



Centre d'Analyse et de Mathématique Sociales

CAMS - UMR 8557 CNRS – EHESS

<http://cams.ehess.fr/>

Rapport établi pour le HCRES

Bilan 2012–2017 et projet à 5 ans

Version mise à jour pour la visite du comité HCERES, le 17 novembre 2017

Plan du document

- p. 1 Présentation du CAMS
- p. 4 Produits de la recherche et activités de recherche – Faits marquant
- p. 16 Organisation et vie de l'unité; analyse SWOT
- p. 17 Projet scientifique à 5 ans
 - Annexe 1, Lettre de mission : sans objet.
- p. 26 Annexe 2 : Description des locaux, équipements et plateformes technologiques
- p. 27 Annexe 3 : Organigramme fonctionnel, organisation thématique
- p. 28 Annexe 4-I : Produits de la recherche
- p. 46 Annexe 4-II : Activités de recherche, indices de reconnaissance

Présentation du CAMS

Introduction générale : historique, statut, localisation

Historique et statut.

C'est en 1958 que Georges-Théodule Guilbaud († 2008), titulaire depuis 1955 d'une direction d'études "Méthodes mathématiques dans les sciences sociales", crée un "Groupe de Mathématique Sociale et de Statistique" (GMSS) dans le cadre de la VI^e Section de l'École Pratique des Hautes Études (devenue en 1975 l'École des Hautes Études en Sciences Sociales, l'EHESS). Cette structure devient en 1967 le Centre de Mathématiques Sociales (CMS), unité mixte n°101 du CNRS et de l'EHESS. Le Centre change plusieurs fois de nom à l'occasion de l'absorption ou de la séparation de plusieurs petits groupes. Le 1^{er} janvier 1981, il devient Centre d'Analyse et de Mathématique Sociales (CAMS, noter que *Mathématique* est ici au singulier), unité mixte 8557 du CNRS et de l'EHESS, sous la direction de Marc Barbut († 2011). De 1977 à 1985 le Centre a une antenne à Marseille (avec Alain Degenne comme directeur adjoint du CAMS), et de 1988 à 1996 une tutelle supplémentaire, l'Université de Paris-Sorbonne – Paris IV (accueil sur cette période de l'équipe LALIC de Jean-Pierre Desclés). A la suite de Marc Barbut, la direction du CAMS est assurée par Pierre Rosenstiehl de 1994 à 2001 (directeur adjoint Bruno Leclerc), Henri Berestycki de 2002 à 2013 (tous trois Directeurs d'études à l'EHESS), et, depuis le 1^{er} janvier 2014, par Jean-Pierre Nadal (Directeur de recherche au CNRS et Directeur d'études cumulant à l'EHESS). Unité pluri- et trans- disciplinaire, le rattachement du CAMS au CNRS a toujours été multidisciplinaire, avec des

rattachements aux départements SHS, SPM et STIC, devenus instituts InSHS, INSMI et INS2I. Actuellement, le CAMS est rattaché à titre principal à l'InSHS, et à titre secondaire à l'INSMI et l'INS2I. Formellement, l'InSHS a associé le CAMS à la section 35 (philosophie), du fait qu'aucune commission du CNRS ne couvre la majorité des champs représentés au CAMS. Notons que les chercheurs CNRS du CAMS dépendent des sections 51 (mathématiques), 02 (physique théorique), 06 (informatique), 26 (Cerveau, cognition, comportement), 34 (sciences du langage), et de la commission interdisciplinaire CID53 (Méthodes, pratiques et communications des sciences et des techniques). Pour le Ministère de la Recherche, le CAMS est rattaché aux directions DS1, DS6 et DS7. Par sa tutelle EHESS, le CAMS est dans la COMUE Université de recherche PSL. Hébergé par l'EHESS, le CAMS est cependant en gestion globale CNRS, et dépend pour cette gestion de la DR2 (Délégation CNRS Paris B) depuis 2017 (DR1, délégation CNRS Paris A, jusqu'en 2016).

Localisation.

Localisation géographique : les locaux du CAMS se trouvent au bâtiment principal de l'EHESS à Paris, le bâtiment historique du 54 Bd. Raspail, 75006 Paris – réintégré en avril 2017 après plusieurs années passées avenue de France, Paris 13ème, durant la période des travaux de désamiantage et de rénovation (2013-2017).

Localisation sur internet : le site du CAMS est hébergé par l'EHESS. Adresse : <http://cams.ehess.fr>

Annexes.

- Description des locaux, équipements et plateformes technologiques en Annexe 2, page 26.
- Organigramme fonctionnel, organisation thématique, en Annexe 3, page 27.

Effectifs et moyens

Données du contrat en cours et Données du prochain contrat : cf. fichiers excel.

Le CAMS regroupe aujourd'hui 15 chercheurs ou enseignant-chercheurs statutaires, 2 ingénieurs de recherche, 2 administratifs, + 1 en CDD, et 3 chercheurs émérites très actifs.

Anticipant l'évolution du personnel du CAMS et la nécessité de renouveler les thématiques, Henri Berestycki avait permis l'arrivée au CAMS de Jean-Pierre Nadal (2006), Marc Chemillier (2007), Camille Roth et Marc Barthelemy (2008). L'année 2012 correspond à la fin d'une série de départs à la retraite et de disparitions, avec en particulier le départ de tous les IE et IR du CAMS. C'est en revanche, grâce au soutien des tutelles et à l'attractivité renforcée du CAMS, le début d'un nouvel essor avec une nouvelle série de recrutements. En juin 2012, David Chavalarias (à l'époque CR CNRS, maintenant DR) et Alessandro Sarti (DR CNRS) rejoignent le CAMS après la dissolution du laboratoire CREA (CNRS-Polytechnique). En 2013, avec l'ERC ReaDi, Thomas Tailpied est recruté en CDD pour la gestion de l'ERC et la communication du CAMS (et sa titularisation à l'EHESS est demandée); en 2014, Annick Vignes, économiste à l'ENPC rejoint le CAMS pour sa recherche, tandis que l'EHESS attribue au CAMS un poste d'Ingénieur de Recherche en analyse de données, sur lequel est recruté Laurent Bonnasse-Gahot. En 2015, arrivée de deux CR1 CNRS : Luca Rossi sur un poste de l'InSHS attribué à la commission de mathématiques pour un projet à l'interface Maths/SHS, et Fabienne Cazalis, recrutée via la commission interdisciplinaire CID53 sur un projet innovant sur l'autisme. De plus, Eric Mermet est recruté comme IR CNRS en système d'information géographique, avec temps partagé entre le CAMS et l'ISC-PIF. En 2016, Alan Kirman, économiste Directeur d'études émérite (mais extrêmement actif) à l'EHESS, quitte le GreQam pour le CAMS. Et enfin, en 2017, le CAMS est rejoint par Amandine Aftalion, mathématicienne (DR CNRS) et Sabine Ploux, linguiste (CR CNRS). Coté départ, on regrette celui de Camille Roth (CR CNRS, humanités digitales), qui quitte le CAMS fin 2016 pour un poste de Professeur associé à Sciences Po Paris, laboratoire Medialab. Enfin, au moment de finaliser ce rapport, c'est avec une grande tristesse que nous apprenons le décès d'Hélène Geroyannis, IR EHESS, qui continuait, depuis sa retraite en 2009, à seconder activement Rachid Ragala pour l'analyse de données géo- spatialisées.

Politique scientifique

Les chercheur(e)s, enseignant-chercheur(e)s et ingénieur(e)s du CAMS sont issus de champs disciplinaires variés (mathématiques, informatique, physique, anthropologie, économie, géographie...), et ont acquis et développent des compétences aux interfaces. Le CAMS occupe une place originale dans le paysage de la recherche en France, à l'articulation entre sciences sociales d'une part, et mathématiques, informatique, et physique théorique d'autre part. Comme centre de l'EHESS et comme unité mixte du CNRS, le CAMS porte une double ambition : celle de participer à la recherche mathématique internationale au meilleur niveau dans les domaines de compétence où il a acquis une notoriété, et celle de remplir pleinement son rôle d'innovation, de diffusion et de passage à la fois de la mathématique et de l'informatique vers les sciences sociales et, en sens inverse, de problématisation mathématique originale de questions venant des sciences sociales.

Ainsi, les thèmes de recherche du Centre concernent d'une part des sujets de mathématique fondamentale (comme les équations en dérivées partielles non linéaires et les mathématiques discrètes centrées sur la théorie

des graphes), et d'autre part la modélisation en sciences sociales, avec le développement de nouveaux modèles (combinatoires, probabilistes, dynamiques, informatiques) pour révéler les structures cachées. Les sujets couvrent un spectre très large des domaines des sciences humaines et sociales qui se prêtent à la formalisation : représentation des comportements collectifs, géographie, démographie, sciences cognitives, linguistique, économie, marchés financiers, gestion du risque, développement durable y compris jusqu'à ses dimension de choix politiques etc. Au cours des dix dernières années, le CAMS s'est davantage ouvert à la modélisation du vivant, notamment en écologie et en neurosciences. Les approches utilisées sont d'une grande variété, depuis les méthodes mathématiques rigoureuses, la physique statistique ou l'informatique théorique, jusqu'à l'approche systèmes complexes incluant la simulation "multi-agents" et l'analyse de grandes bases de données relevant de la sciences des données.

Le CAMS contribue à la formation pour et par la recherche : contributions à l'organisation d'enseignements de masters dans différentes disciplines (mathématiques, économie, neurosciences, sciences cognitives,...), de séminaires de recherche et d'enseignement de l'EHESS, des formations aux outils avancés en SIG et en analyse de grandes bases de données ou de données issues d'internet ou media sociaux ; encadrement de stagiaires, doctorants et postdoctorants, de diverses disciplines et de diverses origines géographiques.

La CAMS a également une activité de transfert technologique à travers le développement de logiciels embarquant des approches méthodologiques développées au CAMS, pour certains en collaboration avec d'autres laboratoires ou organismes, dont l'Institut des Systèmes Complexes de Paris Ile-de-France (ISC-PIF, Unité Propre de Service du CNRS), avec le quel le CAMS a un fort partenariat (voir ci-dessous). De plus, des travaux récents et de nouveaux projets (dont ceux apportés par des membres récents du CAMS) conduisent à davantage d'interactions avec le grand public, les collectivités publiques et la société civile, ainsi qu'à la création de start-ups. Notons que Amandine Aftalion, membre du CAMS depuis peu, est correspondante de l'Agence pour les mathématiques en interaction avec l'entreprise et la société (AMIES, <http://www.agence-maths-entreprises.fr/>).

Les travaux en mathématiques fondamentales du CAMS contribuent notablement à sa réputation au niveau international, et lui permettent d'être un acteur reconnu au sein de PSL à coté des autres laboratoires de mathématiques (le CAMS est partenaire d'un programme "PSL Maths"). L'obtention d'une ERC par Henri Berestycki a permis l'accueil d'un nombre important de jeunes chercheurs recrutés au niveau national et international, consolidant l'attractivité du Centre. Ceci contribue à attirer de jeunes brillants mathématiciens vers des thématiques fondamentales motivées par des problématiques issues des sciences sociales.

L'attractivité du CAMS dépasse largement le seul domaine des mathématiques, grâce au positionnement trans-disciplinaire et la qualité des travaux menés au CAMS. Ceci est clairement un facteur important dans le renouveau du Centre qui émerge de l'arrivée de nouveaux membres au cours de ces dernières années, après une période surtout marquée par des départs d'anciens. Ce renouveau est aussi le fruit du fort soutien de nos tutelles, l'EHESS et le CNRS.

Notons, pour conclure, que le CAMS se positionne très bien par rapport aux priorités de politique scientifique de l'InSHS telles qu'elles ont été rappelées en mars 2017 : *internationalisation des disciplines, pluri- et inter-disciplinarité*, soutien aux *humanités numériques* (au CAMS, version 'dure', humanités digitales), *évolution vers davantage de quantification, modélisation, simulation et formalisation*.

Addendum : Le CAMS et l'**Institut des Systèmes Complexes de Paris Ile-de-France (ISC-PIF)**.

Entre 2012 et 2017, le CAMS a été un acteur important du développement des recherches sur les systèmes complexes au niveau national et international, via notamment sa contribution au développement de l'Institut des Systèmes Complexes de Paris Île-de-France (aujourd'hui UPS 3611 du CNRS). Interface entre les disciplines, mais également entre les organismes de recherche et d'enseignement supérieur, l'Institut des Systèmes Complexes de Paris Île-de-France (<http://iscpif.fr>) est un lieu inter-institutionnel pour le développement d'une recherche innovante sur les systèmes complexes. Il catalyse depuis 2005 l'émergence de pratiques communes et inter-disciplinaires facilitant l'accès a des compétences, des espaces de travail et des moyens de recherche mutualisés. L'ISC-PIF a été un GIS entre 2005 et 2013, puis est devenu une Unité Propre de Service du CNRS en 2014 (UPS3611). Dirigé par David Chavalarias depuis 2013 (chercheur au CAMS également depuis cette époque), le CAMS a été un acteur indispensable dans la mutation de l'ISC-PIF en unité CNRS. Le GIS ISC-PIF a été pendant un an, en 2013, adossé au CAMS pour sa gestion. Le CAMS a ainsi accueilli le GIS ISC-PIF et son personnel – Laurence Gareaux (IE), Marie-Laure Doyard (CDD), Marlène Etienne (CDD) – le temps que se mette en place la structure d'UPS. Pendant cette période, le CAMS assurait donc la responsabilité de la gestion des crédits de l'ISC-PIF, qui étaient d'autant plus importants que l'ISC-PIF était également porteur d'un Domaine d'Intérêt Majeur de la Région Île-de-France (>1M€/an). La responsabilité du CAMS s'est étendue en amont et très en aval de l'année 2013, les temps de transfert des crédits associés à divers contrats pouvant être longs. Ce rapprochement entre les deux structures a renforcé les coopérations déjà très fructueuses qu'elles entretenaient. L'ISC-PIF a hébergé plusieurs post-doc et stagiaires du CAMS (cf. plus loin) et plusieurs projets du CAMS ont été (ou sont) réalisés en collaboration avec l'ISC-PIF en mobilisant ses infrastructures.

Produits de la recherche et activités de recherche

Données chiffrées (fichier excel)

Produits et activités de recherche : voir Annexe 4, page 28

FAITS MARQUANTS

Le CAMS, unité de taille modeste, n'est pas structuré en équipe. Cependant on peut catégoriser les activités en plusieurs thèmes et sous thèmes, comme indiqué sur l'organigramme fonctionnel. Si certains sont clairement pilotés par l'un des membres du CAMS, d'autres n'ont pas à proprement parler de 'responsable'. Un même chercheur peut contribuer à plusieurs thèmes, et un même sujet peut en fait être abordé de manières très différentes dans différents thèmes. Les activités du CAMS sont regroupées sous deux grandes catégories, correspondant à la double ambition de sa politique scientifique : recherche mathématique au meilleur niveau international d'une part, et innovation à l'interface SHS/ sciences mathématiques et informatique d'autre part. Ainsi, la partie **A** ci-dessous porte sur les outils fondamentaux de modélisation et d'analyse, et la partie **B** sur les travaux d'analyse et de modélisation en sciences sociales et du vivant. Le lecteur moins averti dans les disciplines formelles est encouragé à commencer par la partie **B**.

A – Outils mathématiques de modélisation et d'analyse

Analyse et équations aux dérivées partielles

(Henri Berestycki ; Luca Rossi, Jean-Michel Roquejoffre ; ERC)

L'activité autour des équations aux dérivées partielles est introduite au CAMS par Henri Berestycki lorsqu'il rejoint le Centre en 2002. Alors que jusque là seules les mathématiques discrètes étaient représentées, cet apport majeur permet au CAMS de se positionner au plus haut niveau international à la fois sur le continu et le discret. Symbole de cette évolution, alors que l'ancien logo du CAMS était associé aux mathématiques discrètes, le nouveau logo que s'est choisi le CAMS en 2013 symbolise la complémentarité du discret et du continu, tant dans la modélisation en sciences, notamment sociales, que dans leur présence dans la recherche faite au CAMS.

Lauréat d'un advanced grant de l'ERC sur le projet "ReaDi" (Reaction-Diffusion equations and propagation phenomena), Henri Berestycki, assisté de Jean-Michel Roquejoffre (Univ. Toulouse 3, et au CAMS en 2016-2017), a pu développer au sein du CAMS un groupe de recherche sur la thématique des équations aux dérivées partielles non linéaires qui interviennent dans ce domaine. Ce projet qui court sur les périodes 2013–2018, recouvre largement la période concernée par ce rapport d'activité. Par ailleurs, le CAMS a eu le plaisir d'accueillir comme nouveau membre Luca Rossi, recruté en 2015 sur un poste CR1 mis en section de mathématiques (51) par l'InSHS pour des projets à l'interface mathématiques/SHS. Luca Rossi a rejoint le groupe ReaDi. Les activités qui sont rapportées ici sont celles des membres de l'équipe ReaDi au CAMS qui inclue des chercheurs permanents, post-doctoraux et des doctorants (certains hébergés à l'université de Toulouse 3). Les recherches de ce groupe relèvent à la fois du thème équations aux dérivées partielles non linéaires et du thème modélisation en écologie et biologie. Le groupe a également développé des applications à des modèles en économie. La partie de modélisation en écologie et biologie est présentée dans la section **B**.

• Propagation en milieu hétérogène.

Dans le domaine des équations de réaction-diffusion, de nombreux travaux ont été consacrés au cours des dernières années à l'étude de la dynamique dans les milieux non homogènes. Les questions mathématiques qui se posent dans ce contexte soulèvent des difficultés importantes par rapport au cas homogène, l'une des raisons principales étant que l'analyse de la propagation des fronts ne se ramène pas à des équations différentielles ordinaires. En fait, la notion même de *front* doit être modifiée pour tenir compte de la nature non homogène du problème.

Pour donner un cadre général, les équations de réaction-diffusion considérées s'écrivent sous la forme :

$$\partial_t u + Au = f(x, u), \quad t > 0, x \in \mathbb{R}^N,$$

la fonction $u(t, x)$ pouvant désigner une densité de population sujette à des déplacements (décrits par l'opérateur de diffusion A) et des processus de naissance-mort (décrits par le terme de réaction $f(x, u)$). Un terme des réaction très utilisé est la non-linéarité logistique $f(x, u) = \mu(x)u - u^2$, où la fonction $\mu(x)$ décrit si le milieu est,

ou non, favorable. On observe alors une invasion de l'état instable 0, c'est à dire que la solution, à l'intérieur de chaque surface bornée, passe au-dessus d'une constante strictement positive. L'enjeu est alors de comprendre à quelle vitesse. Si la situation est bien comprise quand le milieu est homogène (lorsque $f(x, u) = f(u)$) ou périodique (c'est à dire quand $f(x, u)$ est périodique en x), des phénomènes nouveaux apparaissent hors de ce cadre, et les problèmes ouverts abondent. C'est spécialement vrai quand la diffusion A est non conventionnelle, comme par exemple un opérateur intégral, ou bien fait interagir entre eux des ensembles de codimensions différentes.

Un outil spécialement adapté est la notion de valeur propre principale généralisée d'un opérateur elliptique. Cette notion, introduite et développée par H. Berestycki et L. Rossi au début des années 2010 à la suite des travaux antérieurs de H. Berestycki, L. Nirenberg et S. Varadhan dans le cas borné, a connu d'importants progrès récents (H. Berestycki, L. Rossi, *Comm. Pure Appl. Math.* 2015). Cet article décrit notamment en détail les liens avec le principe du maximum, ainsi que diverses propriétés qui se révèlent assez subtiles de ces notions. L'extension de la théorie aux opérateurs intégraux nécessite de nouveaux développements mathématiques et a été réalisée par Berestycki, Coville et Vo (*J. Functional Analysis* 2016), et a donné lieu à des applications nouvelles et d'une précision inattendue : le critère de persistance optimal s'exprime complètement en fonction de la valeur propre généralisée de l'opérateur linéarisé en 0.

D'importants progrès ont été réalisés dans la compréhension des asymptotiques précisées pour les équations non locales. Quand l'opérateur A est la convolution avec un noyau lentement décroissant, il est connu que des phénomènes de propagation sur-linéaires peuvent apparaître, en particulier quand A est le Laplacien fractionnaire (Cabré, Roquejoffre 2009). Une classe de modèles non locaux a été comprise par Fang et Faye (*Math. Meth. Models Appl. Sci.*, 2016), où ils démontrent des accélérations exponentielles pour des noyaux à décroissance algébrique.

La théorie des fronts de transition, due en particulier à Berestycki et Hamel, est un aspect important de la description de la propagation des fronts en milieu hétérogène. On mentionne ici un travail de Berestycki, Bouhours et Chapuisat (*Calc. Var. and PDEs*, 2016), qui construisent des fronts de transition dans des situations où l'hétérogénéité provient de la géométrie du domaine. Ce type de question est motivé par la modélisation de la propagation des dépressions corticales dans le cerveau, et une question centrale est la propagation ou le blocage des ondes. Berestycki, Bouhours et Chapuisat obtiennent une description assez complète du phénomène en géométrie cylindrique, en montrant que des passages étroits conduisent au blocage alors que l'inclusion d'un cylindre droit suffisamment large entraîne la propagation. On mentionne aussi un travail de Nadin et Rossi (*Anal. PDE*, 2015), qui présente de façon exhaustive un inventaire des fronts de transition pour des équations de type Fisher-KPP inhomogènes en temps, et un travail de Hamel et Rossi (*Trans. Amer. Math. Soc.* 2016) qui classifie, à un remarquable niveau de précision, les fronts de transition des équations de Fisher-KPP unidimensionnelles homogènes. Les problèmes non homogènes en espace présentent des difficultés de nature différente et, au delà du cadre compact (domaine cylindrique ou périodique), les résultats dont on dispose à cette date sont seulement partiels. Néanmoins, dans le cas de dépendance quasi-périodique, G. Nadin et L. Rossi (*Arch. Ration. Mech. Anal.* 2017) montrent que des fronts de transition existent si et seulement si leur vitesse moyenne dépasse un seuil explicite, en généralisant ainsi les résultats connus dans le cas périodique.

La compréhension des modèles de type Fisher-KPP avec compétition non locale, importants en écologie, a également connu des avancées remarquables. Une dynamique très riche a été découverte par Holzer et Faye (*J. Diff. Eq.* 2016), en développant une analyse de bifurcation nouvelle dans ce contexte. Ce résultat était, au moins à ce niveau de précision, inattendu.

