

# Équipe Signal et Communication

1er janvier 2013 → 30 juin 2018

Visite du comité HCERES

13 février 2019



**ESIEE**  
PARIS

**UP**  
**EM**  
UNIVERSITÉ  
PARIS-EST  
MARNE-LA-VALLÉE

## **Présentation de l'équipe signal**

Bilan scientifique

Présentation des thématiques scientifiques

Analyse SWOT

Projets et perspectives

# Présentation de l'équipe (I): Effectifs

## Effectifs

- ▷ L'équipe regroupe 8 permanents et environ 5 doctorants.

# Présentation de l'équipe (I): Effectifs

## Effectifs

▷ L'équipe regroupe **8 permanents** et environ **5 doctorants**.

## Historique

Date	Ens.-cherch.	Cherch.	Doc.
janvier 2013	<b>6 (3 PR, 3 Mdc)</b>	<b>1 CR</b>	<b>5</b>
juin 2018	<b>6 (3 PR, 3 Mdc)</b>	<b>2 DR</b>	<b>5</b>

# Présentation de l'équipe (I): Effectifs

## Effectifs

- ▷ L'équipe regroupe **8 permanents** et environ **5 doctorants**.

## Historique

Date	Ens.-cherch.	Cherch.	Doc.
janvier 2013	<b>6 (3 PR, 3 Mdc)</b>	<b>1 CR</b>	<b>5</b>
juin 2018	<b>6 (3 PR, 3 Mdc)</b>	<b>2 DR</b>	<b>5</b>

## Mouvements

- ▷ [\[Arrivées\]](#) W. Hachem (DR 2017), F-X. Vialard (PR 2018)
- ▷ [\[Départ \(2016\)\]](#) J-C. Pesquet → PR Centrale-Supélec
- ▷ [\[Détachement \(depuis 2015\)\]](#)  
A. Zaidi → Huawei Math. and Algo. Science Lab.
- ▷ [\[Délégation \(2016-18\)\]](#) E. Chouzenoux → INRIA

# Présentation de l'équipe (II): Thématiques

## Méthodes mathématiques pour le signal, l'image et les données

- ▷ Thématiques
  - ▷ traitement statistique du signal,
  - ▷ traitement de l'image,
  - ▷ problèmes inverses,
  - ▷ théorie de l'information.
- ▷ Expertise en
  - ▷ probabilités, statistiques, optimisation, transport optimal.

## CNU et CNRS

- ▷ Relève des sections 61 et 26 du CNU
- ▷ Relève de la section 7 du CNRS (liens avec la section 41 du CNRS - cf. GDR MEGA)

# Présentation de l'équipe (III)

## 9 Thèses soutenues

- ▷ 4 ingénieurs,
- ▷ 4 postdoc,
- ▷ 1 associate professor.

## 2 HDR soutenue par les membres de l'équipe

- ▷ A. Zaidi (2016),
- ▷ E. Chouzenoux (2017)

## Fonctionnement de l'équipe

- ▷ Beaucoup de collégialité, peu de réunions formalisées
- ▷ Groupes de travail réguliers (autour des projets ANR)

# Présentation de l'équipe (IV)

## **Insertion dans le LIGM et au sein de l'UPEM**

- ▷ Collaboration importante avec équipe A3SI (image)
- ▷ Co-encadrement avec équipe LRT et labo LAMA (Labo. Analyse Math et Appl.)
- ▷ Implication importante dans le LABEX Bézout
- ▷ Participation à des GT UPEM

Présentation de l'équipe signal

**Bilan scientifique**

Présentation des thématiques scientifiques

Analyse SWOT

Projets et perspectives

# Production scientifique

## Publications

- ▷ Articles de journaux: 64
- ▷ Articles de conférences/workshop: 104
- ▷ Chapitres d'ouvrages: 6

## Logiciels

- ▷ [Chouzenoux] Plateformes logicielles (x2):
  - ▷ **PALMA** [à destination des chimistes, pour traiter leur données brutes issues de spectromètres RMN - données traitées en ligne et résultats envoyés par courriel]
  - ▷ **The Proximity Operator Repository** [env. 100 visites/semaines, destiné aux universitaires, étudiants, chercheurs intéressés par l'optimisation convexe et les algorithmes proximaux]

