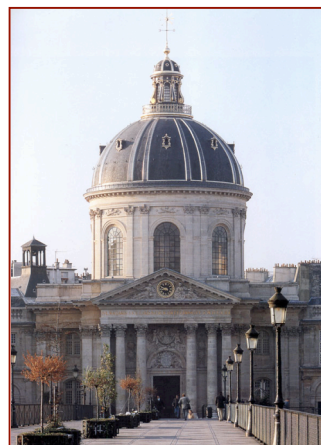
**Conférence débat de l'Académie des sciences et de l'Académie des Technologies**

**À L'HEURE DES GRANDS RÉSEAUX**

**Mardi 29 mars 2011 de 14h30 à 17h30**

**Organisatrice : Odile MACCHI**

*Membre de l'Académie des sciences*



**Académie  
des sciences**

**Grande salle  
des séances**

**Palais de  
l'Institut de  
France**

**23, quai de  
Conti  
75006 Paris**

**14 h 30 Introduction :**

**Catherine BRÉCHIGNAC**, *Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences*,

**Bruno REVELLIN-FALCOZ**, *Président de l'Académie des Technologies*,

**Odile MACCHI**, *Membre de l'Académie des sciences*

**14 h 45 Réseaux de Communication Radio, Internet de Proximité et Géométrie Stochastique**

**François BACCELLI**, *Membre de l'Académie des sciences, Directeur de recherche, INRIA*

**15h 15 Discussion**

**15 h 25 Les réseaux organisationnels d'entreprise**

**Yves CASEAU**, *Membre de l'Académie des Technologies, Directeur Général Adjoint de Bouygues-Télécom*

**15 h 55 Discussion**

**16 h 05 Réseaux sociaux, l'exemple des vélos partagés**

**Patrick FLANDRIN**, *Membre de l'Académie des sciences, Directeur de recherche CNRS, Ecole Normale Supérieure de Lyon*

**16 h 35 Discussion**

**16 h 45 Vers des réseaux électriques plus 'smart'**

**Yves BAMBERGER**, *Membre de l'Académie des Technologies, Conseiller du Président d'EDF*

**17 h 15 Discussion et conclusions**

**17 h 30 Fin**

# RÉSUMÉS

## Conférence débat

*À l'heure des grands réseaux*

**Mardi 29 mars 2011**

---

### *Introduction*

**Odile MACCHI**, *Directeur de recherche émérite CNRS,*

*Laboratoire des Signaux et Systèmes, Gif-sur-Yvette*

En ce début de 21-ème siècle, il devient évident que l'avenir de l'humanité passe par une meilleure concertation entre les divers acteurs responsables du bien-être et du développement de la société et du monde. Que ce soit pour le partage ou la diffusion d'informations au niveau mondial ou dans l'entreprise, que ce soit pour la gestion et le partage de ressources de toute nature, on assiste ainsi à une explosion de grands réseaux, avec des interactions complexes entre les sous parties du réseau. Afin d'illustrer la complexité de ces nouvelles problématiques, nous avons choisi de détailler dans cette réunion quatre exemples qui touchent la vie de tous les jours dans notre monde occidental.

L'homme de la rue expérimente au plus près la gestion complexe de deux de ces réseaux :

- le réseau mondial Internet mobile qui peut le connecter à des milliards d'autres personnes allant et venant dans le monde entier, et à des services et des objets de nature hétérogène ;
- les réseaux partagés de vélos qui se développent de plus en plus afin de diminuer la pollution liée aux transports dans les grandes villes.

Deux autres réseaux, quoique tout aussi importants pour la vie de tous les jours, peuvent sembler plus lointains à l'homme de la rue, car gérés au niveau des grandes entreprises et même des États :

- les réseaux d'interaction entre personnes au sein de l'entreprise qui déterminent en grande partie l'efficacité de la communication hiérarchique et par là le résultat de l'entreprise ;
- les réseaux de puissance électrique dont la gestion interconnectée assure stabilité et sécurité d'approvisionnement à l'échelle continentale, et qui doivent s'adapter aux évolutions technologiques requises par la nouvelle exigence de durabilité.