Mathématiques discrètes

(Patrice Ossona de Mendez ; Pierre Rosenstiehl)

Les mathématiques discrètes représentent un thème historique du CAMS. Notons que Claude Berge, co-créateur dans les années 50 de la théorie des graphes au sens moderne, rejoint le CAMS en 1980, jusqu'à sa disparition en 2002. L'activité sur la théorie des graphes, la combinatoire, et la théorie du choix social représenta longtemps la plus forte activité en mathématiques au CAMS. Aujourd'hui, cette thématique, centrée sur la mathématique des graphes, est portée par Patrice Ossona de Mendez, internationalement reconnu pour ses travaux sur les graphes épars.

J. Nešetřil et P. Ossona de Mendez ont construit un cadre cohérent pour l'étude des classes de graphes peu denses, qu'ils ont présenté dans une monographie primée. Une communauté d'une soixantaine de chercheurs à travers le monde s'est formée autours des concepts et outils introduits dans ces travaux, notamment à Prague, Brno, Aachen, Berlin, Bergen et Warwick, et plusieurs thèses ont été soutenues sur ces thèmes. Les retombées ont été riches et diverses, que ce soit dans les champs traditionnels de la théorie des graphes, dans des aspects algorithmiques (séquentiels ou distribués), ou dans des champs plus éloignés tels que la dimension des ordre partiels, les problèmes de satisfaction de contraintes exprimables en logique du premier ordre, la représentation de catégories, ou l'existence d'une limite totalement Borel pour une séquence structurellement convergente (cf

infra). Cette approche a également montré son intérêt dans l'étude des réseaux complexes, que ce soit d'un point de vue théorique ou expérimental.

L'étude des grands réseaux et de leur évolution mène naturellement à considérer les problèmes de la description, de l'approximation, de la convergence et de l'étude asymptotique de grands graphes. En particulier, les problèmes de convergence et de représentation de la limite d'une séquence de graphes ont inspiré de nombreux travaux (Lovász–Szegedy, Benjamini–Schramm). J. Nešetřil et P. Ossona de Mendez ont proposé un cadre unifié pour l'étude des limites de structures. Ce cadre dévoile une connexion inattendue entre la théorie des graphes, la théorie des modèles et l'analyse fonctionnelle. Un objet analytique limite, le *modeling*, généralisant les notions de graphes Borel et de graphing, a été proposé. J. Nešetřil et P. Ossona de Mendez ont démontré qu'une classe de graphe \mathcal{C} fermée par sous-graphe a la propriété que toute suite convergente de graphes dans \mathcal{C} admet un *modeling* pour limite si, et seulement, si la classe \mathcal{C} est nulle-part dense, créant un nouveau lien avec la théorie des structures éparses évoqué plus haut.

P. Ossona de Mendez et P. Rosenstiehl sont Rédacteurs en Chef de la revue *European Journal of Combinatorics* (Elsevier). Notons que durant cette période, le nombre de soumissions a doublé, passant de 250 à 500 par an environ.

B – Analyse et modélisation en sciences sociales et du vivant

Systèmes complexes : Humanités digitales

(David Chavalarias ; Camille Roth – jusqu'en sept 2016 – ; activités liées à l'ISC-PIF)

Cette thématique s'intéresse principalement aux systèmes sociaux de construction de savoirs, notamment communautés scientifiques et espaces publics numériques. Elle repose le plus souvent sur l'analyse de données massives, issues de l'internet ou autres media. Elle propose aussi le développement de logiciels ou plate-formes, valorisés comme outils innovants mis à la disposition de la communauté par l'ISC-PIF, unité propre de service du CNRS. Avec cette activité en humanités digitales, le CAMS relève le défi du développement d'analyses combinant le qualitatif et le quantitatif, un enjeu théorique et pratique au cœur du développement de la science des données en sciences sociales.

D'un point de vue théorique, les travaux menés au CAMS ont pour objectif de contribuer à l'étude de la dynamique des graphes et de la cognition sociale. À cet égard, l'étude des phénomènes co-évolutifs entre interactions sociales et distribution du contenu occupe une part importante de la thématique, afin de comprendre conjointement la topologie des réseaux sociaux sous-jacents et la configuration des informations au sein de ces systèmes. Les phénomènes tels que la morphogenèse des réseaux sociaux de collaboration, de citation, d'interaction, la forme et l'évolution des communautés socio-sémantiques qui composent ces systèmes, de même que la propagation des contenus et des sujets d'intérêt en leur sein, font ainsi l'objet d'une attention toute particulière.

• *Communautés en ligne.*

Les communautés de l'Internet fournissent un terrain d'étude très fertile qui permet en outre de contribuer aux humanités *du* numérique, c'est-à-dire la sociologie des nouveaux usages liés à ces systèmes socio-techniques. Le CAMS a ainsi hébergé deux projets collaboratifs financés par l'ANR et portés par C. Roth au cours de la période, *Algopol* (2012-15) puis *Algodiv* (2016-19, auquel participe aussi D. Chavalarias), visant à étudier la morphogenèse des espaces d'expression du web (blogs, médias en ligne, micro-blogs), les phénomènes de diffusion qui y existent, l'influence des divers algorithmes de classement et de recommandation sur la formation des interactions et le partage et l'adoption des contenus, notamment leur effet sur la diversité informationnelle et sociale. Le projet *Algopol* a mené à la création d'une demi-douzaine de logiciels ou plateformes, dont une application pour la collecte de données qualifiées sur les pratiques des utilisateurs de Facebook qui a connu un vif succès, avec près de 16 000 participants, une couverture médiatique importante et le premier Prix de la recherche de Futurs en Seine (2015). D. Cardon et C. Roth ont par ailleurs développé un modèle topologique des communautés thématiques de blogueurs qui, de manière originale par rapport aux modèles strictement structurels ou lexicographiques, prend en compte conjointement des liens de références reçus (liés à l'autorité des acteurs) et donnés (liés à leur activité). À un niveau plus micro, la thèse de S. Lérique (2013-17) sous la co-direction de J.-P. Nadal et C. Roth fournit une tentative d'opérationnalisation originale de l'épidémiologie culturelle proposée par Sperber (1996) en démontrant l'existence de biais cognitifs dans la reformulation des énoncés sur Internet et la propagation du contenu.

Dans le cadre du projet *Algodiv* et de l'ISC-PIF, a également été développée la première plate-forme d'observation en temps-réel des communautés politiques sur Twitter, mise à disposition du public pendant la campagne présidentielle de 2017 : le *Politoscope* (<http://politoscope.org>). Plusieurs articles ont déjà été écrits par David Chavalarias et ses collaborateurs (en cours de soumission) à partir des données du *Politoscope*, qui ont également été mises à disposition de la communauté scientifique via des API (<http://api.iscpif.fr>). Ce dispositif a fait l'objet d'une collaboration avec *Universciences* (exposé à la Cité des Sciences et de l'Industrie

dans l'exposition TERRA DATA, avr 2017 - janv. 2018) et de plus d'une quarantaine d'articles de presse, dont une mention dans la section Technology du New York Times.

- *Dynamiques scientifiques.*

La science est l'une des activités culturelles aux productions les mieux structurées. C'est aussi l'un des premiers domaines d'activité à avoir vu sa production presque intégralement numérisée. Elle constitue un objet d'étude unique pour l'analyse et la compréhension des dynamiques culturelles (motifs d'innovations, dynamiques collectives, morphogenèse des réseaux socio-sémantiques, processus de différenciation, etc.) à partir de traces numériques. Elle est un objet d'étude privilégié des recherches au CAMS qui ont contribué au développement de plusieurs domaines.

Informatique. De nouvelles méthodes de reconstruction des *réseaux sémantiques dynamiques* ont été proposées qui sont aussi de nouvelles manières de faire du clustering dans les grands graphes sémantiques : la reconstruction des phylomémies (Chavalarias & Cointet 2013). Elle ouvrent de nouvelles possibilités dans le domaine de la *recherche d'information*. Ces recherches se sont accompagnées de nouvelles approches dans le domaine de la *visualisation d'information*, qui permettent d'interagir avec les structures dynamiques de la science. Ces recherches ont de nombreuses applications dans le domaine de la veille technologique, les bibliothèques numériques ou de la gestion de la recherche et ont fait l'objet de plusieurs projets et contrats de valorisation. Elles ont été présentées entre autres dans l' *Atlas of Forecasts : Predicting and Broadcasting Science, Technology, and Innovation* (Ed. Katy Börner, MIT Press) et la visualisation de phylomémies a été sélectionnée par l'exposition internationale *Places & Spaces* (<http://scimaps.org>) comme l'une des dix meilleures visualisations pour l'année 2014.

Sciences Humaines et Sociales. Les travaux menés au CAMS par David Chavalarias ont pour ambition d'amener les reconstructions phénoménologiques de l'évolution des sciences à un niveau où elles pourront servir de test, au sens de Popper, aux théories avancées en histoire et philosophie des sciences. D'un côté, ils traduisent en modèle des théories existantes en philosophie et histoire des sciences de manière à formuler des prédictions vérifiables. Ainsi, des approches informatiques et multi-agents ont été déployées pour modéliser les dynamiques de publication autour du *jeu Nobel* (Chavalarias 2016 Scientometrics) tandis que des approches utilisant de la fouille de données ont été utilisées pour qualifier les pratiques de publication à l'échelle d'un domaine de recherche (Chavalarias 2016, JAMA). de l'autre côté, ces travaux reconstruisent l'évolution des sciences à partir des données dans le but de formuler des descriptions quantitatives et qualitatives de cette évolution. Ces recherches apportent un point de vue complémentaire à celui de l'histoire des sciences traditionnelle, qui est souvent celle des "Grands Hommes", en proposant une histoire des sciences quantitative écrite à partir de la multitude des contributions de la communauté scientifique. Ces recherches commencent à être reconnues au sein de la communauté de philosophie et d'histoire des sciences (ex. : participation au 6ème congrès de la Société de Philosophie des Sciences, Lausanne 2016, orateur invité au symposium *Visualization as a historiographic tool* du *25th International Congress of History of Science and Technology* à Rio) et plusieurs collaborations avec des philosophes et historiens des sciences sont engagées ; dont une avec l'IHPST au sein de l'ANR EPIQUE portée par le LIP6/UPMC (David Chavalarias pilote de WP en tant qu'ISC-PIF).

Interface science/citoyens. Ces recherches ont fait l'objet de valorisation à travers différentes plate-formes contribuant à faire le pont entre la communauté scientifique et les citoyens (ex. le projet de Tweetoscope Climatique exposé à la Cité des Sciences et de l'Industrie en octobre 2015 - <http://tweetoscope.iscpif.fr>).

- *Morphogenèse des réseaux sociaux.*

Les travaux effectués au sein de cette thématique permettent plus largement de contribuer à l'étude des réseaux sociaux, voire des réseaux, en toute généralité. T. Menezes et C. Roth (2014) ont ainsi pu développer une méthode de régression symbolique des lois gouvernant l'évolution d'un réseau à partir de la donnée d'un graphe empirique, permettant de découvrir automatiquement des règles vraisemblables de construction du réseau, de complexité arbitraire mais contrôlée (ce travail a donné lieu à un logiciel open-source "synthetic"). En outre, F. Gargiulo, T. Menezes et C. Roth ont contribué à l'analyse des réseaux de parenté à l'aide de corpus numérisés de généalogies collectées par les anthropologues partenaires de l'ANR SIMPA (SIMulation de la PARENTé, projet coordonné localement par Camille Roth jusqu'en 2013) en interrogeant notamment la vraisemblance de certains motifs matrimoniaux : sont-ils révélateurs d'une organisation sociale sous-jacente, plutôt que d'être de simples produits du hasard ou des artefacts dus au biais de l'enquête ? Le projet a contribué à la littérature anthropologique en développant des modèles soit statistiques (multinomiaux), soit simulateurs (agent-centrés), soit encore évolutionnaires (algorithmes génétiques). Enfin, les travaux effectués au sein du projet européen QLectives (FET-ICT, 2009-13) autour de la modélisation des phénomènes de réputation dans les systèmes socio-techniques, porté par Nigel Gilbert (Surrey) et coordonné au CAMS par C. Roth, ont permis de trouver des résultats originaux sur les liens entre qualité et forme des réseaux de citation sous-jacents, qu'il s'agisse du web (C.-C. Chen et C. Roth sur le référencement sur Wikipedia) ou des communautés scientifiques (J. Wu, S. Lozano, et C. Roth sur le référencement des articles).

Systèmes complexes : Modélisation

(Marc Barthélémy, Henri Berestycki, Daniel Gabay, Alan Kirman, Jean-Pierre Nadal, Annick Vignes ; IR Laurent Bonnasse-Gahot)

Cette thématique a été introduite et développée au CAMS à partir de 2005, à l'instigation d'Henri Berestycki alors directeur du CAMS. Elle concerne l'analyse et la modélisation de systèmes socio-économiques, en combinant des outils empruntés à différentes disciplines, et en s'appuyant sur des données empiriques. Un sujet de recherche devenu majeur au CAMS concerne l'analyse du milieu urbain - structure, dynamiques de croissance, dynamiques sociales -, un autre thème important étant l'organisation des marchés (marché du logement, marché du travail, marchés agro-alimentaires) : dans les deux cas, l'accent est mis sur les comportements collectifs et sur le passage de l'individuel au collectif.

- *Ségrégation sociale et marché du logement* (A. Kirman, A. Vignes, JP Nadal)

Les travaux présentés ici développent deux thèmes principaux. Un premier thème est celui de la ségrégation sociale mesurée dans un espace urbain : il s'agit d'analyser la répartition des individus dans l'espace, compte tenu de différentes contraintes (les individus sont de couleurs ou de revenus différents et leurs préférences sont hétérogènes). Un deuxième thème concerne l'intégration des académiques noirs dans le système universitaire sud-africain. J-P Nadal et A. Vignes avec Laetitia Gauvin (doctorante puis post-doctorante en physique à l'ENS) ont modélisé un mécanisme d'échanges (acquisition d'un logement par des individus qui peuvent être tour à tour vendeurs et acheteurs) décentralisé sur un marché du logement où les acquéreurs ont des niveaux de revenu différents et où chacun veut vivre avec plus riche que soi. Une hypothèse cruciale est que la préférence des agents pour une localisation donnée dépend à la fois de caractéristiques intrinsèques au bien mais aussi des caractéristiques extrinsèques, qui varient selon la population du voisinage. La distribution stationnaire des revenus à travers l'espace est analysée mathématiquement et numériquement (simulation basée-agents). Nous montrons que pour qu'il y ait ségrégation socio-spatiale, il faut que l'influence sociale soit suffisamment élevée et même dans ce cas, certaines zones de diversité sociale perdurent. Ce résultat important diffère de celui de Clark (1991) ou Schelling (1973), notre population étant discriminée par les revenus (variable continue) et non pas de façon binaire. Quand on compare les résultats avec le comportement des données parisiennes (source : base B.I.E.N. des notaires), on voit que les prix parisiens reproduisent les tendances générales du modèle, entre zones ségréguées (riches) et zones de diversité sociale. Une extension de cette première approche est en cours, qui modélise le marché du logement à travers un processus d'enchères (Pangallo, Nadal, Vignes, 2016).

S'appuyant sur les résultats de Schelling et mobilisant la notion d'homophilie, l'article Kirman et Sethi (2016) poursuit l'analyse de Sethi et Somanathan (2004, 2009) et Kirman et Vinkovic (2006). Un résultat important est qu'un système où les gens se logent en fonction de leurs préférences pour la couleur de leurs voisins peut s'auto-organiser vers une situation de ségrégation complète même si les habitants préféreraient vivre dans une zone mixte. Dans le cadre d'un projet financé par le gouvernement sud-africain, A. Kirman analyse les mécanismes qui gouvernent le recrutement des enseignants-chercheurs. La tendance à l'homophilie dans ce processus influe à la fois les recruteurs et les candidats. La perception que ces derniers ont du milieu qu'ils vivent joue un rôle très important. Même avec une politique qui favorise le recrutement des jeunes docteurs noirs, le processus qui peut mener vers une distribution raciale qui reflète la distribution dans la population sud-africaine sera très lent.

- *Une approche systèmes complexes des marchés*

Un partenariat de longue date avec France Agrimer permet à Annick Vignes d'étudier le fonctionnement des marchés au poisson français. Analyser ces marchés, sur lesquels se vend un produit périssable et sans signaux de qualité, permet de mesurer l'influence des interactions sociales sur le fonctionnement et la formation des prix. (Mignot et Vignes 2016) mettent en évidence, à travers un modèle basé-agent, qu'une stratégie qui consiste à alterner entre deux modes de vente (enchères et bilatéral) peut être optimale pour les agents. Mignot, Vignes et Saba (2017) montrent que la structure du réseau social diffère selon le mécanisme de vente. si les déterminants (prix et quantité) reflètent les contraintes économiques des agents sur le marché d'enchères, il semble que sur le marché de gré à gré, le résultat des échanges dépende de déterminants économiques et non économiques. Enfin, en se fondant sur une adaptation des études sur les écosystèmes mutualistes menées par exemple sur les réseaux de plantes et pollinisateurs, Hernandez, Vignes et Saba (2017) montrent en quoi un marché d'enchères est plus robuste aux attaques.

- *Marché du travail et discriminations*
amélioration.

Annick Vignes en collaboration avec Fathi Fakhfakh et Jihene Ghrairi s'interrogent sur le taux de chômage particulièrement élevé chez les moins de 25 ans (Fakhfakh, Vignes, Ghrairi 2016). Ils soulignent l'influence des caractéristiques individuelles et sociales sur les modes de recherche d'emploi des jeunes en France, dans la lignée des travaux de Kramarz et al (2013, 2014). Ce travail met en évidence le rôle prépondérant des institutions (Pôle Emploi, écoles...) dans les quartiers défavorisés, là où les gens bénéficient peu de réseaux, sociaux ou

professionnels. L'inégalité dans les salaires et les carrières des hommes et des femmes peut aussi être vue comme un dysfonctionnement du marché du travail. Annick Vignes dirige un projet de recherche en partenariat avec le Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer sur l'inégalité salariale et de carrières au sein de ce ministère. Ce projet interdisciplinaire comporte une dimension Big data car comportant une très forte hétérogénéité (6 ans de fiches de salaires pour 75000 employés ainsi que les récapitulatifs individuels de carrière). Il bénéficie du soutien de L'IRIS-PSL « Governance analytics ». Il cherche à repérer les déterminants sociaux des choix individuels, par une analyse économétrique mais aussi une approche type "machine learning".

- *QuantUrb* (M. Barthelemy)

Marc Barthelemy, a mi-temps au CAMS et au CEA, a monté un groupe de travail, 'QuantUrb', sur l'analyse quantitative du développement urbain. Les résultats essentiels obtenus ces dernières années concernent les réseaux spatiaux d'une part, et les systèmes urbains d'autre part.

(1) Caractérisation des réseaux spatiaux. M. Barthelemy et H. Berestycki, en collaboration avec P. Bordin (géographe, COGIT) et M. Gribaudi (historien, CRH, EHESS) ont caractérisé les réseaux spatiaux évoluant dans le temps (M. Barthelemy, P. Bordin, H. Berestycki, M. Gribaudi, 2013). En particulier ils ont étudié l'évolution du réseau des routes et ont mis en évidence des différences quantitatives entre un système évoluant de manière 'organique' et un système ayant subi une opération urbaine de grande envergure (Paris sous Haussmann).

(2) Caractérisation empirique de la structure des villes. Les nouvelles données (GPS, RFID, téléphones mobiles, réseaux sociaux, etc.) fournissent de nouvelles données dont on peut extraire de nombreuses informations. En particulier, M. Barthelemy et collaborateurs ont montré que ces données contiennent de précieux renseignements sur la structure spatiale des villes et la mobilité. Ainsi le schéma habituel de la ville monocentrique est remis en cause par l'analyse quantitative qui montre clairement que plus une ville est grande et plus les mouvements résidence-bureau sont 'désordonnés' et ne présentent pas de structure spatiale claire.

(3) Modèle physique de la structure des villes. Un modèle de formation des villes a été proposé, permettant de comprendre l'émergence de structures polycentriques. Ce modèle s'inspire d'études précédentes en économie et les revisite dans un esprit de physique statistique. Nous avons pu alors montrer que les villes subissent toutes une transition vers une organisation polycentrique. Cette organisation permet en outre de comprendre comment certaines quantités (énergie dépensée par personne, longueur totale du réseau routier, etc.) varient avec la population. Une autre étude a porté sur la distribution de la distance de commuting pour trois pays (Etats-Unis, Royaume uni, Danemark) et démontrant que l'hypothèse habituelle en économie de la stratégie optimale ne permet pas de comprendre les données empiriques. Un modèle a alors été proposé, ne reposant pas sur cette hypothèse et qui permet –sans paramètre ajustable– de reproduire les observations empiriques.

- *Propagation des émeutes* (L Bonnasse-Gahot, H Berestycki, JP Nadal)

Une collaboration initiée dès 2005 avec le sociologue Sebastian Roché (PACTE, Grenoble) a permis d'accéder à des sources exceptionnelles sur les émeutes urbaines de 2005 en France : l'ensemble des fiches de police donnant les faits rapportés par la police, jour par jour, dans toutes les communes de France sous sa juridiction (les communes rurales dépendant de la gendarmerie). Un contrat ANR avait permis de financer la constitution d'une base de données à partir de ces fiches, travail fastidieux et qui s'est révélé compliqué, piloté par M. Gordon (LIG, Grenoble). Dans le cadre d'une collaboration élargie, l'analyse et la modélisation de ces données a été menée par L. Bonnasse-Gahot (Bonnasse-Gahot et al, 2017). Il est apparu qu'on peut rendre compte de manière précise de la propagation des émeutes par un modèle épidémiologique et influence non-locale discrète. Avec peu de paramètres, le modèle reproduit la dynamique journalière commune par commune sur les trois semaines des émeutes. Mathématiquement, cette propagation correspond à celle d'une vague, prédite par une version continue en espace et en temps du modèle. Le modèle permet une visualisation remarquable de cette vague dans les banlieues autour de Paris (vidéos disponibles). Comme chacun sait, ces émeutes ont eu lieu dans des quartiers défavorisés. En fait, un paramètre essentiel dans le modèle est une quantité calibrée sur la taille de ces populations défavorisées. Enfin, l'analyse met en évidence la propagation par proximité : malgré la disponibilité de l'information de manière quasi-instantanée via les medias, la réaction aux événements dépend fortement de facteurs de proximité. Motivés par cette problématique de propagation des émeutes, des travaux mathématiques ont été développés au CAMS, avec une modélisation par EDPs (Berestycki, Nadal & Rodriguez 2015 ; Berestycki & Rodriguez 2015).