## Pas de brevets sur la période

# Formation

## Thèses/ATER/Postdocs

- ▷ 9 thèses soutenues, 4 ATER, 2 postdocs
- ▷ 5 thèses en cours [Rosuel, Tieplova, Schechtmann, Ugur, Séjourné, Golvet]

## Enseignement

- ▷ [Hachem, Najim, Loubaton] interviennent dans Master "maths-info" de l'UPEM
- ▷ [Chouzenoux, Hachem, Najim] interviennent dans des masters extérieurs (MVA, Master Datascience X)
- ▷ Ecoles d'étés: organisation (x1), participation (x3)

# Projets, contrats, interactions locales

## Contrats nationaux

- ▷ ANR (x4):
  - ▷ [Hiditsa](#) [PI Loubaton]:  
High Dimensional Time Series, 150 k€ (ENSAE, LAMA, CS, LTCI, IMS Bordeaux)
  - ▷ [Dionisos](#) [PI Loubaton]:  
High Dimensional Statistical Signal Processing 190 k€ (Eurecom, LTCI, CS, LAMA)
  - ▷ [Majic](#) [PI Chouzenoux]:  
Optimisation pour l'image 190 k€ (LIGM, CEA, CS, IFPEN)
  - ▷ [Magellan](#) [Hachem]:  
Apprentissage très grands réseaux d'antennes radioastronomie (Univ. Nice, Télécom, ENS Cachan)
- ▷ CNRS Mastodons: [Tabasco](#) [PI Chouzenoux]:  
Traitement du bruit non gaussien en spectroscopie (Univ. Paris, Strasbourg, Lille)

## Allocations recherche (PIA)

- ▷ Demi-allocation Labex Bézout
- ▷ Allocation Labex Digicosme

# Animation de la recherche

## Responsabilités locales

- ▷ [Loubaton] Direction du labex Bézout 2014-18
- ▷ [Bercher] Doyen corps professoral ESIEE 2016-20
- ▷ [Pesquet/Najim] DU adjoint 2012-16 et 2016-18
- ▷ [Chouzenoux] Chef département "Métiers du Multimédia et de l'Internet" DUT Meaux - IUT MLV

## Responsabilités nationales

- ▷ [Loubaton] Membre CoNRS (section 7) 2012-16
- ▷ [Zaidi] Membre CNU (section 61) 2015-16
- ▷ [Najim] Directeur GDR MEGA 2017-21 (env. 70 personnes)
- ▷ [Hachem] Directeur adjoint GDR ISIS 2013-18 (env. 2000 personnes)

# Animation de la recherche (suite)

## Rayonnement international

- ▷ [Pesquet] Membre du comité des programmes du GRETSI (x3)
- ▷ [Pesquet] Area Chair "European Signal Processing Conference" (x4)
- ▷ [Chouzenoux] Membre de comité technique à la IEEE SP Society
- ▷ [Chouzenoux] Membre de comité technique à EURASIP
- ▷ [Zaidi] Editeur Associé IEEE Trans. Wireless Communications (2016-18)
- ▷ [Zaidi] Editeur Associé EURASIP JWCN (2013-14)
- ▷ [Najim] Organisation Conférence "Random Matrices and Applications" (2015 - Hong Kong; 2018 - Kyoto)

## Distinctions, prix

- ▷ L'équipe compte 1 IEEE fellow (Loubaton, nommé en 2008 - Pesquet nommé en 2012 est parti en 2016)
- ▷ [Loubaton, Pesquet] Membres de l'IUF senior
- ▷ [Loubaton] Grand Prix E. Valori de l'Académie des Sciences (2018)
- ▷ [Zaidi] N# Best paper award - IEEE Transactions on Inf. Th. (2014)