Pour ces quatre réseaux concrets, comme pour les autres grands réseaux modernes, les nouveaux défis scientifiques proviennent de la masse, de la dimensionnalité et de l'hétérogénéité des données, ainsi que de la nature multidisciplinaire des problèmes posés. On doit faire coopérer des approches issues de disciplines scientifiques différentes pour modéliser et traiter les mêmes objets. Sur chacun des quatre exemples choisis, la conférence-débat montrera l'importance des avancées théoriques, et comment peuvent se conjuguer harmonieusement pour le contrôle du réseau des méthodologies théoriques issues de la géométrie, de l'informatique et de la statistique.

## Conférence débat

À l'heure des grands réseaux

Mardi 29 mars 2011

---

### **Réseaux de Communication Radio, Internet de Proximité et Géométrie Stochastique**

**François Baccelli**, *Directeur de recherche INRIA, ENS.*

Les prochaines générations de réseaux de communication radio devront connecter des populations très denses d'utilisateurs, équipés de téléphones / calculateurs mobiles, avec des services et objets du monde physique, eux aussi reliés au monde numérique. Pour décrire ces réseaux, on parle d'*Internet de proximité*.

Le but de cet exposé est de passer en revue les principaux défis auxquels la communauté scientifique est confrontée pour la conception et la construction de cet Internet de proximité.

Le premier défi concerne l'utilisation optimale des ressources radio dans un contexte de grande densité. Nous passerons en revue les méthodes de *théorie de l'information des réseaux* proposées pour rendre possible une telle coexistence d'un très grand nombre de liens radio.

Le second défi concerne *l'algorithmique distribuée*, nécessaire dans ce contexte de grands réseaux, pour l'accès aux ressources radio partagées, la découverte des services et des objets, l'organisation des communications.

Le troisième défi concerne les méthodes d'analyse et de conception des réseaux dans ce contexte. Nous décrirons les outils mathématiques, à *l'interface entre la géométrie stochastique et la théorie de l'information*, qui sont actuellement développés pour prendre en compte le caractère aléatoire et la dynamique de ces réseaux radio.

F. Baccelli et B. Blaszczyzyn, *Stochastic Geometry and Wireless Networks*,  
NoW Publishers, 2009.

Volume I - *Theory*, <http://hal.inria.fr/inria-00403039>

Volume II - *Applications*, <http://hal.inria.fr/inria-00403040>

IEEE Journal on Selected Areas in Communications (JSAC):

*Special Issue on Stochastic Geometry and Random Graphs for Wireless Networks*,

Vol. 27, No. 7, pp. 1283-1296, Septembre, 2009.

## Conférence débat

À l'heure des grands réseaux

Mardi 29 mars 2011

---

### **Les réseaux organisationnels d'entreprise :**

*Relier l'efficacité interne de l'entreprise à la structure de ses réseaux de communication*

**Yves Caseau**, *Directeur Général Adjoint de Bouygues Telecom*

Parmi les sujets clés de la théorie de l'organisation, se trouvent les réseaux sociaux dans l'entreprise : le graphe des contacts directs, l'hypergraphe des comités, les réseaux électroniques liés aux courriels et les outils plus récents du « Web 2.0 ». De la "Taylorisation" (décomposition et spécialisation en vue de la production), l'entreprise est aujourd'hui passée à la collaboration : les acteurs d'un même processus doivent communiquer efficacement. Cet exposé s'articule autour de trois parties : flux de communication dans l'entreprise, structure des réseaux produits par ces flux et gestion des sous-groupes de personnes, qu'ils soient émergents ou organisés.