Ethnologie et Musique

(Marc Chemillier)

Au CAMS, Marc Chemillier (DE EHESS) conduit depuis plusieurs années un programme scientifique très original à l'interface informatique/musique en interaction avec des musiciens de jazz et de répertoires traditionnels (Madagascar). Cette activité, en collaboration avec l'IRCAM, va jusqu'à la production de concerts d'improvisation publics, faisant dialoguer le musicien et la machine. Elle renoue avec une pratique ancienne au CAMS, le développement d'interactions entre art, informatique et mathématiques : Claude Berge fut co-fondateur de

l'Oulipo (dont Pierre Rosenstiehl, directeur d'études émérite, est également membre), et l'équipe de Mathématiques et d'Automatique musicales (EMAMu) dirigée par Iannis Xenakis fut accueillie au CAMS en 1966.

Au cours de la période 2012-2017, les projets menés par Marc Chemillier et les doctorants travaillant sous sa direction dans la thématique de la modélisation musicale et de son approche anthropologique ont concerné principalement le développement du logiciel d'improvisation Djazz, variante du logiciel ImproteK créé au CAMS en 2009 et développé par Marc Chemillier en collaboration avec Jérôme Nika à l'IRCAM. La principale caractéristique de Djazz est l'exploration de paramétrages et de dispositifs ergonomiques liés à son utilisation pour des musiques jouées dans un contexte social spécifique (jam session de jazz, rituel de musique traditionnelle). Cette orientation nécessite une approche pluridisciplinaire articulant recherche informatique et sciences sociales, approche caractéristique du CAMS. Sur le plan anthropologique, Djazz met en œuvre une idée de simulation prolongeant le principe anthropologique de l'observation participante, c'est-à-dire le fait pour un chercheur de s'immerger dans son contexte d'étude en prenant part lui-même à certaines pratiques qu'il étudie. Il s'agit pour Djazz d'être capable de s'intégrer dans un orchestre comme le fait un musicien jouant d'un instrument. Sur le plan informatique, Djazz utilise des technologies de suivi de tempo (logiciel Antescofo de l'IRCAM) et des algorithmes de pattern matching pour recontextualiser dans une nouvelle exécution musicale des fragments prélevés dans des séquences jouées antérieurement.

Cette thématique se rattache à la problématique générale du spectacle vivant qui tend aujourd'hui de plus en plus à intégrer certains artefacts (programmes d'ordinateur, robotique collaborative) qui modifient les relations de l'artiste et du public et bouleversent les schémas perceptifs et émotionnels du spectateur. Pour étudier ces phénomènes in situ, nous avons initié plusieurs collaborations avec des artistes musiciens comme le jazzman Bernard Lubat et le guitariste virtuose de Madagascar CK Zana-Rotsy afin de pouvoir observer les réactions du public face à l'intrusion de l'ordinateur dans le jeu musical (relation musique-corps, virtuosité et aspects spectaculaires des modes de jeu, souplesse de la mise en place rythmique). Le point fort de cette thématique est la création par Marc Chemillier fin 2015 d'une structure associative appelée "Improvisation musicale et technologie" titulaire d'une licence de spectacle, destinée à produire des spectacles musicaux utilisant Djazz pour constituer le terrain des études ultérieures où se dérouleront les futures enquêtes.

Neurosciences et Cognition

(Alessandro Sarti, Fabienne Cazalis, Jean-Pierre Nadal, Jean Petitot ; IR Laurent Bonnasse-Gahot)
Ce thème porte sur les modèles mathématiques et computationnels de la perception, entre neurophysiologie, phénoménologie et signification. Il conduit à aborder des thématiques fondamentales en modélisation mathématique et computationnelle en neurosciences, mais aussi plus généralement en sciences du vivant, sur la morphogenèse. Il exploite des compétences bien représentées au CAMS en EDPs, théorie de l'information, apprentissage (machine learning), sciences cognitives, ainsi qu'en épistémologie des modèles. Les Axes présentés ci-dessous concernent la perception abordée par une approche géométrique des aires visuelles primaires (Axes A et B), avec un point de vue d'inférence statistique (Axe C), et l'Axe D, porte sur la morphogenèse. Les axes A, B et D sont pilotés par Alessandro Sarti (notamment dans une collaboration avec l'Université de Bologne), l'axe C par Jean-Pierre Nadal. Enfin, Fabienne Cazalis, récemment arrivée au Cams, a lancé un programme ambitieux sur l'autisme, qui est présenté dans la partie sur le Projet à 5 ans.

• *Axe A – Neuromathématiques de la perception visuelle.*

Cette thématique, développe plusieurs modèles mathématiques du cortex visuel primaire et propose des modèles géométriques de son architecture fonctionnelle, à savoir de l'organisation de ses connexions neurales. Un ouvrage, G. Citti & A. Sarti, Springer 2014, donne un panorama des approches contemporaines de ce sujet.

A1) Modèles spatio-temporelles des architectures fonctionnelles.

On s'intéresse à l'organisation spatio-temporelle du cortex visuel primaire. Si dans la situation statique, la connectivité entre les cellules simples manifeste une structure de symétrie héritée du groupe $E(2)$ des déplacements du plan (Citti & Sarti 2006, Sarti, Citti, Petitot 2008), dans le cas dynamique la connectivité entre les cellules neuronales ayant des profils récepteurs non-séparables (sensibles au mouvement) montre la symétrie du groupe Galiléen, confirmant le rapport très fort entre la perception de l'espace-temps physique et les architectures fonctionnelles. La recherche a porté sur la morphologie spatio-temporelle des profils récepteurs à partir des données neurophysiologiques (G. Cocci, D. Barbieri, A. Sarti, 2014), et sur la structure de groupe de Lie de la connectivité neurale et la métrique associée architecture fonctionnelle spatio-temporelle du cortex visuel, (D. Barbieri, G. Citti, G. Cocci, A. Sarti, 2014).

A2) Sur la nature classique/quantique des processus cérébraux.

La théorie de la géométrie fonctionnelle du cortex visuel, Citti & Sarti 2006, considère la connectivité horizontale entre les cellules simples comme l'implémentation neurale de l'algèbre du groupe $E(2)$ des déplacements du plan. Puisque l'algèbre est non-commutative on trouve la possibilité théorique qu'un principe d'incertitude à la Heisenberg - mais propre au groupe $E(2)$ - soit implémenté à grande échelle dans les réseaux neuronaux.

Une prédiction est que les morphologies des profils récepteurs des cellules simples doivent être optimales par rapport au principe d'incertitude d' $E(2)$, c'est-à-dire être des états cohérents de la représentation réductible du groupe. On a alors mené une étude sur la représentation irréductible du groupe $E(2)$, et cherché à comparer les prédictions avec la morphologie des cartes d'orientations, les "pinwheels". On a ainsi montré que les états cohérents de la représentation irréductible d' $E(2)$ correspondent à la distribution topographique des cellules simples. Le modèle théorique prévoit une densité de points singuliers égale à π , ce qui est en bon accord avec la densité de pinwheels mesurée expérimentalement. Ce travail introduit de manière originale et inattendue un aspect quantique dans les processus neuronaux. Collaboration avec G. Sanguinetti, Univ. de la Republica, Uruguay, et G. Citti, Università di Bologna ([D. Barbieri](#), G. Citti, G. Sanguinetti, [A. Sarti](#), 2012).

A3) Théories de Gauge et couplage d'aires corticales

Si l'approche neurogéométrique ([Petitot-Tondut 97](#), [Citti-A. Sarti 06](#), [A. Sarti-Citti-Petitot 08](#)) permet de modéliser la connectivité horizontale entre cellules de la même typologie (cellules simples, complexes, binoculaires etc.), un problème théorique ouvert concerne le couplage entre types de cellules différentes. A. Sarti a abordé ce problème en terme de théorie de champs, en regardant deux types de cellules connectées comme une particule et un champ en interaction mutuelle. La formalisation conduit à un Lagrangien dont le premier terme modélise l'action des cellules du corps géniculé latéral (LGN), le deuxième représente les cellules simples du cortex visuel primaire, et le troisième constitue l'interaction entre les deux. A. Sarti, avec G. Citti, a démontré que le Lagrangien est invariant par des transformations de Gauge et est donc indépendant du système de coordonnées. On en déduit le système de deux équations d'Euler-Lagrange qui modélise l'activité couplée des 2 types cellulaires. Une application est la simulation numérique du processus de formation du triangle de Kanizsa résultant du couplage entre le LGN et le cortex visuel primaire ([G. Citti & A. Sarti 2015](#)).

- *Axe B – Perception des formes et morphologie du sens*

Cet axe porte sur le rapport entre les principes de constitution des formes et la modélisation en neurosciences et psychologie cognitives, notamment sur la question de la constitution des unités perceptuelles.

B1) Constitution des unités perceptives.

Dans des précédents travaux [Sarti & Citti \(2011\)](#) avaient modélisé les unités perceptives comme vecteurs propres de la matrice d'affinité (de corrélation) entre les noyaux de connectivités neuronales excités par le stimulus visuel. Ce processus correspond formellement à la technique de machine learning appelée Kernel Principal Component Analysis (KPCA). Si cette approche tient compte de la neurogéométrie, elle laisse de côté la dynamique neuronale. La recherche s'est donc focalisée sur l'intégration des deux aspects, neurogéométrie et dynamique, en considérant l'équation de champs moyen de Bressloff-Cowan qui modélise l'activité moyenne de populations neuronales, où le terme de connectivité horizontale a été remplacé par les noyaux calculés à partir de la structure neurogéométrique. On démontre alors que les solutions stables de l'équation sont équivalentes au KPCA du stimulus, dont les noyaux neurogéométriques représentent les kernels. Ce résultat contribue à unifier des approches différentes en neurosciences théoriques, machine learning et phénoménologie de la perception. ([Sarti & Citti, J. Comp. Neurosc. 2015](#)).

B2) Sémiotique du visuel.

La perception est évidemment à la base de tout processus de sémiose primaire chez l'homme. Les unités de base de la sémiotique du visuel sont appelées formèmes. Les sémioticiens du Groupe μ de Liege ont utilisé des stimuli visuels spécifiques pour les déterminer. Par exemple le fond paradoxal est un stimulus visuel uniforme mais spatialement limité par un cadre qui est à la base de la constitution des premiers formèmes du plastique. Il est structuré avec 3 formèmes qui caractérisent les tensions entre centre/périphérie, haut/bas, droit/gauche. L'hypothèse générale est que les formèmes sont des structures d'oppositions qui décrivent des tensions dans le stimulus visuel. A. Sarti a appliqué la technique de KPCA neurogéométrique (B1) aux stimuli proposés par le Groupe μ . Le résultat de l'analyse KPCA appliquée au fond paradoxal est une série de vecteurs propres qui caractérisent notamment les oppositions cherchées, c'est à dire les premiers formèmes de la sémiotique du plastique. Collaboration avec D. Piotrowski (LIAS, CNRS-EHESS) ([Sarti, Piotrowski 2015](#)). Ensuite on a observé que les formèmes peuvent être vus comme les générateurs d'un espace sémantique continu. Cet espace peut devenir catégorisant s'il est équipé par des dynamiques catastrophiques (au sens de Thom-Petitot). Ceci a été explicité pour l'exemple le plus simple de la catastrophe de fonce, qui est à la base de la dynamique du signe qui avait été étudiée par Piotrowski (publication comme chapitre d'un ouvrage collectif co-dirigé avec le Département de Sémiotique de l'Université de Bologna – [Sarti, F. Montanari, F. Galofaro 2015](#)).

- *Axe C – Approche statistique de la Perception catégorielle.*

Bonnasse-Gahot et Nadal se sont intéressés à des questions théoriques spécifiques de la perception catégorielle (*Categorical perception* : perception de catégories, comme les voyelles, des visages, etc.). La modélisation du traitement neuronal s'appuie sur des données de neurophysiologie chez l'animal, justifiant une architecture composée d'une couche d'encodage distribuée ("codage par population"), et une couche de 'décodage' effectuant la prise de décision (l'identification de la catégorie). Un premier résultat original a été de montrer un lien entre l'inférence bayésienne optimale de la catégorie et l'efficacité au sens de l'information de Shannon de l'encodage

neuronal. En se plaçant dans le cadre généralement admis d'un processus d'accumulation d'évidence au niveau de la couche de décodage, l'activité neuronale effectue une marche aléatoire biaisée, le biais correspondant à l'information contenue dans le signal perçu en faveur de l'hypothèse la plus probable. L'analyse de l'optimisation du décodage permet alors de modéliser les temps de réaction (de prise de décision). Un résultat majeur est la mise en évidence d'un lien entre la variance de la marche aléatoire et l'efficacité du codage en terme de discriminabilité, mesurée au niveau neuronal par une information de Fisher, et, expérimentalement au niveau comportemental, par la discriminabilité (le "d'"). (Bonnasse-Gahot & Nadal 2012).

Une collaboration avec le groupe de B. Richmond au NIH, Bethesda, USA, a permis de modéliser l'apprentissage par essais et erreurs de catégories chez le singe. Le modèle, s'appuyant sur la même architecture que ci-dessus, et supposant un 'apprentissage par renforcement', reproduit les résultats expérimentaux sur les performances en identification. Le modèle permet de voir que la structure neuronale après apprentissage s'approche de celle prédite par l'optimisation bayésienne, avec cependant des différences dues à la spécificité du schémas de récompenses du protocole expérimental. (Chandra *et al*, BMC Neurosc. 2013).

- *Axe D – Morphogenèse et connections interdisciplinaires*

A. Sarti a établi une collaboration avec Nadine Peyrieras au sujet de la morphogenèse du vivant, en considérant les aspects de la modélisation mathématiques et computationnelle des processus morphogénétiques des vertébrés. Les modèles mathématiques utilisés sont basés sur des EDPs morphologiques (level set methods). Cet axe de recherche a mené à plusieurs publications, notamment sur la segmentation des noyaux des cellules, c des membranes, le tracking cellulaire, les champs de vitesse. Un protocole qui intègre les processus d'acquisition, d'élaborations et d'analyse des données a été proposé (Nature Communications, 2016).

Il faut souligner que l'étude des principes de construction et d'évolution des formes est un facteur commun entre différents domaines et un élément de connexion interdisciplinaire formidable. C'est en partant de ce constat que A. Sarti a lancé en 2014 une nouvelle collection de livres avec Springer-Nature portant sur la modélisation de la morphogenèse des systèmes biologiques, cognitifs et sociaux (<http://www.springer.com/series/11247>, 10 ouvrages parus, 6 à paraître). Parmi les ouvrages à paraître, une monographie en 2 volumes (700 pages) de J. Petitot "Elements of neurogeometry".

Cette thématique Neurosciences et Cognition au CAMS contribue à l'organisation de séminaires de l'EHESS et participe à plusieurs enseignements en master (cf Annexe 2).

Le temps des populations

(Noël Bonneuil)

Cette thématique conduite par Noël Bonneuil concerne l'analyse et la modélisation de systèmes impliquant des populations, humaines ou non. Les thèmes concernent les dynamiques de groupes et de réseaux (dynamique de conflits et cohésion), la démographie (mortalité, dépendance, conception, fécondité, migrations), la génétique des populations (maintien du polymorphisme, valeur économique de la biodiversité), l'histoire sociale (l'institution du mariage comme régulateur social), l'économie des populations et de la famille (relations entre population et environnement, relation entre longévité et temps espéré en scolarisation), dynamique spatiale (la transformation de l'espace scolaire français), le marché du travail (dynamique de carrières au sein d'une entreprise familiale, inégalités de santé liées aux parcours professionnels), les assurances collectives (gestion de caisses de retraites, assurances santé). Pour se faire, les méthodes combinent économétrie, statistique, théorie des systèmes dynamiques, théorie de la viabilité (dont théorèmes originaux) à l'exploitation de données soit publiques (réseau Quételet, enquêtes Klosa et Klips), soit originales (données d'archives russes, données françaises de registres paroissiaux et de mouvements de population, données génétiques).

Analyse de modèles issus de l'écologie et de la médecine

(Henri Berestycki, ERC)

Les outils théoriques développés dans l'équipe ERC (cf section **A** plus haut) ont trouvé des applications dans l'étude de modèles spécifiques, dont certains ont été conçus par l'équipe.

L'analyse du couplage de processus diffusifs portés par des ensembles de dimensions différentes à été considérablement développé. De nombreuses propriétés de ces phénomènes peuvent se lire sur un modèle nouveau (Berestycki, Roquejoffre, Rossi, J. Math. Biol. 2013) décrivant l'influence d'une ligne de diffusion rapide ("la route") sur un phénomène de réaction-diffusion dans le plan adjacent ("le champ"). Les auteurs ont quantifié, de façon très précise, l'effet de la route sur la vitesse globale d'invasion, et ont mis au jour une dynamique très riche. Le modèle a été encore développé dans (Berestycki, Roquejoffre, Rossi, Nonlinearity 2013) par l'inclusion d'effets nouveaux, comme des processus de transport sur la route. Ce dernier modèle se révèle pertinent par exemple dans la modélisation de la dispersion de parasite le long d'un cours d'eau représenté par la ligne de diffusion rapide. La forme de l'ensemble d'invasion dans le champ a été étudiée dans (Berestycki, Roquejoffre,

Rossi, *Comm. Math. Phys.* 2016). Elle révèle des propriétés surprenantes, comme le fait que la propagation n'obéit pas aux lois de Huygens. Les conclusions peuvent aider à la compréhension de vitesses d'invasion anormalement élevées, comme celle de la processionnaire du pin. Le cas de la chenille processionnaire du pin en est un exemple qui est examiné plus particulièrement dans une publication collective avec des biologistes (Roques et al. 2014).

Quand la diffusion est non locale, Berestycki, Coulon, Roquejoffre et Rossi (*Math. Meth. Models Appl. Sci.*, 2015) ont démontré une propagation exponentielle en temps, illustrant encore plus, s'il était nécessaire, l'influence très forte de la route sur le processus global. Les étudiants et post-docs recrutés par, ou travaillant dans le cadre du projet (hébergés au CAMS ou à Toulouse), ont eu, à cet égard, un impact considérable en explorant des extensions de ce cadre, et en découvrant la plupart du temps des effets nouveaux. Dietrich (*Trans. Amer. Math. Soc.* 2017) obtient, par exemple, une asymptotique très générale de la vitesse des ondes progressives quand la diffusion devient très grande, une transition (là encore tout à fait inattendue) étant découverte et explorée par Dietrich et Roquejoffre (*J. Ecole Polytechnique*, 2017). On mentionne aussi les travaux de Pauthier (*Comm. Pure App. Analysis* 2016) qui démontre, dans le cadre d'échanges non locaux, une remarquable stabilité des seuils découverts dans le modèle initial, ainsi que des résultats très subtils sur la façon dont la vitesse de propagation est maximisée en fonction de la distribution de la fonction d'échange.

Le groupe a étudié d'autres modèles de propagation dirigée, comme la description de la dynamique des populations avec des traits favorisés. Berestycki et Chapuisat (*Networks and Heterogeneous Media*, 2013) ont démontré de nombreuses propriétés de la propagation des fronts de réaction-diffusion dirigée par un axe rectiligne, un travail qui a connu depuis de nombreux développements, par exemple pour un modèle non local nouveau (Berestycki, Jin, Silvestre, *Nonlinearity* 2016) structuré à la fois en espace et en traits. Dans ce contexte, Berestycki, Alfaro et Raoul (*SIAM J. Math. Anal.* 2017) ont enrichi le modèle en y incluant les effets d'un changement climatique, et ont découvert là encore des propriétés qualitatives nouvelles. Le travail de Berestycki, Bouhours et Chapuisat (*Calc. Var. PDE*, 2016) déjà cité relève de cette rubrique. Son objet original était la modélisation des dépressions corticales dans le cerveau ; il se trouve que des questions similaires existent dans la modélisation de l'électro-physiologie du cœur et en écologie. Les conclusions de cette étude éclaircissent les conditions dans lesquelles la géométrie va, ou non, bloquer des fronts d'invasion (correspondant dans le cas du modèle évoqué aux ondes de dépression corticale).

On mentionne pour finir des travaux motivés par des questions d'économie conduisant à des problèmes d'équations aux dérivées partielles non-linéaires provenant d'une formulation sous forme d'optimisation stochastique. Deux travaux de Berestycki, Monneau et Scheinkman (*Phil. Trans. Royal Soc.* 2014 et prépub. 2017) développent de façon très détaillée l'étude d'un problème à frontière libre non local d'un type nouveau, modélisant l'évolution des bulles spéculatives. Des propriétés mathématiques fines de ces problèmes permettent des discussions poussées sur diverses conséquences en termes économiques de ces situations de formations de bulles.

Théorisation géométrique en sciences physique et du vivant

(Luciano Boi)

Les sciences du vivant sont de nos jours confrontées à des changements conceptuels et expérimentaux fondamentaux, en particulier à la transition d'une conception gène-centrique à une conception qui prend en compte les modifications épigénétiques et l'influence des milieux naturels (écosystèmes, microenvironnements, biodiversité, ect.) aussi bien sur les phénotypes que sur les génotypes. Il y a ainsi l'exigence impérieuse de développer une démarche théorique et empirique qui aille au-delà de l'approche centrée de manière exclusive sur le génome, et dominée par les métaphores réductionnistes du "code génétique" et du "programme génétique". Cette approche, pour être effective, doit s'allier à une nouvelle recherche scientifique sur les propriétés et comportements des systèmes vivants profondément différente de celle moléculaire qui a dominé la génétique moderne. Une recherche qui place au centre de ses préoccupations la description et l'explication, par des outils interdisciplinaires de modélisation, des niveaux d'organisations et des propriétés émergentes des systèmes biologiques. Depuis une dizaine d'années, notre recherche s'inscrit pleinement dans ce cadre, et nos efforts visent à dégager quelques aspects significatifs de la plasticité conformationnelle et de la complexité fonctionnelle des systèmes biologiques. Nous vivons déjà dans une ère où les principaux enjeux scientifiques et sociétaux ne concernent plus le génome et ses bases moléculaires isolées du reste, mais bien davantage les interactions complexes et variables entre les milieux biologiques, les milieux naturels et les milieux humains. Il est aujourd'hui force de reconnaître qu'il n'existe plus de barrière imperméable entre ces milieux, et que, de plus, leurs connexions doivent être repensées à partir d'un système multicausal d'actions et rétroactions non mécaniques et non linéaires et dont les effets affectent plusieurs échelles et plusieurs niveaux d'organisation des systèmes vivants à la fois. Dans une approche post-génomique, systémique et intégrative des sciences biologiques (de la biologie moléculaire à l'écologie), l'importance de l'interface entre organisation des types cellulaires, processus épigénétiques et facteurs environnementaux est très probablement l'un des enjeux majeurs des recherches actuelles dans sciences du vivant et de l'homme, et ses effets favorables sur la santé et la société peuvent être considérables. Cette intrication entre les échelles des milieux microbiologiques et des milieux macro-naturels et culturels, ainsi qu'entre les niveaux

d'organisation moléculaire, cellulaire, organismique et écosystémique, est en effet au cœur du métabolisme et du fonctionnement globaux des organismes vivants.