Présentation de l'équipe signal

Bilan scientifique

**Présentation des thématiques scientifiques**

Analyse SWOT

Projets et perspectives

# Grandes Matrices Aléatoires: Théorie et applications

## Contribution méthodologique et applicative à la théorie des grandes matrices aléatoires

- ▷ Application au traitement de signal en grande dimension
- ▷ Fluctuations locales et globales pour le spectre de grandes matrices aléatoires
- ▷ Modèles non-hermitiens et grands systèmes en interaction

## Participants

- ▷ [Chevreuil, Hachem, Loubaton, Najim]

# Grandes matrices aléatoires: focus (I)

## Localisation par méthode sous-espace avec grand nombre de capteurs [Loubaton, Chevreuil et al.]

- ▷ Adaptation des méthodes de localisation sous-espace dans le cas où le nombre  $M$  de capteurs est grand,
- ▷ Mise en évidence des limites des approches usuelles par caractérisation de leur comportement asymptotique,
- ▷ Développement de techniques plus performantes dans le cas de sources proches.

# Grandes matrices aléatoires: focus (II)

**Modèles non-hermitiens - cf. présentation de Walid Hachem**

# Optimisation

## Minimisation en grande dimension et application au traitement d'image

- ▷ [Chouzenoux, Pesquet]

## Optimisation pour des modèles aléatoires

- ▷ [Hachem]

# Optimisation - focus: minimisation en grande dimension

## Difficultés

- ▷ Forme complexe des fonctionnelles à minimiser: fonctions non convexes, non lisses, etc.
- ▷ Très grand nombre de variables à gérer.

## Contributions méthodologiques

- ▷ Algorithmes d'optimisation majoration/minimisation - analyse de convergence - accélération par approche parallèle par blocs.
- ▷ Algorithmes d'optimisation proximaux primaux-duaux - approches distribuées.
- ▷ Résolution de problèmes inverses par approche hybride (simulation/approx bayésienne/optimisation)

## Domaines d'application

- ▷ Microscopie biologique, Imagerie médicale, spectroscopie, données sismiques, génomiques, etc.

# Théorie de l'information

- ▷ Théorie de l'information pour communication et compression de données
- ▷ Codage interactif, sécurité par la couche physique et confidentialité
- ▷ Mesures d'information généralisées

## Participants

- ▷ [Bercher, Zaidi]

Présentation de l'équipe signal

Bilan scientifique

Présentation des thématiques scientifiques

**Analyse SWOT**

Projets et perspectives

# Analyse SWOT

## Points forts

- ▷ Qualité de la production scientifique de l'équipe,
- ▷ Insertion locale (DU adjoint, direction Labex, direction département IUT),
- ▷ Excellente visibilité nationale et internationale.

## Possibilités liées au contexte

- ▷ [\[Vialard\]](#) Arrivée de F-X. Vialard (PR 61): renouveau thématique + possibilité de nouvelles interactions au sein du labex Bézout
- ▷ [\[Hachem, Bercher\]](#) Projet pédagogique de master appliqué autour du "Big Data"

# Analyse SWOT

## Points à améliorer

- ▷ Taille critique de l'équipe
- ▷ La relative individualisation des thématiques rend chaque départ problématique
- ▷ Difficulté importante à trouver des bons stagiaires et doctorants

## Risques liés au contexte

- ▷ Départ de Pesquet, délégation de Chouzenoux fragilisent la thématique "Image et optimisation"
- ▷ Détachement à 100% de Zaidi chez Huawei fragilise la thématique "Théorie de l'Information"
- ▷ Pyramide des âges difficile: 6 chercheurs confirmés et 2 jeunes chercheurs en détachement/délégation
- ▷ Réhabilitation du bâtiment Copernic déstructure temporairement la vie de labo

# Analyse SWOT: Pistes d'amélioration

- ▷ Regroupement thématique autour des matrices aléatoires (x4)
- ▷ Recrutements prévisibles de 1/2 MdC sur prochain quinquennat - projet de muscler les thématiques en place
- ▷ Taille de l'équipe: Attirer les candidats et les chercheurs CNRS
- ▷ Doctorants: enseigner dans les masters reconnus et profiter du vivier Bézout (x2)