La première partie propose une caractérisation sommaire des flux de communication avec les défis qui sont posés au management de l'entreprise, ainsi que les différents types de canaux de communication, dont les outils importés du « Web 2.0 ». Cela dépend de la gestion du temps (communiquer prend du temps). La stratégie de management s'exprime en termes d'organisation car sa structure a un effet direct sur l'efficacité de la communication hiérarchique et d'allocation de temps aux différents canaux, depuis les réunions jusqu'aux courriers électroniques.

La seconde partie porte sur la structure des réseaux sociaux de l'entreprise, les graphes qui représentent les interactions entre personnes. Cette science pluridisciplinaire (de la sociologie à la théorie des graphes, en passant par la physique théorique) a développé de nombreux outils. Le « *cluster rate* » permet d'apprécier la propension à travailler en petit groupes ; les notions de diamètre et de degré de séparation permettent d'évaluer la propagation des informations. On retrouve dans l'entreprise des lois fondamentales, telles la « structure des petits mondes » ou la « force des liens faibles », due à Mark Granovetter. Ces considérations apportent un support théorique au développement de nouvelles formes d'organisation, telle l'« Entreprise 2.0 ».

La troisième partie s'intéresse aux groupes et aux réseaux qu'ils forment, par exemple les comités de l'entreprise. Les développements théoriques autour des réseaux d'affiliation (les hypergraphes qui décrivent ces relations par groupe) permettent également d'éclairer la question de l'efficacité des réunions comme outil de communication. La dynamique de formation des groupes est également un sujet d'une grande importance pour l'entreprise, qui peut bénéficier de nombreux éclairages théoriques. Les « *power laws* » dans les distributions des degrés (dans les réseaux sociaux) sont caractéristiques de phénomènes d'apprentissage et d'auto-organisation.

### **Bibliographie :**

- Barabasi A. L. (2003). *Linked: How Everything is Connected to Everything Else and What It Means*. Plume.
- Granovetter M.S. (1973). The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, n° 78.
- March J., Simon H. (1993). *Organizations. Second edition*, Blackwell Business, Cambridge.
- Nardi, B. (2005). *Beyond Bandwidth: Dimensions of Connection in Interpersonal Communication. Journal of Computational Supported Cooperative Work*, n°14.
- Watts, D. (2003). *Six Degrees – The science of a connected age*. Norton.
- Wasserman S., Faust K. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge, University Press.

## Conférence débat

À l'heure des grands réseaux

Mardi 29 mars 2011

---

### **Réseaux sociaux, l'exemple des vélos partagés**

**Patrick Flandrin**, *Directeur de recherche CNRS, ENS de Lyon et IXXI*

Les systèmes de vélos partagés, qui sont actuellement en développement dans de nombreuses villes en France et dans le monde, offrent un exemple particulièrement intéressant de réseaux sociaux interconnectés.

Lorsqu'il est disponible, l'enregistrement (anonymisé) de la totalité des déplacements sur une période de temps longue fournit une quantité considérable d'informations dont l'analyse permet d'appréhender de façon quantitative fine la manière dont s'organisent les flux de circulation rythmant la vie d'une cité.

En se basant sur les données du système lyonnais Vélo'v (durant essentiellement ses deux premières années de fonctionnement), on montrera comment une utilisation à plusieurs échelles de temps, d'outils statistiques cyclostationnaires a permis de proposer un modèle prédictif global du nombre de locations. On illustrera ensuite l'apport d'outils de fouille de données et de classification pour la caractérisation et la visualisation de formes de régularité spatiale du réseau, avec à la clé un regroupement de comportements sociaux différenciés liés aux communautés d'usage ainsi identifiées. On donnera enfin quelques éléments des études en cours qui, en s'appuyant sur des méthodes de sélection de variables, s'attachent à relier la dynamique du réseau à des données socio-économiques, l'objectif à terme étant d'aider à une meilleure conception et une meilleure gestion de cette nouvelle modalité de transport urbain.