Dans quelques travaux récents (voir la bibliographie), Luciano Boi a montré qu'en effet, au vue de la mise en place de ses structures et de sa dynamique fonctionnelle, les génomes des organismes multicellulaires apparaissent comme des systèmes hautement complexes, dont la régulation se fait à au moins cinq niveaux organisés en des espaces et des réseaux morpho-fonctionnels, qui sont : 1) le génome lui-même; 2) les complexes ADN-protéines formant la chromatine; 3) la dynamique et l'organisation de l'espace stratifié du chromosome dans le noyau de la cellule; 4) le contexte de l'activité et communication cellulaires; 5) les interactions entre les processus morphogénétiques (responsables de l'ontogenèse) et les conditions des écosystèmes (qui affectent la phylogenèse). En collaboration avec de biologistes cellulaires (M. Ladjimi du Harvard School of Medicine et H. Lilliesntrom de la Uppsala University) et des neurobiologistes (G. Bernroider de l'Université de Salzburg et S. Roy, de l'Indian Statistical Institute), L. Boi a pu mettre en évidence qu'une partie importante des maladies multifactorielles (non géniques ou multigéniques) comme certains types de diabètes et de tumeurs et certaines pathologies neurodégénératives (Parkinson et Alzheimer) sont directement liées à des facteurs épigénétiques et environnementaux complexes. La compréhension de ces facteurs pourrait révolutionner la biologie du développement et de l'évolution et influencer ainsi sur des pratiques allant de la santé à l'agriculture et à l'écologie.

C'est pourquoi il est fondamental aujourd'hui d'approfondir l'étude de l'interface entre ces divers milieux et facteurs, en développant des outils de modélisation et une approche multiéchelle et intégrative inspirée notamment de la topologie, de la théorie de systèmes dynamiques et de la complexité. Depuis une dizaine d'années, une partie de des travaux de L. Boi cherchent à développer, sur le plan théorique et empirique, cette approche. Les autres thèmes abordés :

Le rôle des diagrammes en science et la visualisation mathématique. Nous avons cherché à montrer que les diagrammes sont un élément constitutif de la pensée mathématique et physique. Quelques développements récents, parmi les plus intéressants et profonds, des sciences contemporaines, que ce soit en topologie, en géométrie, dans la théorie des systèmes dynamiques, dans les théories quantiques des champs ou encore dans la théorie des cordes, ont été possibles grâce à l'introduction de nouveaux types de diagrammes, qui, en plus d'avoir une fonction essentielle pour la découverte de nouvelles classes d'espaces et de phénomènes, ont contribué à enrichir et à clarifier la signification des opérations, des objets et des concepts qui sont au cœur de ces espaces et phénomènes. Dans nos recherches nous avons réfléchi sur l'importance qu'ont aujourd'hui les diagrammes de nœuds, de tresses, de champs, d'interactions, de cordes, etc., en topologie et en géométrie, en physique quantique et en cosmologie. Les diagrammes sont souvent apparentés aux images, dessins, figures et modèles. Ils permettent de dégager une pensée plus imaginative et picturale de la pratique scientifique, et de conjuguer gestualité, invention et signification. Les diagrammes montrent qu'on peut élaborer une théorie, un modèle, abstrait ou concret, comme une pensée en mouvement, qui prend naissance dans un espace qui est lui-même à réinventer et qui se déploie dans des temps propres. Développer une pensée diagrammatique revient à essayer de comprendre les dynamiques de transformation et les processus d'émergence de nouvelles propriétés et qualités des espaces et des phénomènes. Nous avons étudié différents cas de théories mathématiques et physiques dans lesquelles les diagrammes jouent un rôle important, des approches philosophiques et phénoménologiques de l'espace, du temps et de la perception. Nous nous intéressés en particulier : (i) à la nature et à la structure des diagrammes, (ii) au rapport entre diagrammes et visualisation mathématique en géométrie et en topologie, (iii) au rôle des diagrammes dans la pensée de l'espace et de l'espace-temps, (iv) aux diagrammes des singularités.

Mathématisation du vivant et ses limites. Nous avons cherché à mettre en évidence les raisons qui font que les différentes tentatives récentes de mathématiser les sciences du vivant doivent prendre en compte la spécificité et la singularité propres aux systèmes vivants, et tout particulièrement leur extrême plasticité et complexité. En effet, les formes et les structures des organismes vivantes se modifient et se remodelent sans cesse suivant le contexte cellulaire et organismique spécifique, et il n'y a pas de principe unique ou de cause générale qui permet d'en rendre compte. Ces modifications et remodelages sont essentiels pour l'acquisition de nouvelles fonctionnalités et l'émergence de nouveaux comportements. De plus, un organisme vivant présente plusieurs niveaux d'organisation et de régulation, et chacun d'entre eux possède des propriétés spécifiques émergentes par rapport aux niveaux inférieurs. Il y a des propriétés émergentes et des comportements nouveaux à chaque fois qu'interviennent des changements significatifs dans la forme, au niveau par exemple des tissus et des organes lors de l'embryogenèse, ou que se mettent en place des fonctions de plus en plus complexes liées aux systèmes physiologiques et au métabolisme global de l'organisme. Nous avons ainsi développé une réflexion sur quelques thèmes importants au croisement des sciences biologiques et des mathématiques, et notamment : (i) l'usage qu'il faut faire des modèles mathématiques et physiques en biologie et leurs limites, (ii) la relation entre géométrie, biologie et phénoménologie du vivant : pourquoi il est important de passer d'une approche réductionniste à une vision intégrative, (iii) le type de plasticité des structures et de complexité des fonctions en biologie, notamment dans l'embryogenèse, (iv) les différentes échelles et les divers niveaux d'organisation et d'interactions qui caractérisent dans les systèmes vivants, (v) la 'révolution' de l'épigénétique et la fin de la barrière entre les organismes vivants et leurs environnements, (vi) pourquoi il est important de repenser les concepts fondamentaux de génétique/épigénétique, inné/acquis, nécessaire/contingent, ordre/désordre.

Pôle Télédétection et géomatique

(Rachid Ragala ; IR : Hélène Geroyannis, Eric Mermet)

Les travaux sur les graphes de C. Berge au CAMS, évoqués plus haut, sont à la base des systèmes d'information géographique (SIG), devenus d'usage très large en SHS. Cette thématique des SIG rejoint celle de l'analyse d'images obtenues par télédétection, un thème introduit au CAMS en 1979 par Jean-Paul Gilg (  ). Le pôle Télédétection et géomatique, au service de la recherche et des collectivités, est actuellement piloté par Rachid Ragala (géographe, MC Paris IV). De septembre 2013 à 2016, Rachid Ragala était en délégation à L'Université Paris-Sorbonne d'Abu Dhabi (Émirats Arabes Unis), comme Chef du département Géographie et Aménagement. Ceci a évidemment limité l'activité Télédétection et géomatique au CAMS durant cette période. Cependant, dès avant son retour, le Pôle Télédétection et géomatique prend un nouvel essor avec le recrutement en décembre 2015 de Eric Mermet, ingénieur de recherche CNRS en traitement, analyse et représentation de l'information spatiale, sur un poste partagé entre le CAMS et l'ISC-PIF. Ceci va de paire avec le développement à l'EHESS depuis 2011 d'une plateforme SIG, et le recrutement plus récent d'un ingénieur de recherche sur cette thématique.

Dans le large domaine des Sciences humaines et Sociales, l'équipe aborde la complexité des phénomènes géographiques à différentes échelles d'observations, spatiale et temporelle. La démarche scientifique s'appuie sur les moyens innovants offerts par la télédétection satellitaire et les systèmes d'information géographique pour le suivi et la cartographie des dynamiques environnementales et sociales. Le choix d'associer la géographie à la géomatique repose sur des assises conceptuelles, des connaissances et des savoir-faire relevant de l'expérience du centre dans les domaines de la télédétection spatiale et des systèmes d'information géographique. Le pôle Télédétection & géomatique a mis au point de nouvelles chaînes méthodologiques de traitement de données satellitaires à haute résolution spatiale (Landsat) très haute à très haute résolution spatiale (Spot5, Geoeye) et de modélisation avancée adaptée aux phénomènes complexes en géographie fondée sur les hypergraphes topologiques et sur les modèles de géoprospective territoriale notamment « Land Change Modeler ». Les thèmes de recherches du pôle couvrent de nombreux aspects ayant comme support commun celui de l'espace géographique. Les axes majeurs portent sur deux grands domaines :

- (1) les Sciences de l'Environnement, au travers des relations paysages/systèmes socio-économiques ; on s'intéresse aux dynamiques spatio-temporelles des aires urbaines, notamment dans les pays du SUD, aux changements géo-environnementaux et risques (naturels et anthropiques), à la cartographie et l'analyse de la dynamique du paysage, la génération d'indicateurs de développement durable ;
- (2) les Sciences Humaines et Sociales, à travers la modélisation et l'analyse de phénomènes complexes portant sur les êtres organisés, couvrant une vaste temporalité de la préhistoire à aujourd'hui et relevant donc de plusieurs disciplines : archéologie, histoire, géographie, sociologie, anthropologie,   cologie. Les méthodes mises en place s'appuie sur des outils mathématiques spécifiques (théorie des graphes, analyse statistique, système multi-agents), de science de l'information (bases de données, web, visualisation, web sémantique, etc).

La plateforme SIG de l'EHESS bénéficie d'une forte implication du CAMS. Depuis sa création, le CAMS participe au pilotage de la plateforme. Actuellement, Eric Mermet représente le Centre et contribue activement au développement de la plateforme. Celle-ci a permis la mise au point du géoportail « AdriAtlas » dans le cadre du programme ANR du même nom. La mise en ligne de la version BETA du GeoPortail AdriAtlas sur un des serveurs de la plateforme géospatiale, est en cours de test et la version finale a été présentée à la conférence internationale ESRI    San Diego (USA) (23-27 Juillet 2012).

Enfin, le pôle organise ou contribue à l'organisation de 2 séminaires à l'EHESS et d'ateliers de formation en SIG.

Organisation et vie de l'unité

Pilotage, animation, organisation de l'unité

Le CAMS étant de petite taille, il n'y a pas de Conseil de Laboratoire constitué de représentants des personnels, mais des Assemblées de l'ensemble des personnels du Centre (doctorants et postdoctorants inclus) qui tiennent lieu de Conseil de Laboratoire. Cette pratique est la norme pour le CAMS, à notre connaissance depuis sa création. Pour la même raison, le CAMS n'est pas organisé en équipes scientifiques.

Depuis quelques années, un séminaire des étudiants et postdoctorants est organisé par l'un d'eux.

La dernière Assemblée du CAMS s'est tenue le 27 juin 2017. La question de la Direction après le 1/1/2019 a été posée, et l'actuel directeur s'est proposé pour un second mandat. Un vote de l'Assemblée aura lieu à l'automne.

Parité

Suite principalement à des départs à la retraite, le CAMS avait perdu toutes ses ingénieures, chercheuses et enseignant-chercheuses. Au cours de ces dernières années, l'attractivité du CAMS a permis l'arrivée de nouveaux collègues, dont quatre femmes : d'une part grâce à un recrutement CNRS au niveau CR1 (Fabienne Cazalis), d'autre part par l'arrivée de trois chercheuses dont les projets trouvent toute leur place au CAMS, chronologiquement : Annick Vignes, économiste, Amandine Aftalion, mathématicienne, et Sabine Ploux, linguiste. Ce renouveau très sain demanderait à être conforté par un recrutement d'une jeune CR2 ou MC.

Notons aussi que le secrétariat est mixte, ce qui n'est pas si fréquent.

Protection et sécurité

En matière de sécurité, le CAMS respecte la réglementation et les consignes propres au bâtiment (actuellement au 54 bd Raspail) et à l'institution hébergente, l'EHESS.

Analyse SWOT (strength, weakness, opportunity, threats), ou FfOR (Forces, faiblesses, opportunités, risques)

En se plaçant dans la perspective de son projet scientifique à cinq ans, l'unité dressera la liste de :

- ses points forts (S)
- ses points à améliorer ; (W)
- les possibilités offertes par le contexte / l'environnement dans lequel elle se trouve ; (O)
- les risques liés à ce contexte / cet environnement. (T)

(S) Excellence des travaux réalisés au CAMS

(S) Forte reconnaissance internationale et nombreuses collaborations scientifiques

(S) Attractivité du CAMS

(S) Soutien, et écoute, de la part de nos deux tutelles.

(S & T) Les membres du CAMS obtiennent régulièrement des contrats, ce qui est excellent, mais induit aussi une lourde charge pour la gestionnaire du CAMS, avec des risques financiers conséquents.

(S & W & T) Centre de petite taille, multi et trans disciplinaire : *small is beautiful*, l'efficacité scientifique est visible par la production du CAMS ; mais cela induit aussi des fragilités : sous criticalité des groupes ; problèmes d'interactions entre domaines éloignés ; difficulté de recrutement au niveau CR2/MC.

(W & T) Taille sous-sous critique de l'équipe Maths discrètes. Un recrutement d'un(e) jeune chercheur(e) serait bienvenu. Dans le cas contraire, risque de voir disparaître cette thématique, à la fois historique pour le CAMS et bénéficiant d'une grande reconnaissance internationale.

(W) Manque de place pour accueillir stagiaires, doctorant, postdoctorants (pour le CAMS, dans la plupart des cas nécessité de leur affecter un poste de travail)

(O) Opportunités d'interactions entre champs thématiques

(O) Rattachement à la COMUE PSL, opportunité large d'interactions.

(O) Rattachement à la COMUE PSL : accès aux ressources de la communauté des mathématiciens à Paris, permettant notamment au CAMS d'être membre de la Fondation Sciences Mathématiques de Paris (FSMP) – possibilité de postuler pour le financement de doctorants et postdoctorants, ou encore de chaires.

(O) Pérennisation de l'ISC-PIF : accès à des ressources en calcul et logiciels assuré.

(O) Développements en cours et envisagés vers la société civile, les collectivités et le monde industriel.

(O) Départ d'une partie de l'EHESS pour le Campus Condorcet dans 3 ans : perspectives de davantage d'espace pour le CAMS.

(T) Ce même départ est aussi un risque de se voir séparé de collègues d'autres Centres avec qui le CAMS a des interactions régulières.

Projet scientifique à cinq ans

A – Outils mathématiques de modélisation et d’analyse

Analyse et équations aux dérivées partielles

(Amandine Aftalion, Henri Berestycki, Luca Rossi ; ERC)

- *Projet ERC ReaDi : perspectives*

Le projet se proposait d’avancer à la fois la compréhension de modèles généraux de réaction-diffusion avec diffusion non conventionnelles, mais aussi d’explorer les propriétés de modèles particuliers. Ces deux programmes se nourrissent l’un l’autre, et ce processus a permis l’émergence de projets qui n’auraient pas pu voir le jour autrement. Cette dynamique va se poursuivre, avec un projet principal sur chaque aspects, le général/fondamental, et l’analyse de modèles particulier (voir la partie Ecologie plus bas, section B).

Sur le versant fondamental, le projet concerne l’interaction de frontières libres, qui trouve ses racines dans des simulations numériques de A.-C. Coulon sur les modèles d’interaction avec une ligne de diffusion rapide. Les lignes de niveaux révèlent, sur les simulations, des propriétés inattendues de non monotonie de la solution, pour lesquelles L. A. Caffarelli et J.-M. Roquejoffre ont cherché une explication théorique en étudiant un problème à frontière libre qui est une limite sigulière du modèle initial. L’analyse de la frontière libre au voisinage de la ligne confirme les prédictions numériques d’A.-C. Coulon et surtout, ouvre des perspectives sur l’étude d’une série de questions passionnantes sur l’interaction de deux frontières libres de dimensions ou de natures différentes, par exemple comment la frontière libre associée à un problème de l’obstacle de dimension $N - 1$ rencontre la frontière libre d’un problème de type Bernoulli en dimension N . Quelles sont les propriétés géométriques de l’intersection, y a-t-il des propriétés conditionnelles à la de Giorgi? H. Berestycki se propose de poursuivre diverses directions de recherche généralisant les travaux précédents ou motivés par des questions de modélisation, notamment sur la propagation d’émeutes. Ainsi, de nombreuses questions restent ouvertes dans le cadre bistable. Tout d’abord, pour les diffusions non-locales, la propagation ou le blocage à la traversée d’une zone défavorable soulève de nombreux problèmes non résolus. Dans le cadre local (bistable), la propagation à la traversée d’obstacles non bornés, comme une série d’obstacles périodiques dans une direction, est un projet commun de H. Berestycki, F. Hamel et H. Matano. enfin, pour le modèle champ/route, le cas d’une non-linéarité bistable est entièrement ouvert.

Pour ce qui concerne les questions mathématiques liées aux modèles de propagations d’émeutes, H. Berestycki se propose d’étudier des modèles de types SIR avec influence non-locale, dans les cadre continu et discrets avec influence ou diffusion non homogènes. Les grandes questions qui se posent ont trait à la construction d’ondes progressives généralisées et à la détermination de la vitesse asymptotique de propagation.

- *Invasion orientée et valeur propre principale généralisée* (L. Rossi)

L. Rossi a récemment conçu une méthode géométrique qui donne un point de vue nouveau sur le lien entre le comportement en temps long des solutions des équations de réaction-diffusion et la propagation des fronts. Une première application de cette nouvelle approche est l’extension de la formule de Freidlin-Gärtner aux équations de type monostable, combustion et bistable. L. Rossi est en train de travailler au développement de la méthode dans le but de l’appliquer à des contextes plus généraux : domaines avec les “trous”, en s’intéressant notamment au phénomène nouveau de “invasion orientée” (avec R. Ducasse) ; équations multistables périodiques (avec T. Giletti). La condition de périodicité garantit une propriété de compacité qui est cruciale pour les questions de stabilité.

Pour traiter le cas non-compact, Berestycki et Rossi (Comm. Pure Appl. Math. 2015) ont développé une théorie complète de la *valeur propre principale généralisée*. Ceci représente la motivation originale de l’intérêt de L. Rossi pour les problèmes de valeurs propres. Un projet à long terme de L. Rossi et H. Berestycki, avec G. Nadin concerne la notion de valeur propre principale généralisée pour les opérateurs paraboliques. Dans le cas d’un domaine borné, on peut s’appuyer sur la théorie de Floquet pour retrouver essentiellement toutes les propriétés valides pour les opérateurs elliptiques. En revanche, le cas non borné présente plusieurs problèmes ouverts et des questions mathématiques passionnantes.

Dans son projet sur les valeurs propres, L. Rossi s’intéresse également à des questions de nature plus abstraite concernant le problème d’optimisation isopérimétrique. Depuis les travaux classiques de Faber-Krahn, le problème isopérimétrique a suscité l’intérêt d’un très grand nombre de mathématiciens. L. Rossi s’occupe d’une généralisation due à Hamel-Nadirashvili-Russ ou l’on considère un terme de transport additionnel qui agit comme un contrôle sous la contrainte de la norme infini. Les auteurs proposent deux conjectures sur le comportement de la fonction propre optimale lorsque la norme du transport tends vers l’infini. L. Rossi travaille à ces deux conjectures en collaboration avec F. Hamel et Russ. En l’état actuel, ils ont réussi à prouver la première conjecture et à obtenir un résultat partiel concernant la deuxième. Le problème isopérimétrique ayant une interprétation probabiliste en termes de *grands déviations*, un approche combiné EDP-probabiliste pourrait être envisageable pour compléter la conjecture.

- *Mathématiques & Physique quantique* (A. Aftalion)

Un nouveau projet de long terme, mené par A. Aftalion arrivée au CAMS en avril 2017, concerne des questions de mathématiques fondamentales issues de l'étude de systèmes quantiques. Ces travaux, s'ils ne font pas partie de ceux d'intérêt pour les SHS, s'appuieront cependant sur l'analyse qualitative d'EDP elliptiques, qui est une des forces du laboratoire. Les interactions sur ce thème sont avec des physiciens de l'ESPCI et l'ENS avec qui les liens continueront d'être développés, notamment dans le cadre de PSL.

Le projet concerne plus particulièrement les systèmes de condensat de Bose-Einstein à deux composantes. Ceux-ci connaissent deux régimes très différents : celui de coexistence des composantes et celui de ségrégation. La partie ségrégation est bien connue dans le cas de fonctions d'onde réelles qui est proche d'un problème de type de Giorgi, et qui a été très étudié au CAMS (H. Berestycki et coll.). Une direction de travail est de comprendre ce qui se passe lors de la mise en rotation, ou d'un couplage de spin orbit ou de Rabi des condensats, ce qui amène à des disques et anneaux concentriques ou des 'vortex sheets'. Ceci va demander de mettre en oeuvre la Gamma convergence dans ces systèmes (une notion de limite pour problèmes variationnels introduite par de Giorgi).

Mathématiques discrètes

(Patrice Ossona de Mendez; Pierre Rosenstiehl)

On peut considérer qu'une structure est structurellement éparse si elle peut être reconstruite à partir d'une faible quantité d'information, en particulier si c'est l'interprétation (au sens de la théorie des modèles) d'une structure éparse. L'interprétation consiste à construire, à partir d'un graphe, un nouveau graphe, dont les sommets et les arêtes sont définis à l'aide de formules logiques. La notion de classes structurellement éparse semble être intimement liée à l'existence, pour une classe de structure, de décompositions spécifiques. L'extension aux classes de structures possédant de telles décompositions des propriétés structurelles et algorithmiques des classes d'expansion borné est un projet ambitieux et prometteur, qui associe P. Ossona de Mendez et des chercheurs de Prague (J. Nešetřil), de Berlin (J. Gajarský, S. Kreutzer, O. Kwon) et de Varosvie (M. Pilipczuk, S. Siebertz, S. Toruńczyk).

L'étude de la convergence locale de graphes de degrés borné établie un pont fondamental entre limites de graphes et l'étude des groupes sophiques en algèbre. En témoignent les implications formidables qu'auraient une résolution de la conjecture d'Aldous-Lyons, qui exprime que tout graphing serait la limite d'une séquence de graphes finis. P. Ossona de Mendez, J. Nešetřil et leur doctorant L. Hosseini ont entamé des travaux de recherche portant sur l'approximation finie de modeling. Cet axe de recherche, extrêmement important quant à ses possibles retombées, pourra être l'objet d'une collaboration avec S. Thomassé et D. Gaboriau (ENS Lyon).

B – Analyse et modélisation en sciences sociales et du vivant

Systèmes complexes : Humanités digitales

(David Chavalarias; activités liées à l'ISC-PIF)

- *Qualification multi-échelles de la morphologie des phylomémies*

Un des enjeux théoriques majeurs de cet axe de recherche est de qualifier les formes qui apparaissent à différentes échelles lorsque l'on étudie les dynamiques socio-sémantique, évaluer leur stabilité et les relier aux motifs des micro-dynamiques sémantiques et sociales.