Présentation de l'équipe signal

Bilan scientifique

Présentation des thématiques scientifiques

Analyse SWOT

**Projets et perspectives**

# Projets et perspectives

## Principaux axes scientifiques

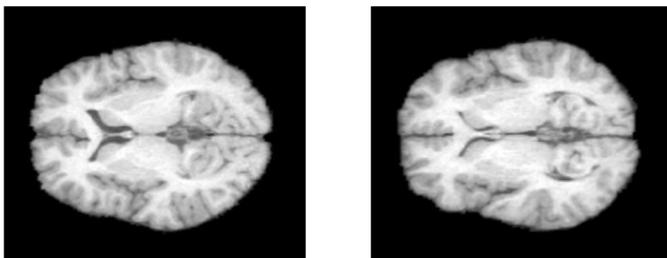
- ▷ Outils statistiques pour le traitement de données en grande dimension
- ▷ Dynamique d'algorithmes de simulation et d'optimisation en contexte stochastique
- ▷ Théorie de l'information
- ▷ Transport optimal et applications au recalage d'images

# Focus: Recalage d'image et transport optimal

[François-Xavier Vialard]

## Recalage d'images biomédicales par difféomorphismes:

- ▷ Trouver une transformation régulière et inversible.
- ▷ Impact: Étape nécessaire pour traitement de plus haut niveau, ex: statistiques sur l'imagerie cérébrale fonctionnelle.



**Figure:** Deux coupes 2D d'images 3D.

- ▷ État de l'art: méthodes classiques pre-CNN.
- ▷ Méthodes par CNN plus rapides mais sans amélioration de performance et dégradation de la régularité.

# Estimation de la régularisation et nouvelles mesures de similarité

## Verrous:

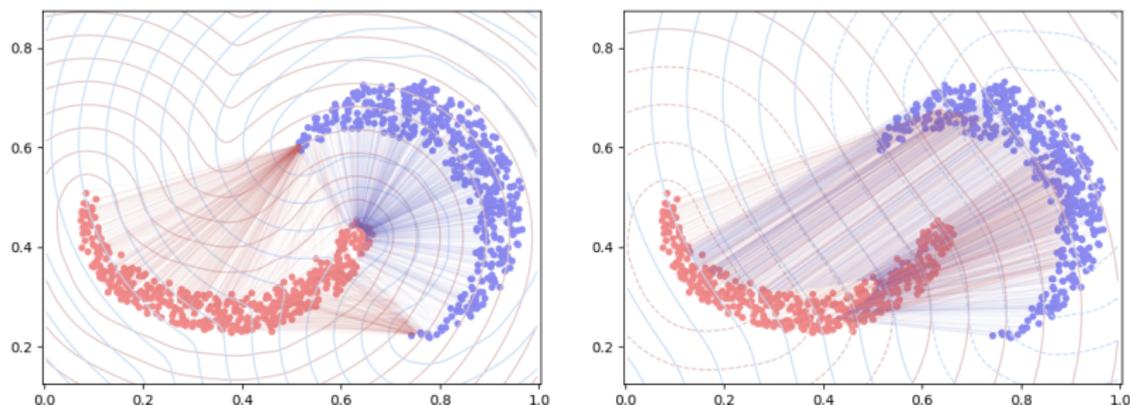
- ▷ Choix de la métrique (régularisation).
- ▷ Choix de la mesure de similarité (divergence).

## Directions de recherche:

- ▷ Estimation adaptative de la régularisation de la déformation.
- ▷ Développement de nouvelles divergences basées sur le transport optimal (TO): applications en image et apprentissage.
- ▷ Développement d'algorithmes rapides pour le calcul de ces divergences.

# Moyen terme: transport optimal, image et apprentissage.

- ▷ Flots de gradients de second-ordre.
- ▷ Transport optimal et apprentissage.
- ▷ Interactions possibles avec LAMA, géométrie en grande dimension et TO.



**Figure:** distance type Hausdorff vs distance type OT: la distance OT apparie les formes de manière globale. La distance Hausdorff est fondée sur les plus proches voisins.

**Merci pour votre attention!**