Cette étude se place dans le cadre d'une collaboration inter-disciplinaire *ENS de Lyon/INSA de Lyon/Univ. Lyon 2* regroupant des traiteurs de signaux (P. Abry, P. Borgnat), des physiciens (P. Jensen), des informaticiens (J.-F. Boulicaut, E. Fleury, C. Robardet, J.-B. Rouquier), des géographes (L. Merchez) et des économistes (A. Bonnafous, N. Ovtracht, C. Raux).

Elle s'appuie sur les données fournies par la Société JCDecaux en lien avec le Grand Lyon et bénéficie d'un soutien de l'*Institut Rhône-Alpin des Systèmes Complexes (IXXI)* et de l'*ENS de Lyon*.

P. Borgnat, C. Robardet, J.-B. Rouquier, E. Fleury, P. Abry, P. Flandrin, « Shared Bicycles in a City: A Signal Processing and Data Analysis Perspective », *Advances in Complex Systems*, à paraître en 2011 (pré-tirage accessible à l'adresse <http://prunel.ccsd.cnrs.fr/ensl-00490325/>).

P. Jensen, J.-B. Rouquier, N. Ovtracht, C. Robardet, « Characterizing the Speed and Paths of Shared Bicycle Use in Lyon », *Transportation Research Part D*, Vol. 15, pp. 522-524, 2010 (doi:10.1016/j.trd.2010.07.002)

## Conférence débat

À l'heure des grands réseaux

Mardi 29 mars 2011

---

### ***Vers des réseaux électriques plus 'smart'***

**Yves Bamberger**, *Conseiller du Président d'EDF*

Des prises électriques de nos maisons aux grands barrages et aux centrales nucléaires, les systèmes électriques du XX<sup>ème</sup> siècle se sont développés avec les réseaux : ils ont été largement nationaux et descendants (le courant allant des centrales vers les consommateurs via les réseaux de transport et de distribution). Les conditions de stabilité et de sûreté de ces systèmes électriques sont connues, ce qui n'empêche pas des black-out, heureusement rares, tels celui du 4 novembre 2006 où la coupure d'une ligne pour le passage d'un bateau dans le Nord de l'Allemagne avait interrompu temporairement la fourniture d'électricité à 15 millions d'européens jusqu'au Portugal. Néanmoins, permettant quotidiennement mutualisation et sécurité d'approvisionnement, les réseaux électriques continuent et continueront de tisser leur toile progressivement dans tous les pays.

En même temps ils vont se transformer :

\*au niveau des réseaux de transport avec le déploiement massif d'éoliennes en mer dans le Nord de l'Europe, de production loin des villes en Chine, qui conduisent à créer de nouvelles lignes à courant continu dans un système à courant alternatif.

\*au niveau des réseaux de distribution avec le déploiement des bornes de rechargement des véhicules hybrides et surtout des panneaux photovoltaïques ; en particulier, le déploiement massif du photovoltaïque modifie la répartition du courant, voire inverse son sens, alors que le réseau de distribution n'est ni organisé, ni sécurisé pour cela.

\*la pénétration croissante au sein du système électrique des technologies de l'information et de la communication (les "smarter grids") au niveau de la maison, de la ville et au-delà, ce qui va accroître la capacité d'intégration d'éléments nouveaux dans un système dont on attend, dans nos pays, qu'il fonctionne toujours et quelle que soit la demande, et qu'en plus, il évolue dans la logique du développement durable.

\*les dérégulations-rerégulations du système et de ses parties qui sont difficiles à concevoir et stabiliser (le tarif de rachat du photovoltaïque illustre ce point, ainsi que l'intrication entre défis technologiques, défis scientifiques, politique industrielle et maîtrise économique)

On s'efforcera de présenter quelques-uns des principaux défis liés à ces transformations qui concernent les citoyens et l'évolution durable de la société humaine.

#### ***Sites***

Celui du CIGRE, Conseil International des Grands Réseaux Electriques <http://www.cigre.org/>

Celui des opérateurs de réseaux de transport européens <https://www.entsoe.eu/>