En particulier, pour ce qui est de l'évolution des sciences on étudiera la manière dont les concepts migrent d'une branche de phyloméme à l'autre, dans quels contextes se font les découvertes et les avancées théoriques, quelles sont les interactions entre types de renouvellement conceptuel et la morphologie des phylomémies (sujet déjà évoqué dans Chavalarias et Cointet 2013).

Pour ce faire, nous ambitionnons de développer des reconstructions phylomémétiques à l'échelle des produits de la science tous domaines confondus, en fusionnant des bases telles que le Web of Science, Medline, Istex, Repec, etc. Ceci permettra de procéder à une étude comparative des différentes branches de la science, et à une étude fine des transferts de concepts entre branches. La reconstruction des réseaux phylomémétiques, qui s'inscrit dans le cadre de l'analyse par co-termes, peut s'appliquer à une grande variété de media, puisqu'elle ne fait pas d'autres hypothèses sur les documents analysés que la présence d'un contenu textuel et d'une date de rédaction. En cela, les questions qui entrent dans le cadre de l'analyse des phylomémies seront très différentes de celles posées traditionnellement en scientométrie, et seront associés à plusieurs autres enjeux importants.

- *Temporalités et circulation de l'attention sociale*

Nous disposons actuellement d'importantes bases de données textuelles issues de divers types d'activités sociales. L'équipe de David Chavalarias a ainsi pu appliquer l'approche de reconstruction phylomémétique à d'autres media comme la blogosphère ou la presse. Dans le Tweetoscope climatique, on a également comparé la dynamique

des sciences et la dynamique des débats sur Twitter. Ces travaux ont mis en évidence des différences qualitatives des dynamiques de ces média. Elle a pour origine la nature de ce qui y est débattu autant que la nature des acteurs qui mènent ces débats. Pour produire un article scientifique, il faut constituer une expertise sur plusieurs mois, voire plusieurs années. Un champ de recherche met quelques années à émerger ou à se réorienter en raison de son inertie intrinsèque, conséquence du temps nécessaire de formation des chercheurs. À l'autre bout du spectre, sur les media sociaux, les citoyens expriment leurs opinions ou relaient l'information de manière beaucoup plus spontanée et versatile. Ils peuvent changer de sujet en quelques secondes ; une nouvelle controverse collective peut émerger en quelques heures.

De même que les sciences cognitives distinguent différents niveaux d'attention articulés avec la *mémoire à court terme* et la *mémoire à long terme*, on qualifiera empiriquement différents niveaux d'*attention sociale* liés aux processus de *cognition sociale* de nos sociétés, et développés par différentes catégories d'acteurs. Ces niveaux varient d'une attention court terme à une attention long terme, chaque type d'attention étant pris en charge par des domaines d'activités sociales distincts (une même personne pouvant participer à plusieurs niveaux d'attention collective distincts).

Un second enjeu de cet axe de recherche sera de comprendre l'articulation des différents niveaux d'attention sociale à partir de reconstructions phylométriques croisées sur différents media : coexistence et interférence de différentes temporalités, circulation des sujets de débat, constitution des groupes d'acteurs autour de ces débats, organisation de la vie des individus à travers leurs différents rôles dans ces différentes strates de l'attention sociale, qualification des types de mémoire et d'oubli de ces strates, etc.

Pour ce faire, il faudra non seulement continuer à développer les techniques de reconstruction de phylométries, mais aussi les hybrider avec d'autres approches comme l'analyse des citations, la *sentiment analysis* (encore balbutiante), le traitement automatique du langage ou les analyses de l'argumentation (comme par exemple *Prospero*, (F. Chateaurayneau et al.).

Les données du Politoscope (CAMS-ISCPF), qui couvrent plusieurs mois d'échanges de contenus politiques sur Twitter devraient permettre d'explorer ces dynamiques attentionnelles de manière inédite.

Systemes complexes : Modélisation

(Marc Barthélémy, Henri Berestycki, Alan Kirman, Jean-Pierre Nadal, Annick Vignes ; IR Laurent Bonnasse-Gahot)

- *Propagation des émeutes*

L'analyse et la modélisation de la propagation d'émeutes, à partir de la base de données précédemment constituée sur les émeutes de 2005 en France, va se poursuivre selon plusieurs axes. Sur le plan mathématique, un premier point visera à approfondir le modèle épidémiologique utilisé avec succès. Il s'agira notamment d'étudier les propriétés mathématiques de cette famille de modèles caractérisés par une contagion non locale, définis sur un réseau discret, avec des populations hétérogènes et une probabilité non linéaire d'être infecté.

L'analyse de la base de données sera poursuivie, en combinant différentes techniques : techniques classiques économétriques, analyse avec l'approche 'event history' introduite par Myers (2000), et comparaison avec les résultats obtenus par notre approche épidémiologique.

De plus, toute la richesse de la base de donnée n'a pas encore été exploitée. En particulier, on cherchera à exploiter les données sur les arrestations pour mieux comprendre leur effet dissuasif sur l'activité émeutière. Enfin, grâce à une base de la couverture par la presse écrite locale et nationale, on étudiera la double dynamique spatio-temporelle des émeutes couplées à leur traitement médiatique, par l'extension du modèle épidémiologique à la prise en compte de l'influence réciproque entre émeutes et médias.

Ce projet continue de bénéficier de la collaboration avec le sociologue Sebastian Roché (PACTE, grenoble).

- *QuantUrb*

Dans le projet piloté par M. Barthelemy, il s'agira de continuer dans l'esprit des études précédentes, c'est à dire à tester sur des données des modèles d'économie et de les modifier si nécessaire. Un chantier important concernera l'effet de plusieurs modes de transport sur la structure spatiale des villes et de la mobilité. Inclure des effets de marché sur la distribution spatiale des résidences dans un modèle dynamique de villes constituera un autre défi de taille. D'autre part, une partie importante des travaux portera sur la modélisation de l'évolution spatio-temporelle des réseaux spatiaux. Ces réseaux que l'on retrouve dans de nombreux systèmes (telles que les infrastructures par exemple) sont mal compris et il n'existe pas à l'heure actuelle de description théorique satisfaisante de leur formation et évolution.

- *Marché du travail et matching*

Dans la continuité des travaux déjà produits sur le marché du travail et ses dysfonctionnements, Annick Vignes et Jean-Pierre Nadal, en collaboration avec Michèle Sebag (*machine learning*, LRI, Paris-Saclay/INRIA) et deux start-ups, Qapa et Dataiku, participent à un projet "JobAgile : Evidence-based Recommendation pour l'Emploi

et la Formation”, qui va être financé par la BPI, dans le cadre “Programme d’Investissements d’Avenir, Grands Défis du Numérique”. Ce projet aborde une question fondamentale d’action publique qui est celle du matching des offreurs et demandeurs d’emploi, dans un contexte de chômage élevé. La mobilisation du big data et d’une analyse “systèmes complexes” de type machine learning vise à mieux comprendre les stratégies de recherche et à proposer des algorithmes d’amélioration.

- *Big data et marchés financiers*

L’approche “systèmes complexes” des marchés va se poursuivre en se plaçant dans le cadre plus large de l’analyse des marchés financiers. Annick Vignes et Jean-Pierre Nadal participent à un projet ANR (projet HBDEX “Exploitation de Big Data Historiques pour les Humanités Numériques”) qui vient d’être accepté (juillet 2017). La réalisation de ce projet, porté par Pierre-Cyril Hautcoeur (EHESS), repose sur la constitution d’une base de données historiques, construite à partir de l’exploitation d’archives. L’exploitation de ces données et la modélisation devront permettre de répondre à des questions telles que : quel type de marché agrège correctement l’information détenue par des agents hétérogènes et permet à l’économie de répondre efficacement à une nouvelle situation? Jusqu’à quel point des phénomènes non économiques, comme la confiance ou le mimétisme affectent-ils le comportement des marchés financiers? Comment assurer des prix efficaces et stables et minimiser le risque qui pèse sur l’économie? Noter que ce projet relève autant des humanités digitales que de la modélisation de systèmes complexes.

- *Projet Traumabase*

JP Nadal participe à un projet piloté par les ‘Trauma Centres’, les hôpitaux spécialisés dans les urgences pour poly-traumatisés graves. Sous l’impulsion de Tobias Gauss, anesthésiste-réanimateur à l’Hôpital Beaujon (APHP), une base de données a commencé à être constituée sur les parcours des personnes prises en charge par l’un de ces hôpitaux. L’objectif du projet est d’extraire le maximum d’information de ces données (avec des outils statistiques et de ‘machine learning’) pour aboutir à un outil d’aide à la décision. En effet, il arrive qu’un patient soit initialement mal orienté, soit à tort vers un hôpital normal, non équipé pour ces urgences extrêmes et qui devra rediriger le patient vers un hôpital spécialisé, soit vers un trauma-centre alors que cela n’était pas nécessaire. Ces deux erreurs sont coûteuses : pour le patient dans le premier cas du fait du retard dans sa prise en charge, pour d’autres blessés dans le second car la prise en charge mobilise à l’hôpital un grand nombre de personnes et induit une attente pour les patients suivants. Le projet est en collaboration avec Tobias Gauss et d’autres collègues de l’APHP, et Julie Josse, statisticienne au laboratoire CMAP de l’École Polytechnique. Un travail préliminaire de deux stagiaires montre la faisabilité du projet. Un financement du CNRS, PEPS Maths & SHS, a été obtenu (resp. J. Josse) pour le recrutement de nouveaux stagiaires, et des négociations sont en cours avec la Fondation La Mutualité pour un financement plus conséquent du projet.

Ethnologie et Musique

(Marc Chemillier)

Durant les cinq années à venir le projet « Ethnologie et Musique » mené par Marc Chemillier sera orienté vers l’étude des retours d’usage à propos du logiciel d’improvisation Djazz. La mise en place de projets artistiques utilisant le logiciel sera prise en charge par l’association « Improvisation musicale et technologie ». Plusieurs financements déjà acquis permettront de rémunérer les musiciens qui participeront à ces expériences : un financement 2016-2017 de la région Nouvelle Aquitaine qui soutiendra le développement d’usages artistiques du logiciel en partenariat avec la Compagnie du musicien Bernard Lubat, un financement en 2017 du Fonds de la recherche de l’EHESS destiné à prendre en charge le travail avec le guitariste malgache CK Zana-Rotsy, et enfin une aide de l’IRCAM dans le cadre du projet ANR DYCI2 2014-2018.

Par ailleurs, M. Chemillier, avec L. Bonnasse-Gahot, F. Cazalis et J.-P. Nadal, participe au programme de PSL, “Création, cognition et société” piloté par Jean-Marie Schaeffer (EHESS).

Neurosciences et Cognition

(Alessandro Sarti, Jean-Pierre Nadal, Fabienne Cazalis, Sabine Ploux ; IR Laurent Bonnasse-Gahot)

Les projets de ce thème prolonge ceux abordés jusqu’à présent au CAMS, avec plusieurs nouveautés importantes (1) de nouvelles interactions avec des biologistes, afin de tester des prédictions théoriques (A. Sarti) ; (2) le développement d’études concernant la perception de la parole, avec en particulier l’arrivée de Sabine Ploux au CAMS ; (3) un projet ambitieux sur l’autisme présenté plus bas, développé par Fabienne Cazalis recrutée au CNRS en 2015.

- *Spécificité du signal de parole, perception du langage*

Une partie des activités de modélisation en neuroscience et cognition revient vers des questions spécifiques du langage (cf Bonnasse-Gahot et Nadal sur la perception des catégories phonétiques), dans ses aspects bas niveaux

(traitement du signal par les premières couches du système auditif) et haut niveau (sémantique). Dans ce cadre, le projet piloté par Sabine Ploux, nouvellement arrivée au CAMS, est décrit plus bas. François Deloche, docteur sous la direction de JP Nadal, s'intéresse à l'encodage de la parole et l'apprentissage des représentations de bas-niveau de la parole chez le nourrisson. Dans un travail préliminaire (stage de M2), F Deloche, a étudié les croisements entre théorie du codage efficace et traitement du signal en proposant un dérivé de l'analyse en composantes indépendantes (ACI) adapté à l'étude des signaux de parole sur des petites échelles de temps (~ 10 ms). Depuis le début de sa thèse (octobre 2016), il se concentre sur les aspects de rythme d'élocution. Se basant également sur l'ACI, on cherche à savoir si ces aspects rythmiques permettent de discriminer des familles de langue. Il s'agit en effet une hypothèse sur les capacités des nourrissons à reconnaître les différences entre langues. Les modèles prédictifs privilégiés pour cette étude sont les réseaux de neurones récurrents. Ce projet est en collaboration avec Christian Lorenzi, spécialiste de la perception auditive au Département d'études cognitives à l'Ens, et Judit Gervain, psycholinguiste à Paris Descartes, dans le cadre d'un projet ANR Speechcode (Univ. Paris Descartes - ENS).

- *Neurosciences et cognition : Neurolinguistique computationnelle.*

Sabine Ploux doit rejoindre le CAMS en 2017. Ses travaux portent principalement sur la modélisation de la sémantique. Elle a proposé un modèle géométrique de la polysémie lexicale à partir de données issues du traitement automatique des langues. L'originalité de ce paradigme réside dans la définition d'unités de sens infra-linguistiques ici les cliques de graphes de synonymie ou d'association de mots. Plus récemment elle s'est intéressée à la pertinence cognitive et neurophysiologique de ce modèle. Pour cela, S. Ploux a comparé des distances sémantiques dérivées des données textuelles (synonymie et association) aux distances sémantiques dérivées de l'analyse de signaux EEG obtenus lors de la lecture de mots pour le français (Ploux et al. 2012) et le chinois. Son programme de recherche au CAMS sera mené en interaction avec L. Bonnasse-Gahot, J-P. Nadal et A. Sarti, et bénéficiera de collaborations qui donnent un accès à des données existantes, et permettront l'acquisition de nouvelles données par des expériences menées conjointement : Christophe Pallier (NeuroSpin) pour ses travaux en IRMf, Yves Paulignan (Institut des sciences cognitives-Marc Jeannerod) pour l'EEG, Lu BaoLiang (Université JiaoTong de Shanghai) pour une approche comparative entre langues (français, chinois).

La neurolinguistique computationnelle, thématique émergente (Mitchell et al. 2008, Simanova et al. 2014), a pour objectif de croiser des expertises, modèles, et données en neurolinguistique et en linguistique computationnelle afin d'aborder l'étude du langage du point de vue conjugué de ses productions et des structures neuronales impliquées. Cette approche a permis de construire des espaces sémantiques qui donnent des proximités de traitement entre mots ou concepts à partir de données neurophysiologiques (Ploux et al. 2012, Huth et al. 2012 et 2016). L'axe qui sera développé au CAMS prolonge l'approche interdisciplinaire de S. Ploux pour s'attaquer à un phénomène largement inexploré en neurolinguistique : l'étude et la modélisation de la construction du sens. Les moyens pour réaliser ce projet reposent (1) sur la définition d'un cadre mathématique synthétique afin d'étudier à la fois les dynamiques spatio-temporelles neurophysiologiques convoquées dans le traitement du lexique et des phrases et de pouvoir comparer données issues des corpus de textes et des signaux EEG et IRMf, (2) sur la constitution d'un Neurocorpus de signaux neurophysiologiques obtenus lors de lecture ou d'audition de textes. Ce Neurocorpus sera étiqueté par la liste des mots qu'il contient, les catégories grammaticales, genre et nombre, ainsi que les mots associés et synonymes pertinents pour les contextes d'emplois. Il sera mis à disposition de la communauté scientifique à travers une plateforme dédiée. La réalisation complète de ce projet de plusieurs années requiert un soutien financier qui sera demandé à l'ANR.

Une première étude portera sur la polysémie lexicale et la construction du sens en contexte. On cherchera à comparer différents types de modèles : modèle géométrique fondé sur l'analyse multivariée des graphes lexicaux (Ploux et Ji et al. 2003), modèles statistiques : de type réseau de neurones (par exemple word2vec, Mikolov et al. 2013), ou approche fondée sur la factorisation de matrices de co-occurrence (GloVe by Pennington et al., 2014). À partir des espaces sémantiques construits, une comparaison entre distances sémantiques dérivées de données textuelles et des signaux neurophysiologiques pour des mots isolés et une étude de la variation de ces distances en fonction du contexte d'emploi (ex. l'aile d'un oiseau, vs. l'aile d'un château), ou encore de la composition sémantique sera menée. Pour cela, on cherchera à modéliser la dynamique des processus de construction du sens à partir de l'évolution des espaces sémantiques et de la dynamique des réseaux d'aires cérébrales (IRMf) ou des ondes neurophysiologiques (EEG) impliqués dans ces processus.

- *Modèles mathématiques et computationnels de la perception visuelle*

Sur les architectures fonctionnelles du cortex sensoriel (axe A) A. Sarti abordera le problème de l'origine plastique des géométries de connectivité et en particulier le rôle de l'apprentissage renforcé par les prégnances corporelles. L'hypothèse est que les géométries de connectivité sont générées par un processus d'apprentissage modulé le signifié du stimulus. La présence du renforcement signifiant change le rôle du traitement neuronal qui n'est plus seulement un dispositif d'élaboration d'information mais devient un véritable dispositif de production du sens, où l'information saliente est modulée par les prégnances corporelles. Ce passage ontologique de l'élaboration d'information à la production de sens est au centre du débat actuel sur le rapport entre l'homme

et les technologies numériques. Ce thème a été abordé au préalable dans (A. Sarti, D. Barbieri 2017) mais cela constituera un des thèmes de recherche majeurs dans le futur.

Sur les architectures neurogéométriques (A1), les modèles mis en place pour l'instant dans le groupe E(2), le groupe Affine(2) et dans le groupe Galiléen seront étendus pour prendre en compte des cellules différentes avec des traits (features) spécifiques. On considérera en particulier l'architecture fonctionnelle des cellules simples avec les variables de positions, orientation et fréquence et des cellules complexes qui mesurent la disparité. Cela permettra de comprendre la géométrie interne de la reconstruction de l'image tridimensionnelle.

De même les études au sujet du principe d'incertitude dans le cortex sensoriel (A2) seront étendues à d'autres groupes de symétrie qui caractérisent cellules différentes pour mieux comprendre s'il est à la base de la constitution des cartes de features d'une manière généralisée. La même exigence de généralisation concerne le modèle de symétrie de Gauge (A3). Si le modèle actuel rend compte du couplage LGN-cellules simples, il s'agit de comprendre s'il peut être étendu au couplage de cellules différentes dans la même couche corticale (couplage intra-cortical), ou bien entre cellules de différentes couches (couplage cortico-cortical).

En parallèle, A. Sarti abordera le problème de la validation neurophysiologique des modèles proposés (A1, A2, A3), en particulier le modèle Galiléen, en collaboration avec le neuro-physiologiste Jérôme Ribot (Collège de France). A ce jour on ne dispose pas de modèles de cartes d'orientations spatio-temporelles qui attestent de l'implémentation de l'architecture fonctionnelle espace-temps dans le plan bidimensionnel du cortex.

La thématique qui concerne le signifié des morphologies neuronales investira d'avantage la question de la perception des formes et la morphologie du sens (Axe B). Si on a pu montrer la pertinence de la construction neurogéométrique pour la modélisation des formèmes du plastique, cela s'est limité aux formes salientes, en ignorant le signifié des formèmes. A. Sarti envisage d'aborder la question plus générale de la structure du signe plastique avec son articulation de signifiant/signifié, à travers la modélisation des trois systématiques fondamentales proposées par le groupe μ : systématique de la forme, systématique de la texture et systématique de la couleur. La collaboration avec le groupe d'études « Formes symboliques » de l'EHESS sera pour cela renforcée. Dans le futur A. Sarti envisage de donner une nouvelle impulsion aussi à l'axe transdisciplinaire de la morphogénèse du vivant, en collaboration avec Alain Prochiantz (Collège de France), en s'intéressant aux modèles dynamiques de formation des patterns morphogénétiques (pre-patterning). On envisage la possibilité a) d'intégrer les modèles dynamiques de pre-patterning sur des surfaces avec géométrie variable, b) de modéliser le couplage entre pattern morphogénétiques et géométrie et c) simuler l'évolution de cette géométrie avec des techniques d'évolution de fronts (level set methods) sur lesquelles A. Sarti avait déjà travaillé au Département de Mathématiques de l'Université de Californie, Berkeley (1997-2000).

- *Neuroéconomie*

Ce thème, à l'interface cognition/économie, s'insère bien dans les centres d'intérêt du CAMS. Alan Kirman organise un colloque en octobre 2017 à l'OCDE, « The State of Mind in Economics », qui rassemblera 15 des meilleurs contributeurs internationaux sur ce sujet. L'idée est de dresser sur ce sujet un bilan des contributions des économistes, psychologues, philosophes et spécialistes des neurosciences.

Des contacts ont été établis avec S. Dehaene, laboratoire Neurospin, CEA-Saclay. Le projet est de tester certaines hypothèses comportementales pour lesquelles A. Kirman et collaborateurs ont développé des modèles théoriques. Il s'agit, en particulier, d'établir quel type d'activité cérébrale a lieu quand un sujet modifie son idée de l'environnement dans lequel il se trouve. Ces expériences seront conduites en utilisant des techniques d'IRMf en collaboration avec Nobu Hanaki et Eric Guerci de l'Université de Nice et Paul Pezanis de l'Université d'Adelaide.

Le Temps des populations

(Noël Bonneuil)

Noël Bonneuil continue de développer cette thématique concernant l'analyse et la modélisation de systèmes impliquant des populations, humaines ou non. Les thèmes concernent les dynamiques de groupes et de réseaux (dynamique de conflits et cohésion), la démographie (mortalité, dépendance, conception, fécondité, migrations), la génétique des populations (maintien du polymorphisme, valeur économique de la biodiversité), l'histoire sociale (l'institution du mariage comme régulateur social), l'économie des populations et de la famille (relations entre population et environnement, relation entre longévité et temps espéré en scolarisation), dynamique spatiale (la transformation de l'espace scolaire français), le marché du travail (dynamique de carrières au sein d'une entreprise familiale, inégalités de santé liées aux parcours professionnels), les assurances collectives (gestion de caisses de retraites, assurances santé). Pour se faire, les méthodes combinent économétrie, statistique, théorie des systèmes dynamiques, théorie de la viabilité (dont théorèmes originaux) à l'exploitation de données soit publiques (réseau Quételet, enquêtes Klosa et Klips), soit originales (données d'archives russes, données françaises de registres paroissiaux et de mouvements de population, données génétiques).

Analyse de modèles issus de l'écologie

(Henri Berestycki, ERC)

Sur ce thème, le principal projet concerne l'émergence de comportements territoriaux chez certains prédateurs. Il est en effet connu que des prédateurs tels que les loups s'organisent en meutes, chacune d'elles couvrant un territoire très précis. Berestycki et Zilio ont proposé un modèle sur lequel ils travaillent actuellement donnant une explication à ce phénomène. Ils considèrent un système prédateurs/proie, avec plusieurs groupes de prédateurs en compétition. Berestycki et Zilio s'attachent en particulier à comprendre les effets induits par une compétition de très forte intensité entre les différents groupes de prédateurs. Les résultats déjà obtenus indiquent que, dans certaines conditions, la population totale des prédateurs est maximisée quand ceux-ci sont organisés en deux ou plusieurs groupes avec une forte hostilité entre eux. Ce travail qui aborde une question fondamentale en écologie ouvre toute une série de problèmes mathématiques et de modélisation particulièrement riches.

Un autre projet concerne l'étude de l'effet d'un changement climatique sur une espèce biologique. En partant d'un modèle proposé dans (Berestycki et al. 2009), Berestycki, Ducasse et Rossi considèrent l'influence d'une route, le long de laquelle le déplacement est rapide, sur les possibilités de survie de l'espèce face au changement climatique.

Théorisation géométrique en sciences physique et du vivant

(Luciano Boi)

Au cours des prochaines années, L. Boi envisage d'approfondir les thèmes suivants :

(i) Question générale : Interfaces des mathématiques avec les sciences de la nature et du vivant ; aspects précis : repliement de l'ADN, remodelage de la chromatine et organisation spatiale du chromosome ; perspective : relation forme/fonction, plasticité et complexité dans les systèmes vivants.

(ii) Question générale : modèles topologiques en biologie, biologie théorique et des systèmes, morphogenèse et morphologies spatiales de l'embryon et de la cellule ; aspects précis : propriétés de nœuds et fonctions des topoisomérases, propriétés topologiques des systèmes de régulations des structures supramoléculaires (chromatine et chromosome)

(iii) Théories, modèles et expériences du vivant : le problème de l'individuation biologique et cognitive, de l'ontogenèse aux processus morphogénétiques et à l'évolution. Relations entre génétique, épigénétique et facteurs environnementaux. Interfaces organismes et milieux naturels et sociaux.

Pour résumer cette la partie projet de nos recherche, nous comptons explorer notamment l'interface géométrie–physique–biologie et d'étudier les interactions entre objets topologiques et processus biologiques. Le but est d'arriver à mieux comprendre certains aspects de la relation entre structures macromoléculaires et fonctions biologiques, ainsi que le rôle des différents mécanismes de régulation dont l'action apparaît essentielle pour le maintien d'une certaine intégrité fonctionnelle globale de l'organisme. Nous entendons également approfondir l'étude de la plasticité topologique, qui intervient à tous les niveaux d'organisation des structures supramoléculaires, et elle joue donc un rôle fondamental dans l'ensemble des événements majeurs du cycle cellulaire (réplication, transcription, recombinaison et réparation). En particulier, une meilleure compréhension des principales déformations qui affectent certains sites de la chromatine et du chromosome pourrait se révéler essentielle afin d'expliquer le rôle des système d'interactions fonctionnelles entre les différentes structures macromoléculaires, les phénomènes de la régulation et de l'expression des génomes, et certaines pathologies (non génétiques) graves déclenchées très probablement par une altération d'un ou plusieurs systèmes de régulation à la fois.

Notre approche des problèmes se veut multiéchelle et pluridisciplinaire avec une ouverture particulière envers la biologie des systèmes, les théories de la complexité et les sciences sociales. Elle consiste à utiliser aussi bien des méthodes mathématiques empruntées notamment à la géométrie et à la topologie, des modèles dynamiques de la physique de la matière condensée, et une démarche proprement biologique concernant à la fois les aspects moléculaires, cellulaires, développementaux et organismiques. De plus, nous accordons une importance fondamentale à une réflexion théorique sur la question de la plasticité du monde vivant et de la complexité fonctionnelle des êtres biologiques, ainsi que sur la question des relations entre l'inné et l'acquis, l'épigénétique et le génétique, la forme et la fonction, le local et le global, la nature et la culture.

Les contenus scientifiques et la démarche épistémologique et de nos recherches sont par essence interdisciplinaires et donc susceptibles d'intéresser plusieurs catégories de chercheurs, notamment : (i) les biologistes ; (ii) les mathématiciens et les physiciens ; (iii) les historiens et les philosophes des sciences ; (iv) les anthropologues et psychologues intéressés à la question des rapports entre les sciences de la nature et les sciences de l'homme.

Nouveaux arrivants, nouvelles thématiques

Les projets des plus récents membres du CAMS, Amandine Aftalion, Fabienne Cazalis, Sabine Ploux et Luca Rossi, renforcent certaines thématiques mais apportent aussi de nouveaux sujets. Ici, deux projets sont

singularisés non seulement pour leur originalité, mais aussi pour la nouveauté thématique au CAMS.

- *Modélisation en SHS : Modélisation de l'effort et de la performance sportive.*

Amandine Aftalion, mathématicienne, a rejoint le CAMS en avril 2017, avec d'une part un projet en mathématiques fondamentales (cf la section A du Projet), et d'autre part un projet de modélisation en SHS décrit ici, sur l'optimisation de l'effort physique en compétition sportive, et l'adaptation de cette modélisation à la rééducation du patient convalescent d'autre part.

A. Aftalion a récemment proposé une modélisation mathématique de la performance en course à pied. Dans le cas d'un 100m, par exemple, l'analyse mathématique montre que l'optimisation de la course conduit à relâcher l'effort en bout de course, ce qui est conforme à ce qu'on observe dans les grandes compétitions sportives (Aftalion, 'How to run a 100m?', à paraître). L'approche peut s'adapter à tous les sports d'endurance notamment vélo, aviron, équitation. Chaque sport a ses spécificités biomécaniques, mais une fois cela pris en compte dans l'équation du mouvement (ce qui nécessite un important travail qui devra se faire en lien avec des physiciens), on peut espérer des résultats très prometteurs. Des contacts ont été pris auprès de certaines fédérations ou start-up qui pourraient être intéressées. Une autre direction de travail est celle de la modélisation de la motivation qui devrait pouvoir être intégrée dans les équations du mouvement. Ce projet bénéficiera des compétences au CAMS en sciences de la cognition notamment.

A partir des équations de la course à pied, on peut enfin envisager la planification de l'activité du patient convalescent, c'est à dire déterminer sa fatigue, sa fatigabilité et l'aider à la reprise de l'exercice. Les équations mathématiques devraient permettre de calculer l'optimisation de la dépense énergétique et de l'effort à fournir et aider à établir le protocole d'exercice tout en réduisant la présence du médecin.

Ce volet sportif s'inscrit naturellement dans des relations avec les sciences humaines et dans d'éventuels projets autour de l'organisation des futurs JO. Le projet a été présenté en juin 2017 lors d'une réunion « Maths & SHS » organisée par le CVT ATHENA (<http://www.cvt-athena.fr/>).

- *Autisme et sciences participatives*

Fabienne Cazalis a rejoint le CAMS en octobre 2015. Elle développe un projet ambitieux de long terme sur la cognition autiste, qui relève à la fois de la thématique *Cognition* et de celle des *humanités digitales* (sciences des données). Ce projet s'appuie sur le concept de cognition optimale. Le postulat est le suivant : quand bien même le phénotype cognitif est variable inter et intra-individuellement, ce qui est particulièrement vrai dans l'autisme, tout individu placé un environnement capacitant mobilise ses fonctions cognitives les plus adaptées à cette situation particulière. Dès lors, il apparaît la possibilité non seulement d'identifier l'outillage individuel, mais aussi de le mesurer à son apogée. Cette approche renverse et complète le paradigme classique d'étude des déficits cognitifs. L'objectif du projet, baptisé MACA pour "Mapping Autistic Cognitive Abilities", est d'établir une cartographie des capacités cognitives et perceptives des individus autistes et de proposer une taxonomie de l'autisme intégrant les pics d'habiletés intellectuelles.

Le cœur de MACA, basé sur le concept de "Flow psychologique" et sur le pouvoir motivant du jeu video, est le développement une plate-forme de jeux vidéos conçus pour mesurer les compétences cognitives des joueurs. Au cours du jeu, des données sont enregistrées afin d'obtenir, pour chaque individu, un profil de ses pics d'habiletés cognitives et perceptives. Une start-up de recherche, "Collective Science" (Partenaires : InSHS ; SATT Lutech), est constituée pour réaliser et promouvoir la plate-forme.

MACA est aussi décliné en deux projets de recherche plus spécifiques :

- Le projet f-MACA, avec le soutien de la mission pour l'interdisciplinarité du CNRS. L'objectif est de qualifier les spécificités biographiques, cognitives, perceptives et émotionnelles des femmes porteuses du syndrome d'Asperger ou toute forme d'autisme de haut niveau, afin d'identifier les facteurs expliquant les difficultés diagnostiques dans cette population. La méthodologie est transdisciplinaire (ethnographie, neuropsychologie et mesures physiologiques).

- le projet OMNI-MACA, avec L. Bonnasse-Gahot au CAMS, et en partenariat avec l'association Musaiques (présidée par Cédric Villani) et la fondation Eleaur. Ce projet vise à exploiter, décrire et mesurer le potentiel d'un instrument de musique atypique, l'OMNI de Patrice Moullet (<http://www.patricemoulet-alpes.com/>), d'une part comme outil d'*empowerment* pour les individus porteurs de handicap lourd (notamment les formes les plus sévères d'autisme), et d'autre part comme terrain d'observation écologique des capacités cognitives non verbales.

Parallèlement, un projet de recherche-action, Rencontre 93, reprend le concept de cognition optimale pour développer un programme pédagogique innovant à destination des adolescents suivis par les services de protection de l'enfance du département de la Seine Saint Denis (Partenaires : Compas, AVVEJ ; "Association Vers la Vie pour l'Education des Jeunes", 4000 mineurs suivis, 700 salariés, 17 établissements).

Pôle Télédétection et géomatique

(Rachid Ragala; IR Eric Mermet)

Cette activité présentée dans le Bilan, fortement tournée vers le service à la communauté, continue d'être pilotée par Rachid Ragala (MV Paris 4), avec Éric Mermet, ingénieur de recherche CNRS en traitement, analyse et représentation de l'information spatiale, à temps partagé entre le CAMS et l'ISC-PIF.

En télédétection, l'accent sera mis sur les volets suivants : Simulation géoprospective appliquée à la dynamique des paysages et à urbains et au phénomène de l'étalement urbain, l'évaluation des méthodes de détection des changements ; analyse morphologique appliquée aux satellites de haute et très haute résolutions ; méthodes d'analyse spatiale en 2D et 3D ; génération et traitement de l'information spatio-temporelle, sondages spatiaux ; Web mapping ; SIG pour l'aide à la décision. À l'avenir, une attention particulière sera donnée à l'infrarouge thermique (IRTH), notamment pour des applications dans les domaines de la géographie de la santé et des risques environnementaux (pollution).

En géomatique, il sera question de construire des bases de données pérennes, qu'elles soient basées sur des données relevées sur un site archéologique, des relevés terrains obtenus GPS, des supports numérisés de cartographie ancienne, des photographies anciennes, etc.

Dans le cadre du projet d'activités les séminaires et ateliers SIG existant seront poursuivis, complétés par un nouveau séminaire « Télédétection satellitaire appliquée aux Géosciences humaines et environnementales ».

Par ailleurs, le pôle continuera à œuvrer au développement de la plateforme SIG de l'EHESS (<http://psigehess.hypotheses.org>). Il s'agit de faire évoluer la plateforme géomatique pour répondre à plusieurs objectifs :

- mutualiser et partager, d'une part, les compétences, les connaissances et les savoirs-faire, d'autre part, les moyens techniques et les logiciels existants au sein des équipes CNRS-EHESS,
- donner l'accès à un GéoPortail pour les échanges entre communautés scientifiques et le partage de géoservices
- former jeunes et moins jeunes chercheurs, et mettre à disposition un lieu de recherches numériques innovant en SHS
- œuvrer à l'élaboration de formations professionnelles et professionnalisantes en géomatique, aux côtés des instances universitaires nationales (EHESS, PARIS IV, etc.) et internationales (collaborations existantes : Maroc, Tunisie, Chili, Portugal, Pérou, Vietnam, Kenya), l'accent étant mis sur des questions comme la gestion des ressources et le développement durable, les risques géoenvironnementaux naturels et technologiques, l'aménagement et la gestion des espaces urbains et ruraux.

Enfin, deux projets à forte valeur fédératrice financés par PSL sont en cours :

- le projet PSL Bertin réfléchit à la numérisation, au géoréférencement et à la mise en ligne d'une partie du fonds cartographique du laboratoire de graphique de Jacques Bertin. Il s'agit ici de presque 300 cartes inédites acquises ou produites par le laboratoire entre les années 1950 et 2000.
- le projet PSL Oronce Fine vise à développer une plateforme de dépôt pérenne de données à caractère spatial en intégrant les technologies du web sémantique. Cette fonctionnalité offrira des aspects de connectivité des données et des corpus entre eux, mais aussi la possibilité d'explorer les corpus par des représentations à base de graphes. Ces projets sont adossés au TGIR Huma-num pour toutes les infrastructures techniques mises en place.

ANNEXES

Annexe I : Lettre de mission contractuelle

– Sans objet –

Annexe II : Locaux, équipements, plateformes

Locaux

Depuis son installation au 54 bd Raspail, en avril 2017, le CAMS occupe au 4ème étage les bureaux A4-20 à A4-31, pour une capacité totale de 28 postes de travail (10 pièces à 2 postes, 2 à 4 postes). De plus, l'IR SIG du CAMS, Eric Mermet, est hébergé par la plateforme SIG de l'EHESS (5è étage). Dans le bâtiment, le CAMS a accès à des salles de réunion et de séminaire mutualisées.

Au titre de (et financé par) l'ERC ReaDi, des locaux avaient été mis à disposition des personnels de l'ERC avenue de France (4 grands bureaux, une salle de séminaire). Des locaux plus modestes sont attribués à l'ERC pour sa dernière année au 54 Raspail (3 postes de travail).

Des membres du CAMS sont ou ont pu être hébergés par l'ISC-PIF, dans le cadre de projets localisés à l'ISC-PIF (des postdocs, mais aussi Fabienne Cazalis depuis son recrutement, et David Chavalarias en tant que Directeur de l'ISC-PIF).

Grâce à l'EHESS à l'écoute de nos besoins, le retour au 54 s'accompagne d'une augmentation en nombre de postes de travail, permettant d'accueillir tous les permanents du CAMS, dont le nombre a augmenté durant ces cinq dernières années. La possibilité d'accueillir des stagiaires, doctorants, postdoctorants, qui pour la plupart ont besoin d'un poste de travail fixe (pour l'accès à des moyens de calculs spécifiques, et pour que le CAMS soit compétitif dans le recrutement), reste très limitée.

Bibliothèque de Centre

Le CAMS dispose d'un petit fond de livres, dont une partie a un caractère historique, remontant à la fondation du Centre. Ce fond a commencé à être renouvelé ces dernières années. Malgré l'accès aux documents sur internet (notamment via bibcnrs et les ressources partagées à l'échelle de PSL), la disponibilité de livres de mathématique et informatique, est nécessaire. Avant le déménagement cette bibliothèque était dans une pièce commune du CAMS - avant le déménagement pour l'avenue de France, le CAMS disposait d'une salle de réunion-bibliothèque. Il serait très utile de disposer de nouveau d'une telle salle.

Ressources informatiques

L'équipement informatique du CAMS est hétérogène, correspondant à des besoins et préférences différents des utilisateurs : PC ou Mac portables, PC ou Mac de bureau. Les besoins sont importants en calcul scientifique, et le maintien d'un parc informatique puissant est une nécessité pour le Centre.

Le CAMS dispose actuellement de quatre PC-station de travail, possédant de fortes capacités en mémoire et puissance de calcul. Deux postes (dont celui de L Bonnasse-Gahot, ingénieur EHESS analyse de données) sont équipés d'une carte graphique spécifique permettant des calculs plus performants pour diverses applications : manipulation de grandes bases de données, analyse d'images, traitement du signal, apprentissage statistique (machine learning). L'ERC ReaDi a permis un équipement en MACs de bureau haut de gamme.

Ressources logiciels

- Calcul scientifique

Le CAMS a acheté et renouvelé des licences Matlab, en général sur des crédits liés à des contrats. Une politique générale est cependant d'avoir davantage recours à des logiciels libres (python notamment).

Par ailleurs, l'ISC-PIF, dont l'EHESS est partenaire, donne au CAMS accès à des ressources importantes (calcul intensif, logiciels).

Enfin, des logiciels sont développés par le CAMS, voir l'Annexe 4 et le rapport d'activité.

- Systèmes d'Information Géographique (SIG) et télédétection

Le CAMS participe au développement de la plateforme SIG de l'EHESS <http://psigehess.hypotheses.org>
Dans ce cadre, le CAMS a accès au logiciel SIG ArcGis, licence financée par l'EHESS - licence ArcGis complète avec les extensions suivantes : 3D Analyst, Spatial Analyst, Geostatistical Analyst, Network Analyst, Data Interoperability.

Télédétection : financées sur les ressources du CAMS, le CAMS dispose de 2 licences IDRISI Terset pour le traitement d'images satellitaires, la modélisation spatio-temporelle et la simulation.

Annexe III. Organigramme du CAMS – organisation thématique 2012–2017

(≤ dec. 2013) Directeur Henri Berestycki, directeur adjoint Jean-Pierre Nadal

(≥ janv. 2014) Directeur Jean-Pierre Nadal

Membres du CAMS, hors doctorants et postdoctorants.

Principales implications thématiques des chercheurs, enseignants chercheurs et ingénieurs de recherche.

A – Outils mathématiques de modélisation et d’analyse

★ ★ *Analyse et équations aux dérivées partielles*

Amandine Aftalion (≥ avril 2017), Henri Berestycki, Luca Rossi (≥ 2015)

ERC ReaDi (2013–2018) : Henri Berestycki (responsable), Jean-Michel Roquejoffre

★ ★ *Mathématiques discrètes*

Patrice Ossona de Mendez, Pierre Rosenstiehl (émérite)

B – Analyse et modélisation en sciences sociales et du vivant

★ ★ *Systèmes complexes : Humanités digitales*

David Chavalarias, Camille Roth (≤ sept. 2016)

★ ★ *Systèmes complexes : Modélisation*

Marc Barthélémy (≥ 2013), Henri Berestycki, Alan Kirman (≥ 2016 ; émérite), Jean-Pierre Nadal, Annick Vignes (≥ 2014)

★ ★ *Mathématiques et sport*

Amandine Aftalion (≥ avril 2017)

★ ★ *Ethnologie et Musique*

Marc Chemillier

★ ★ *Neurosciences et Cognition*

Fabienne Cazalis (≥ 2015), Jean-Pierre Nadal, Jean Petitot (émérite), Sabine Ploux (≥ avril 2017), Alessandro Sarti.

★ ★ *Écologie*

Henri Berestycki, Luca Rossi

★ ★ *Le Temps des populations*

Noël Bonneuil

★ ★ *Théorisation géométrique en sciences physique et du vivant*

Luciano Boi

IR : Laurent Bonnasse-Gahot (≥ 2014)

C – Pôle Télédétection et Géomatique

Rachid Ragala

IR : Hélène Geroyannis († juin 2017), Eric Mermet (> 2015)

Equipe support

Sandrine Nadal (administratrice), Nathalie Brusseaux (secrétaire), Thomas Tailpied (Chef de projet ERC ReaDi et Communication du CAMS).

Institut des systèmes complexes Paris-Ile-de-France (ISC-PIF)

Directeur, David Chavalarias. Groupement d’Intérêt Scientifique (GIS) jusqu’en 2013, adossé au CAMS pour l’année 2013 – depuis 2014, UPS du CNRS.

Annexe IV. Produits et activités de recherche

I – Produits de la recherche par thème (avec liste complète des publications dans des revues à comité de lecture).

II – Indices de reconnaissance (liste par thème dans chaque rubrique).

Annexe 4. I – PRODUITS DE LA RECHERCHE

1. Journaux / revues

- Articles scientifiques dans des revues avec comité de lecture

A – Outils mathématiques de modélisation et d’analyse

★ ★ Analyse et équations aux dérivées partielles

Soumis à publication

1. A. Aftalion, R. Rodiac, “One dimensional phase transition problem modelling striped spin orbit coupled Bose-Einstein condensates”, <https://arxiv.org/abs/1710.03644>
2. H. Berestycki, A. Zilio, “Predators-prey models with competition : existence, bifurcation and qualitative properties”, preprint 2017.
3. H. Berestycki, C. Bruggeman, R. Monneau, J. Scheinkman, “Bubbles in assets with finite life”, preprint 2017. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2617078>
4. H. Berestycki, G. Nadin, “Asymptotic spreading for general heterogeneous Fisher-KPP type equations”, preprint 2017. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01171334>
5. N. Soave, H. Tavares, S. Terracini, A. Zilio, “Variational problems with long-range interaction”, preprint 2017. <https://arxiv.org/abs/1701.05005>
6. H. Berestycki, N. Rodriguez, L. Rossi, “Periodic cycles of rioting activity”, preprint 2016.

Paru et à paraître

1. L. Rossi, The Freidlin-Gärtner formula for general reaction terms. Adv. Math. **317** (2017), pp 267-298
2. H. Berestycki, N. Rodriguez, “A non-local bistable reaction-diffusion equation with a gap”, Discrete and Continuous Dynamical Systems, **37** (2017), 685–723. <https://doi.org/10.3934/-dcds.2017029>.
3. J. Fang, Y. Xiao and X.-Q. Zhao, “Traveling waves and spreading speeds for time-lapse periodic monotone systems”, J. Funct. Anal. **272** (2017), 4222-4262.
4. G. Nadin, L. Rossi, “Generalized transition fronts for one-dimensional almost periodic Fisher-KPP equations.” Arch. Ration. Mech. Anal. **223** (2017), 1239–1267.
5. L. Rossi, “Symmetrization and anti-symmetrization in parabolic equations.” Proc. Amer. Math. Soc. **145** (2017), 2527–2537.
6. N. Soave, A. Zilio, “On phase separation in systems of coupled elliptic equations : asymptotic analysis and geometric aspects”, Ann. Inst. H. Poincaré Anal. Non Linéaire, **34**, (2017), 625–654.
7. M. Bardi, A. Cesaroni, L. Rossi, “Nonexistence of nonconstant solutions of some degenerate Bellman equations and applications to stochastic control”, ESAIM Control Optim. Calc. Var. **22** (2016), 842–861.
8. D. Castorina, A. Cesaroni, L. Rossi, “On a parabolic Hamilton-Jacobi-Bellman equation degenerating at the boundary”, Commun. Pure Appl. Anal. **15** (2016), 1251–1263.
9. G. Faye, “Multidimensional stability of planar traveling waves for the scalar nonlocal Allen-Cahn equation”, Discrete and Continuous Dynamical Systems A, **36**, no 5 (2016), 2473–2496.
10. F. Hamel, L. Rossi, “Transition fronts for the Fisher-KPP equation”, Trans. Amer. Math. Soc. **368** (2016), 8675–8713.
11. H. Berestycki, J. Coville, H.-H. Vo, “On the definition and the properties of the principal eigenvalue of some nonlocal operators”, J. Functional Anal. **271** (2016), 270-2751.
12. N. Soave, H. Tavares, S. Terracini, A. Zilio, “Hölder bounds and regularity of emerging free boundaries for strongly competing Schrodinger equations with nontrivial grouping”, Nonlinear Anal., **138**, (2016), 388–427.
13. N. Soave, A. Zilio, “Multidimensional entire solutions for an elliptic system modelling phase separation”, Anal. PDE, **9**, (2016), 1019–1041.
14. H. Berestycki, N. Rodriguez, “Analysis of a heterogeneous model for riot dynamics : the effect of censorship of information”. Europ. J. Appl. Math. **27**, 3 (2016), (issue on Mathematical Modelling of Crime and Security), 554–582. DOI : 10.1017/S0956792515000339.
15. C. D. Pagani, D. Pierotti, G. Verzini, A. Zilio. “A nonlinear Steklov problem arising in corrosion modeling”. Progr. Nonlinear Differential Equations Appl., **86**, Contributions to nonlinear elliptic equations and systems, (2015), 371–387.
16. N. Soave, A. Zilio, “Uniform bounds for strongly competing systems : the optimal Lipschitz case”, Arch. Rational Mech. Anal., **218**, (2015), 647–697.
17. A. Zilio, “Optimal regularity results related to a partition problem involving the half-Laplacian”, Internat. Ser. Numer. Math., **166**, New trends in shape optimization, (2015), 301–314.
18. A. Tellini, “Imperfect bifurcations via topological methods in superlinear indefinite problems”, Dynamical Systems, Differential Equations and Applications AIMS Proceedings (2015), 1050-1059.

19. G. Nadin, L. Rossi, “Transition waves for Fisher-KPP equations with general time-heterogeneous and space-periodic coefficients”, *Anal. PDE* **8** (2015), 1351–1377.
20. F. Hamel, L. Rossi, “Admissible speeds of transition fronts for non-autonomous monostable equations”, *SIAM J. Math. Anal.* **47-5** (2015), 3342–3392.
21. H. Berestycki, L. Rossi, “Generalizations and properties of the principal eigenvalue of elliptic operators in unbounded domains”, *Comm. Pure Appl. Math.* **68**, 6 (2015), 1014–1065.
22. H. Berestycki, I. Capuzzo-Dolcetta, A. Porretta, L. Rossi, “Maximum Principle and generalized principal eigenvalue for degenerate elliptic operators”, *J. Math. Pures Appl.* **103**, 5 (2015), 1276–1293.
23. PT Nguyen, H-H. Vo, “Existence, uniqueness and qualitative properties of positive solutions of quasilinear elliptic equations”, *J. Functional Anal.* **269** (2015), no. 10, 3120–3146.
24. H. Berestycki, R. Monneau, J. Scheinkman, “A non local free boundary problem arising in a theory of financial bubbles”, *Philosoph. Trans. A* **372**, No. 2028 (2014).
25. H. Berestycki, J-C. Wei, M. Winter, “Existence of symmetric and asymmetric spikes for a crime hotspot model”, arXiv :1311.2086 (2013), *SIAM J. Math. Analysis*, **46**, No. 1 (2014), 691–719.
26. H. Berestycki, N. Rodriguez, L. Ryzhik, “Traveling Wave Solutions in a Reaction-Diffusion Model for Criminal Activity”, *Multiscale Modeling and Simulation (SIAM)*, **11**, No 4 (2013), 1097–1126.
27. H. Berestycki, S. Terracini, K. Wang, J-C. Wei, “On Entire Solutions of an Elliptic System Modeling Phase Separations”, *Advances in Math.* **243** (2013), 102–126.
28. H. Berestycki, T-C. Lin, J-C. Wei, C. Zhao, “On Phase-Separation Models : Asymptotics and Qualitative Properties”, *Arch. Rat. Mech. Anal.* **208** (2013), 163–200.
29. H. Berestycki, G. Nadin, “Spreading speeds for one-dimensional monostable reaction-diffusion equations”, *J. Math. Phys.* **53** (2012), 23 pages. <https://doi.org/10.1063/1.4764932>.
30. H. Berestycki, F. Hamel, “On a general definition of transition waves and their properties”, *Communications on Pure and Applied Mathematics*, **65** (2012), 592–648.

★ ★ **Mathématiques discrètes**

Soumis à publication

1. G. Joret, P. Micek, P. Ossona de Mendez, and V. Wiechert. Nowhere dense graph classes and dimension. arXiv :1708.05424v1[math.CO], 2017.
2. S. Kreutzer, P. Ossona de Mendez, R. Rabinovich, and S. Siebertz. Algorithmic properties of sparse digraphs. arxiv :1707.01701 [cs.DM], 2017.
3. R. Ganian, P. Hliněný, J. Nešetřil, J. Obdržálek, and P. Ossona de Mendez. Shrub-depth : Capturing height of dense graphs. arxiv :1707.00359 [cs.LO], 2017.
4. S.A. Amiri, P. Ossona de Mendez, R. Rabinovich, and S. Siebertz. Distributed domination on graph classes of bounded expansion. arXiv :1702.02848 [cs.DC], 2017.
5. P. Ossona de Mendez, S. Oum, and D.R. Wood. Defective colouring of graphs excluding a subgraph or minor. arXiv :1611.09060 [math.CO], 2016.
6. J. Nešetřil and P. Ossona de Mendez. Existence of modeling limits for sequences of sparse structures. arXiv :1608.00146 [math.CO], 2016.

Paru et à paraître

1. J. Nešetřil, P. Ossona de Mendez, and D.R. Wood. Characterizations and examples of graph classes with bounded expansion. *European Journal of Combinatorics*, **33(3)** :350–373, 2012.
2. J. Nešetřil and P. Ossona de Mendez. A model theory approach to structural limits. *Commentationes Mathematicae Universitatis Carolinae*, **53(4)** :581–603, 2012.
3. M. Montassier, P. Ossona de Mendez, A. Raspaud, and X. Zhu. Decomposing a graph into forests. *Journal of Combinatorial Theory, Series B*, **102(1)** :38–52, 2012.
4. H. de Fraysseix and P. Ossona de Mendez. Planarity and Trémaux trees. *European Journal of Combinatorics*, **33(3)** :279–293, 2012.
5. J. Nešetřil and P. Ossona de Mendez. A note on Fiedler value of classes with sublinear separators. *Linear Algebra and its Applications*, **439** :2216–2221, 2013.
6. J. Nešetřil, P. Ossona de Mendez, and X. Zhu. Coloring edges with many colors in cycles. *Journal of Combinatorial Theory, Series B*, **109** :102–119, 2014.
7. J. Nešetřil and P. Ossona de Mendez. On low tree-depth decompositions. *Graphs and Combinatorics*, **31(6)** :1941–1963, 2015.
8. J. Nešetřil and P. Ossona de Mendez. A note on circular chromatic number of graphs with large girth and similar problems. *Journal of Graph Theory*, **80(4)** :268–276, 2015.
9. J. Nešetřil and P. Ossona de Mendez. On first-order definable colorings. In J. Nešetřil and M. Pellegrini, editors, *Geometry, Structure and Randomness in Combinatorics*, volume 18 of *Publications of the Scuola Normale Superiore, CRM Series*, pages 99–122. Edizioni della Normale, 2015.
10. J. Nešetřil and P. Ossona de Mendez. First-order limits, an analytical perspective. *European Journal of*

- Combinatorics, 52 Part B :368–388, 2016.
11. J. Nešetřil and P. Ossona de Mendez. A distributed low tree-depth decomposition algorithm for bounded expansion classes. *Distributed Computing*, 29(1) :39–49, 2016.
 12. J. Nešetřil and P. Ossona de Mendez. Towards a characterization of universal categories. *Journal of Pure and Applied Algebra*, 2016.
 13. J. Chalopin, L. Esperet, Z. Li, and P. Ossona de Mendez. Restricted frame graphs and a conjecture of Scott. *Electronic Journal of Combinatorics*, 23(1) :#P1.30, 2016.
 14. A.J. Goodall, J. Nešetřil, and P. Ossona de Mendez. Strongly polynomial sequences as interpretations. *Journal of Applied Logic*, 18 :129-149, May 2016.
 15. J. Nešetřil and P. Ossona de Mendez. Structural sparsity. *Uspekhi Matematicheskikh Nauk*, 71(1) :85-116, 2016. (Russian Math. Surveys 71 :1 79-107).
 16. J. Nešetřil and P. Ossona de Mendez. Modeling limits in hereditary classes : Reduction and application to trees. *Electronic Journal of Combinatorics*, 23(2) :#P2.52, December 2016.
 17. J. Nešetřil and P. Ossona de Mendez. Cluster analysis of local convergent sequences of structures. *Random Structures & Algorithms*, 51(4) : 674-728, 2017.
 18. J. Nešetřil and P. Ossona de Mendez. Limits of mappings. *European Journal of Combinatorics*, 66 :145-159, 2017.
 19. J. van den Heuvel, P. Ossona de Mendez, D. Quiroz, R. Rabinovich, and S. Siebertz. On the generalised colouring numbers of graphs that exclude a fixed minor. *European Journal of Combinatorics*, 66 :129-144, 2017.
 20. J. Nešetřil and P. Ossona de Mendez. A unified approach to structural limits (with application to the study of limits of graphs with bounded tree-depth). *Memoirs of the American Mathematical Society*, 2017. (117 pages) accepted

B – Analyse et modélisation en sciences sociales et du vivant

★ ★ Systèmes complexes : Humanités digitales

1. T. Menezes, C. Roth, “Natural Scales in Geographical Patterns”, *Scientific Reports*, 7 :45823, 2017.
2. S. Lérique, C. Roth, “The semantic drift of quotations in blogspace : a case study in short-term cultural evolution”, *Cognitive Science*, 2017.
3. D. Chavalarias, 2016. What’s wrong with Science? *Scientometrics* 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-2109-0>
4. D. Chavalarias, 2016. The unlikely encounter between von Foerster and Snowden : When second-order cybernetics sheds light on societal impacts of Big Data. *Big Data & Society* 3. <https://doi.org/10.1177/2053951715621086>
5. D. Chavalarias, J.D. Wallach, A.H.T. Li, J.P.A. Ioannidis, 2016. Evolution of Reporting P Values in the Biomedical Literature, 1990-2015. *JAMA* 315, 1141. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.1952>
6. A. Delanoë. Data on quantified self as boundary objects. A case study on households’ electricity consumption. *Rassegna Italiana di Sociologia*, Italia, 2015.
7. A. Delanoë, S. Galam. Combining Text-mining Analysis and Agent-based Modeling Methods - A Case Study to Address a Controversy. *Bulletin of Sociological Methodology*, England, 2015.
8. A. Delanoë, B. Conein. Le contrôle de la forme des réseaux par leurs membres : le fil de discussion comme réseau d’interaction. *SociologieS*, France, 2015.
9. A. Delanoë, S. Galam. Modeling a controversy in the press : the case of abnormal bee deaths. *Physica A*, The Netherlands, 2014.
10. D. Chavalarias, J.-P. Cointet, 2013. Phylomemetic patterns in science evolution—the rise and fall of scientific fields. *PloS one* 8, e54847.
11. T. Menezes, C. Roth, “Symbolic regression of generative network models”, *Scientific Reports*, 4 :6284, 2014.

★ ★ Systèmes complexes : Modélisation

Soumis à publication

1. L. Bonnasse-Gahot, H. Berestycki, M.-A. Depuiset, M. B. Gordon, S. Roché, N. Rodríguez and J.-P. Nadal, under review for *Scientific Reports*, “Epidemiological modeling of the 2005 French riots : a spreading wave and the role of contagion” <https://arxiv.org/abs/1701.07479>
2. A. Vignes, F. Fakhfakh, J. Ghrairi “Youth! ... How did you find your job ?” *Soumis* <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01253907/document>
3. L. Hernandez, A. Vignes, S. Saba, “When Trust matters : an Ecological Approach to Market Organization”, soumis
4. M. Pangallo, J.-P. Nadal & A. Vignes, Price formation on a housing market and spatial income segregation, (soumis) <https://arxiv.org/abs/1606.00424>
5. G Carra, M. Barthelemy, The fundamental diagram of urbanization, [arXiv:1609.06982](https://arxiv.org/abs/1609.06982)

6. B Lion, M. Barthelemy, Betweenness centrality patterns in random planar graphs, [arXiv:1611.03232](#)
7. R Gallotti, R Louf, JM Luck, M. Barthelemy, Tracking random walks, [arXiv:1704.00480](#)
8. H. Barbosa-Filho, M. Barthelemy, G. Ghoshal, C.R. James, M. Lenormand, "Human Mobility : Models and Applications", [arXiv:1710.00004](#)
9. G. Carra, K. Mallick, M. Barthelemy, "The coalescing colony model : mean-field, scaling, and geometry", [arXiv:1709.08628](#)
10. A Kirkley, H Barbosa, M. Barthelemy, G Ghoshal, Structural invariants in street networks : modeling and practical implications, [arXiv:1709.05718](#)
11. T Louail, M. Barthelemy, Headphones on the wire, [arXiv:1704.05815](#)
12. N. Hanaki, A. Kirman & P. Pezanis-Christou, 2016. "Counter Intuitive Learning : An Exploratory Study", CESifo Working Paper Series 6029, CESifo Group Munich. https://ideas.repec.org/p/ces/ceswps/_6029.html
13. H. Barnard, R. Cowan, A. Kirman & M. Müller, 2016. "Including excluded groups : The slow racial transformation of the South African university system", MERIT Working Papers 024, United Nations University - Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT) <https://ideas.repec.org/p/unm/unumer/2016024.html>

Paru et à paraître

1. A. Kirman with S. Bowles, and Rajiv Sethi "Friedrich Hayek and the Market Algorithm", Journal of Economic Perspectives, 2017, à paraître.
2. A. Kirman avec D. A. Contreras, A. Bondeau, J. Guiot, E. Hiriart, L. Bernard, R. Suarez, and M. Fader. "From Paleoclimate Variables to Prehistoric Agriculture : Using a Process-Based Agroecosystem Model to Simulate the Impacts of Holocene Climate Change on Potential Prehistoric Agricultural Productivity in Provence, France." In Kluiving, Sjoerd, ed. Geoarchaeology Approaches and Methods : Special Issue of Quaternary International, 2017, à paraître.
3. A. Kirman avec D. A. Contreras, J. Guiot, R. Suarez. "Reaching The Human Scale : A Spatial and Temporal Downscaling Approach To The Archaeological Implications of Paleoclimate Data." Journal of Archaeological Science, 2017, à paraître.
4. A. Kirman, "Ants and Non-optimal Self Organization : Lessons for Macroeconomics", Macroeconomic Dynamics, vol 20, pp. 601-621 (2016)
5. A. Kirman, "The Complex Nature of Economic Liberalism", History of Economic Ideas, Fabrizio Serra Editore, Pisa - Roma, vol. 24(3), pages 47-76, 2016
6. A. Vignes, A. Mandel, G. Ballot (2015) "Agent-based Modeling and economic theory : where do we stand?" Journal of Economic Interaction and Coordination (JEIC) pages 1-23 <https://link.springer.com/article/10.1007/s11403-014-0132-6>
7. S. Mignot, A. Vignes (2016) "Enchérir ou négocier : quelle forme préférable de marché?" Revue d'Economie Industrielle, n° 153, 1er trimestre 2016
8. S. Mignot, A. Vignes, S. Saba (2017) : "To trust or to bid? An empirical analysis of social relationships on an exchange market" *à paraître*. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01298872/document> https://www.researchgate.net/publication/314292798_Trust_on_one_market_robustness_on_the_other_understanding_the_coexistence_of_decentralized_and centralized_markets
9. L. Gauvin, A. Vignes and J.-P. Nadal, Journal of Economic Dynamics and Control (JEDC), Volume 37, Issue 7, July 2013, Pages 1300-1321 : "Modeling urban housing market dynamics : can the socio-spatial segregation preserve some social diversity ?" <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165188913000468>
10. M. B. Gordon, J.-P. Nadal, D. Phan and V. Semeshenko, "Entanglement between Demand and Supply in Markets with Bandwagon Goods". Journal of Statistical Physics, Vol. 151, Issue 3 (2013), pp. 494-522.
11. Ch. Borghesi, J. Chiche and J.-P. Nadal, PLoS One 7(7) :e39916, 2012 : "Between order and disorder : a weak law of modern civic involvement ?"
12. H. Berestycki, J.-P. Nadal and N. Rodríguez, Networks and Heterogeneous Media (NHM), Vol. 10, Nber 3, pp. 443-475, September 2015, "A model of riots dynamics : Shocks, diffusion and thresholds"
13. M. Barthelemy, P. Bordin, H. Berestycki, M. Gribaudo, Self-organization versus top-down planning in the evolution of a city, Scientific Reports, 3 :2153 (2013)
14. R Louf, C Roth, M. Barthelemy, Scaling in transportation networks, PLoS One 9 (7), e102007, 2014
15. E. Strano, V. Nicosia, V. Latora, S. Porta, M. Barthelemy, Elementary processes governing the evolution of road networks, Nature Scientific Reports 2 :296 (2012)
16. R. Louf, P. Jensen, M. Barthelemy, Emergence of hierarchy in cost-driven growth of spatial networks, Proc. Natl Acad. Sci. (USA), 110(22) :8824-8829 (2013)
17. M Kivelä, A Arenas, M. Barthelemy, JP Gleeson, Y Moreno, MA Porter, Multilayer networks, Journal of complex networks 2 (3), 203-271, 2014
18. R Louf, M. Barthelemy, Scaling : lost in the smog, Environment and Planning B : Planning and Design 41 (5), 767-769, 2014
19. T. Louail, M. Lenormand, O. Garcia, M. Picornell, R. Herranz, E. Frias-Martinez, JJ Ramasco, M. Barthelemy,

- From mobile phone data to the spatial structure of cities, *Scientific Reports*, 4 :5276 (2014)
20. J Perret, M Gribaudo, M. Barthelemy, Roads and cities of 18th century France, *Scientific data* 2, 2015
 21. T. Louail, M. Lenormand, O. Garcia, M. Picornell, R. Herranz, E. Frias-Martinez, JJ Ramasco, M. Barthelemy, Uncovering the spatial structure of commuting, *Nature Communications*, 6 :6007 (2015)
 22. M Lenormand, M Picornell, OG Cantú-Ros, T Louail, R Herranz, M. Barthelemy, E. Frias-Martínez, M. San Miguel, J J Ramasco, Comparing and modelling land use organization in cities, *Royal Society open science* 2 (12), 150449, 2015
 23. E Strano, S Shai, S Dobson, M. Barthelemy, Multiplex networks in metropolitan areas : generic features and local effects, *Journal of The Royal Society Interface* 12 (111), 20150651, 2015
 24. G. Carra, I. Mulalic, M. Fosgerau and M. Barthelemy, Modeling the relation between income and commuting distances, *Journal of The Royal Society Interface* 13 (119), 20160306 (2016).
 25. R Louf, M. Barthelemy, Patterns of residential segregation, *PloS one* 11 (6), e0157476, 2016
 26. R Gallotti, T Louail, R Louf, M. Barthelemy, Lost in transportation : Information measures and cognitive limits in multilayer navigation, *Science advances* 2 (2), e1500445, 2016
 27. M. Barthelemy, A global take on congestion in urban areas, *Environment and Planning B : Planning and Design* 43 (5), 800-804, 2016
 28. R Gallotti, A Bazzani, S Rambaldi, M. Barthelemy, A stochastic model of randomly accelerated walkers for human mobility, *Nature communications* 7, 12600, 2016
 29. B Lion, M. Barthelemy, Central loops in random planar graphs, *Phys. Rev. E* 95 (4), 042310, 2017
 30. M. Barthelemy, From paths to blocks : New measures for street patterns, *Environment and Planning B : Urban Analytics and City Science* 44 (2), 256-271

★ ★ Mathématiques et sport

Soumis à publication

1. C. Appert-Rolland, H.-J. Hilhorst & A. Aftalion, Nash equilibrium in a stochastic model of two competing athletes, <https://arxiv.org/abs/1709.06460>.

Paru

1. A. Aftalion, How to run 100m? *SIAM Journal of Applied Mathematics*, 77(4), 1320-1334, 2017 <http://epubs.siam.org/doi/10.1137/16M1081919>. Voir aussi SIAM news, <https://sinews.siam.org/Details-Page/run-stem-run>

★ ★ Ethnologie et Musique

1. M. Chemillier, J. Nika, “ Étrangement musical ” : les jugements de goût de Bernard Lubat à propos du logiciel d'improvisation ImproteK, *Cahiers d'ethnomusicologie*, n°28, 2016, pp. 61-80.
2. J. Nika, M. Chemillier, Improvisation musicale homme-machine guidée par un scénario temporel, *Technique et science informatique*, numéro spécial sur l'informatique musicale, vol. 33, n°7-8, 2014, pp. 651-684.
3. M. Chemillier, J. Pouchelon, J. André, J. Nika, La contramétricité dans les musiques traditionnelles africaines et son rapport au jazz, *Anthropologie et Sociétés* 38(1), 2014, pp. 105-137.
4. M. Chemillier, De la simulation dans l'approche anthropologique des savoirs relevant de l'oralité : le cas de la musique traité avec le logiciel ImproteK et le cas de la divination, *Transposition. Musique et sciences sociales* (à paraître 2016).
5. D. Cazau, Y. Wang, M. Chemillier & O. Adam, An automatic music transcription system dedicated to the repertoires of the marovany zither, *Journal of New Music Research*, Volume 45 Issue 4, 2016, pp. 343-360.
6. J. Nika, M. Chemillier Marc, G. Assayag, ImproteK : introducing scenarios into human-computer music improvisation, *ACM Computers in Entertainment*, special issue on Musical metacreation, Volume 14 Issue 2, Summer 2016.
7. M. Chemillier, La machine aksak et les fascinantes formules asymétriques du petit luth de Turquie (à propos du livre de Jérôme Cler : Yayla, musique et musiciens de villages en Turquie méridionale), *L'Homme*, °211, 2014, pp. 129-140.
8. M. Chemillier, Ruse et combinatoire tsigane. De la modélisation informatique dans les répertoires musicaux traditionnels (à propos du livre de Victor A. Stoichita : Fabricants d'émotion. Musique et malice dans un village tsigane de Roumanie), *L'Homme*, °211, 2014, pp. 117-128.
9. B. Bacot, F.-X. Féron, “The creative process of Sculpting the Air by Jesper Nordin. Conceiving and performing a concerto for conductor with live electronics”, *Contemporary Music Review*, vol. 35, n°4-5 : “Gesture-Technology Interaction in Contemporary Music”, Zubin Kanga (dir.), 2016, pp. 450-474
10. J. Caplat, “Savoir-faire ou savoir ? Comment la sélection paysanne questionne le statut des savoirs traditionnels”, in *Histoire & sociétés rurales* n° 46, pp. 125-153, décembre 2016.
11. J. Caplat, “Vous avez dit 'performances agricoles' ?”, in *Revue du MAUSS* n°42, pp.183-189, 2013/2.

12. A. Pras, G. Lavergne. “L'échantillonnage dans l'improvisation : Rencontre de deux instigateurs du free jazz avec un jeune artiste de la scène noire à New York”. *Musicae Scientiae*, vol. 19, issue 4, 617821 (2015) : 1–19.

★ ★ **Neurosciences et Cognition**

Soumis à publication

1. J.-F. Delpech, and S. Ploux, Random vector generation of a semantic space <https://arxiv.org/abs/1703.02031>.
2. S. Ploux S., R. Wang, Z. Zhong, H. Zhao, Y. Xin & B.-L. Lu, Structural Stability of Lexical Semantic Spaces : Nouns in Chinese and French. <https://arxiv.org/abs/1710.04173>.
3. G Bouvier, C Clopath, C Bimbard, J-P Nadal, N Brunel, V Hakim et B Barbour, “Cerebellar learning using perturbations”, bioRxiv, <http://dx.doi.org/10.1101/053785>

Paru et à paraître

1. M. Bastian, S. Lérique, VI Adam, M. S. Franklin, J. W. Schooler, and J. Sackur (2017). Language facilitates introspection : verbal mind-wandering has privileged access to consciousness. *Consciousness and Cognition*, Volume 49, March 2017, Pages 86-97.
2. S. Lérique, “Pour une étude du contexte d'interprétation”, *Travaux de linguistique* 2016/2 (n° 73) pp 45-68, <https://www.cairn.info/revue-travaux-de-linguistique-2016-2.htm>
3. Q. Feltgen, B. Fagard and J.-P. Nadal, “Frequency patterns of semantic change : Corpus-based evidence of a near-critical dynamics in language change”, *Royal Society Open Science*, online 8 Nov. 2017.
4. P. Haag, M.-C. Gay, É. Boujut, E. Osin, A.-S. Bruno, F. Cazalis, P. Vrignaud, R. Shankland, “Perceived stress and physical health among French university PhD students : an exploratory study”, *Pratiques Psychologiques*, online 2 June 2017 <https://doi.org/10.1016/j.prps.2017.04.005>
5. T. Zalla, M. Seassau, F. Cazalis, D. Gras, M. Leboyer, Saccadic eye movements in adults with high functioning autism spectrum disorder, *Autism*, 2016. <https://doi.org/10.1177/1362361316667057>.
6. L. Bonnasse-Gahot and J.-P. Nadal, “Perception of categories : from coding efficiency to reaction times”, *Brain Research*, Vol. 1434 (2012), pp. 47-61.
7. C. Clopath, J.-P. Nadal and N. Brunel, *PLoS Computational Biology* 8(4) : e1002448, 2012 : “Storage of correlated patterns in standard and bistable Purkinje cell models”
8. J. Petitot, 2013. “Neurogeometry of neural functional architectures”, *Chaos, Solitons & Fractals*, 50 (2013) 75–92.
9. M. Favali, G. Citti, A. Sarti, Local and global gestalt laws : A neurally based spectral approach, *Neural Computation*, Vol. 29, No. 2, Pages : 394-422, 2017
10. E. Faure, M. Campana, R. Cunderlik, O. Drblikova, L. Duloquin, R. Keller, B. Lombardot, C. Melani, M. Remesikova, B. Rizzi, T. Savy, G. Recher, C. Zanella, J. Kollar, D. Fabrèges, P. Villoutreix, J. Delile, P. Affaticati, B. Maury, A. Boyreau, I. Colin, S. Desnoulez, J. Nief, P. Calvat, P. Vernier, M. Frain, G. Lutfalla, P. Suret, R. Doursat, A. Sarti, K. Mikula, N. Peyrièras, P. Bourguin, “A workflow to process 3D+time microscopy images of developing organisms and reconstruct their cell lineage”, *Nature Methods*, 7, 2016.
11. M. Favali, S. Abbasi-Sureshjani, B.H. Romeny, and A. Sarti. Analysis of vessel connectivities in retinal images by cortically inspired spectral clustering. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, 56(1) :158-172, 2016
12. G. Citti, B. Franceschiello, G. Sanguinetti, A. Sarti, 'Sub-Riemannian mean curvature flow for image processing', *SIAM Journal Imaging Science*, 9(1), pag 212-237, 2016.
13. G. Cocci, D. Barbieri, G. Citti, A. Sarti, “Cortical spatio-temporal dimensionality reduction for visual grouping”. *Neural Computation* 27 :1252-1293, 2015
14. A. Sarti, G. Citti, The constitution of perceptual units in the functional architecture of V1, *J.Comput. Neuroscience*, 38(2), pp. 285-300, 2015.
15. G. Citti, A. Sarti, A Gauge Field model of modal completion, *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, Vol. 52, N.2, pag. 267-284, 2015.
16. D. Barbieri, G. Citti, A. Sarti, “How uncertainty bounds the shape index of simple cells”, *The Journal of Mathematical Neuroscience*, Vol. 4, N.5, 2014.
17. D. Barbieri, G. Citti, G. Cocci, A. Sarti, A cortical-inspired geometry for contour perception and motion integration. *Journal of Mathematical Imaging and Vision* 49(3) :511-529, 2013.
18. G. Cocci, D. Barbieri and A. Sarti, “Spatio-temporal receptive fields of cells in V1 are optimally shaped for stimulus velocity estimation”, *J. Opt. Soc. Am. A*, 29(1), pp.130-138, 2012
19. D. Barbieri, G. Citti, G. Sanguinetti, A. Sarti, “An uncertainty principle underlying the functional architecture of V1”, *Journal of Physiology Paris*, 106(5-6), pp. 183-193, 2012

★ ★ **Le Temps des populations**

1. N. Bonneuil (accepted ; available online) Population Growth and Nash Equilibria under Viability Constraints in the Commons, *Journal of Optimization Theory and Applications*.

2. N. Bonneuil (accepté) Health Component of Inequalities associated with Income Mobility during the Life Cycle, Social Indicators Research.
3. N. Bonneuil and E. Fursa (2018) Optimal Seasonality of Conception inferred from Marriage and Birth Time Series in Populations with no Contraception. *Mathematical Methods in the Applied Sciences*.
4. N. Bonneuil and R. Boucekkine (2017) Longevity, age-structure, and optimal schooling, *Journal of Economic Behavior and Organization*, 136. 63-75.
5. N. Bonneuil and R. Boucekkine (2017) Viable Nash Equilibria in the Problem of Common Pollution, *Pure and Applied Functional Analysis* 2(3), 427-440.
6. N. Bonneuil and Y. Kim (2017) Precarious employment among South Korean women : Is inequality changing with time? *Economic and Labour Relation Review* 28(1), 20-40.
7. N. Bonneuil and E. Fursa (2017) Learning Hygiene : Mortality Patterns by Religion in the Don Army Territory (Southern Russia), 1867-1916, *Journal of Interdisciplinary History* XLVII : 3, 287-332.
8. N. Bonneuil (2017) Maintain and acquire : the viability principles in population economics, *Revue d'économie politique* 127(2), 153-172
9. N. Bonneuil (2017) Reconstruction of populations by stochastic optimization : sensitivity analysis. *Mathematical Population Studies* 24(3) pp. 181-189
10. N. Bonneuil (2016) Arrival of courtly love : moving in the emotional space, *History and Theory* 55,2 (May), pp. 253-269.
11. N. Bonneuil and R. Boucekkine (2016) Optimal transition to renewable energy with threshold of irreversible pollution, *European Journal of Operational Research* 248, 257-262.
12. N. Bonneuil (2015) Emotions as Dynamic Systems in Viability Sets, *Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems* 21(5), 460-479.
13. N. Bonneuil and M. Martini (2015) Career Advancement in a Family-owned French Construction Firm under Changing Labor Legislation and Market Demand, 1946-1985, *Family Business Review* 28(1), 41-59.
14. N. Bonneuil and R. Boucekkine (2014) Viable Ramsey economies, *Canadian Journal of Economics* 47(2), 422-441.
15. N. Bonneuil (2014) Morphological Transition of Schooling in 19th century France, *Journal of Mathematical Sociology* 38, 95-114.
16. N. Bonneuil and E. Fursa (2013) Secularisation and confessional components of the seasonality of marriage in South Russia, 1867-1916, *Continuity and Change* 28(1), 51-88.
17. N. Bonneuil (2013) Early warning to insolvency in the pension fund : the French case, *Risks* 1, 1-13.
18. N. Bonneuil (2013) Viability in Population Economics, *Mathematical Economic Letters* 1(1), 17-24.
19. N. Bonneuil (2013) Viabilité, probabilités, induction, *Tracés (éditions de l'ENS)* 24, 71-84.
20. N. Bonneuil and E. Fursa (2012) Optimal Marriage Fitting for Imperfect Data, *Journal of Optimization Theory and Applications* 153, 532-545.
21. N. Bonneuil (2012) Multiallelic Polymorphism Maintained by Unpredictable Migration and Selection, *Journal of Theoretical Biology* 293, 189-196.
22. N. Bonneuil (2012) Maximum under continuous-discrete-time dynamic with target and viability constraints, *Optimization* 61(8), 901-913.
23. N. Bonneuil and B. Bril (2012) The dynamics of walking acquisition, *Infant Behavior and Development* 35, 380-392.
24. N. Bonneuil (2012) Computing Reachable Sets as Capture-Viability Kernels in Reverse Time, *Applied Mathematics* 3(11), 1593-1597.

★ ★ Écologie

Soumis à publication

1. H. Berestycki, A. Zilio, "Predators-prey models with competition : the emergence of territoriality", (2017).
2. H. Berestycki and J. Fang, "Propagation direction of bistable waves in a nonlocal population model", (2017).

Paru et à paraître

1. L. Rossi, A. Tellini, E. Valdinoci, "The effect on Fisher-KPP propagation in a cylinder with fast diffusion on the boundary", to appear on *SIAM J. Math. Anal.* (arXiv:1504.04698v1)
2. H. Berestycki and J. Fang, "Forced waves of the Fisher-KPP equation in a shifting environment", (2017) *Journal of Differential Equations*, in press.
3. M. Alfaro, H. Berestycki, G. Raoul, "The effect of climate shift on a species submitted to dispersion, evolution, growth and nonlocal competition", *SIAM J. Math. Anal.* 49 (2017), 562-596.
4. J. Fang and G. Faye, "Monotone traveling waves for delayed neural field equations", *M3AS*, 26 (2016), 1919-1954.
5. H. Berestycki, J. Coville, H.-H. Vo, "Persistence criteria for populations with non-local dispersion", *J. Math. Biol.* (2015), *J. Math. Biol.* 72 (2016), 1693-1745. <https://doi.org/10.1007/s00285-015-0911-2>.
6. H. Berestycki, J. Bouhours, G. Chapuisat, "Front blocking and propagation in cylinders with varying cross

- section”, *Calculus of Variations and PDE’s*, **55**, 3 (2016), 1–32.
7. H. Berestycki, J.M. Roquejoffre, L. Rossi, “The Shape of Expansion Induced by a Line with Fast Diffusion in Fisher-KPP Equations”, *Comm. Math. Phys.* **343**, 1 (2016), 207–232.
 8. H. Berestycki, T. Jin, L. Silvestre, “Propagation in a non local reaction diffusion equation with spatial and genetic trait structure”, *Nonlinearity*, **29**, 4 (2016), 1434–1466.
 9. H. Berestycki, J.M. Roquejoffre, L. Rossi, “Travelling waves, spreading and extinction for Fisher-KPP propagation driven by a line with fast diffusion”, *Nonlinear Analysis*, **137** (2016), 171–189.
 10. A. Tellini, “Propagation speed in a strip bounded by a line with different diffusion”, *J. Differential Equations* **260** (2016), 5956–5986.
 11. H. Berestycki, A.C. Coulon, J.M. Roquejoffre, L. Rossi, “The effect of a line with non-local diffusion on Fisher-KPP propagation”, *Math. Meth. Model. Anal.*, **25**, 13 (2015), 2519–2562.
 12. G. Faye and M. Holzer, “Modulated traveling fronts for a nonlocal Fisher-KPP equation : a dynamical system approach”, *J. of Differential Equations*, **258**, issue 7 (2015), 2257–2289.
 13. H-H. Vo, “Persistence versus extinction under a climate change in mixed environments”, *J. Differential Equations*. **259** (2015), no. 10, 4947–4988.
 14. H. Berestycki, L. Desvillettes, O. Diekmann, “Can climate change lead to gap formation?”, *Ecological Complexity*, **20** (2014), 264–270.
 15. H. Berestycki, A.C. Coulon, J.M. Roquejoffre, L. Rossi, “Speed-up of reaction-diffusion fronts by a line of fast diffusion”, *Séminaire Laurent Schwartz, EDP et applications (2013-2014)*, Exp. No. 19, 25 p.
 16. H. Berestycki, J.M. Roquejoffre, L. Rossi, “Fisher-KPP propagation in the presence of a line : further effects”, *Nonlinearity*, **26** (2013), 2623–2640.
 17. H. Berestycki, G. Chapuisat, “Traveling fronts guided by the environment for reaction-diffusion equations”, *Networks and Heterogeneous Media*, **8** (2013), 79–114.
 18. H. Berestycki, J.M. Roquejoffre, L. Rossi, “The influence of a line with fast diffusion on Fisher-KPP propagation”, *J. Math. Biology*, **66** (2013), 743–766.

★ ★ Théorisation géométrique en sciences physique et du vivant

1. L. Boi, Un exemple de morphogenèse mathématique dans le monde vivant : l’éversion topologique et le processus de gastrulation, *Scripta Philosophicæ Naturalis*, 2 (2012), 231-255.
2. L. Boi, Réflexions épistémologiques à propos de la perception spatiale, *Metodo*, 1 (1), 2013, 1-26.
3. L. Boi, Les formes végétales : quelques réflexions scientifiques et philosophiques, *Scripta Philosophicæ Naturalis*, 6 (2014), 35-56.
4. L. Boi, Riflessioni filosofiche sui concetti di complessità e identità, *Complessità*, 11 (2), 2016, 28-55.
5. L. Boi, El entrelazamiento y el nudo como metáforas de la interacción entre arte y ciencia, *Estudio*, 22 (2016), 7-25.
6. L. Boi, Spazi e torsioni. Rapporti e linguaggi tra matematica, arte e architettura, *Prometeo*, 33 (130), 2015, 66-77.
7. L. Boi, Spazi geometrici e spazi abitati, *Prometeo*, 33 (131), 2015, 68-79.

C – Pôle Télédétection et Géomatique

1. R. Ragala, Geo-prospective simulation of land cover and urban sprawl : the case of Tangier city of Morocco on 2020. *Photo Interprétation / European Journal of Applied Remote Sensing*, volume 52, numéro 1, 2017 (à paraître)
2. Fouache E., Rocco R., Mirzaakhmedov D., Ragala R., Dupays M., Vella C., Fleury J., Andrieu P.V., Zink A., Porto E., Brunet F. The Role of Catastrophic Floods Generated by Collapse of Natural Dams Since the Neolithic in the Oases of Bukhara and Qaraqöl : Preliminary Results. *Technical Notes, International Journal of Geohazards and Environment*, 2(3) : 150-165, 2016 <http://ijge.camdemia.ca>
3. R. Ragala, 2015 - Pèlerinages judéo-musulmans à Ouezzane : un patrimoine marocain d’exception. In : *La géographie, terre des hommes*, n° 1556, éd. Société de Géographie, Paris, pp. 30-33.
4. M. Aouragh, B. Lacaze, M. Hotyat, R. Ragala, A. El Aboudi, 2013 - Cartographie et suivi de la densité des arbres de l’arganeraie (Sud-Ouest du Maroc) à partir d’images de télédétection à haute résolution spatiale. In : *Revue française de photogrammétrie et de télédétection*, n° 203, pp. 3-9.

• Articles de synthèse / revues bibliographiques

★ ★ *Systèmes complexes : Modélisation*

1. A. Kirman, “Complexity and Economic Policy : A Paradigm Shift or a Change in Perspective? A Review Essay on David Colander and Roland Kupers’s Complexity and the Art of Public Policy”, *Journal of Economic Literature*, vol. 54(2), pages 534-72, June 2016

2. R. Conte, N. Gilbert, C. Cioffi-Revilla, G. Deffuant, J. Kertesz, V. Loreto, S. Moat, J.-P. Nadal, A. Sanchez, A. Nowak, A. Flache, M. San Miguel, D. Helbing, “Manifesto of computational social science”, Eur. Phys. J. Special Topics 214, 325-346 (2012) – discussion paper.
3. Traduction en portugais, mêmes auteurs : Manifesto de Ciência Social Computacional, Mediações-Revista de Ciências Sociais 18 (1), 20-54, 2013
4. M. Salgado, A. Mascareño, G. A. Ruz and J.-P. Nadal, “Models of Contagion : Towards a Theory of Crises Propagation”, Discussion paper, 2016, Submitted.

★ ★ *Ethnologie et Musique*

5. M. Chemillier, compte-rendu du livre de Dana Rappoport, Chants de la terre aux trois sangs. Musiques rituelles des Toraja de l’île de Sulawesi, Indonésie. Cahiers d’ethnomusicologie, 25, 2012, pp. 301-306.
6. B. Bacot, “Mark J. Butler, Playing with Something That Runs. Technology, Improvisation, and Composition in DJ and Laptop Performance”, Transposition. Musique et sciences sociales, n°6, “Lignes d’écoute, écoute en ligne”, Stéphan-Éloïse Gras et Peter Szendy (dir.), 2016. <http://transposition.revues.org/1453>.
7. B. Bacot, “Delta T : aux confluences de la musique”, La Revue des revues, n°57, Paris : Ent’revues, 2017, pp. 125-127.
8. B. Bacot, “Un parcours dans Circuit”, La Revue des revues, n°54, Paris : Ent’revues, 2015, pp. 82-85.

• **Autres articles (articles publiés dans des revues professionnelles ou techniques, etc.)**

★ ★ *Pôle Télédétection et géomatique*

1. E. Mermet, A. Varet-Vitu, Paris et son réseau de rues pour une spatialisaton des adresses historiques, fin XVIIIè siècle, article technique, conférence ESRI, octobre 2016.

2. Ouvrages

• **Monographies et ouvrages scientifiques**

★ ★ *Mathématiques discrètes*

1. J. Nešetřil, P. Ossona de Mendez, Sparsity (Graphs, Structures, and Algorithms), volume 28 of Algorithms and Combinatoric, Springer, 2012 (465 pages) – ouvrage primé.

★ ★ *Neurosciences et Cognition*

2. F. Berardi, A. Sarti, RUN Morphogenesis, Documenta Kassel Publisher, 2012.
3. G. Citti, L. Grafakos, C. Pérez, A. Sarti, X. Zhong, Harmonic and Geometric Analysis, Birkhauser Basel Pub., 2015.
4. A. Sarti, F. Montanari, F. Galofaro ed., “Individuation and Morphogenesis”, Springer 2015.
5. G. Citti, A. Sarti, “Neuromathematics of Vision”, Springer 2014.

★ ★ *Systèmes complexes : Modélisation*

6. M. Barthelemy, “The Structure and Dynamics of Cities”, Cambridge Univ. Press, 2016 (<https://doi.org/10.1017/9781316271377>).
7. A. Kirman, “Vilfredo Pareto : Il Padre de la Scienza Economica?”, Luiss Univ. Press, Rome 2014
8. A. Kirman, “The Great Illusion : The complex origins of our economic problems”. Forthcoming, Princeton University Press 2017-2018

★ ★ *Théorisation géométrique en sciences physique et du vivant*

9. L. Boi, “Pensare l’Impossibile. Dialogo infinito fra arte e scienza”, Springer-Verlag, Milan, 2012.

• **Edition scientifique, direction d’ouvrages**

△ *Direction de revues*

1. N. Bonneuil, Editor-in-chief, Mathematical Population Studies, Taylor and Francis Science Publisher (classé SSCI, A, par l’AERES).
 2. P. Ossona de Mendez & P. Rosentiehl, Editors-in-chief, European Journal of Combinatorics, Elsevier.
- △ *Participation à des comités éditoriaux : voir le Rapport d’activité.*

△ *Direction de collections et de séries*

1. P. Ossona de Mendez, Series Editor, Book Series Discrete Mathematics and Its Applications, CRC Press.
2. A. Sarti, Series Editor, Lecture Notes in Morphogenesis, Springer Nature
3. L. Boi, Direction de Collection, Philosophia Naturalis et Geometricalis, Peter Lang, depuis 2002

△ *Direction d’ouvrages*

1. A. Machí, J. Nešetřil, P. Ossona de Mendez, and J.L. Ramírez Alfonsín. European Journal of Combinatorics, 33(3). Topological and Geometric Graph Theory special issue, 2012.
2. J. Petitot, 2012 (ed. with Ph. Nemo). Storia del liberalismo in Europa, Rubbettino, Soveria Mannelli
3. G. Citti, A. Sarti Eds., Neuromathematics of Vision, Springer Publisher 2014.
4. A. Sarti, F. Montanari, F. Galofaro Eds., Individuation and Morphogenesis, Springer Publisher, 2015.
5. F. Cazalis, supervision éditoriale et scientifique de : Daniel Andler “La silhouette de l’humain”, Gallimard, collection NRF essais, mars 2016.

6. A. Kirman & D.S. Wilson eds, Complexity and Economics : Towards a New Synthesis for Economics, Cambridge MA, MIT press, 2016.

• **Chapitres d'ouvrage**

★ ★ *Mathématiques discrètes*

1. H. de Fraysseix and P. Ossona de Mendez. Handbook of Graph Drawing and Visualization, chapter 19 (PI-GALE), pages 599-620. Discrete Mathematics and Its Applications. CRC Press, 2013.
2. R. Galian, P. Hliněný, J. Nešetřil, J. Obdržálek, P. Ossona de Mendez, and R. Ramadurai. When trees grow low : Shrubs and fast MSO_1 . In MFCS 2012, volume 7464 of Lecture Notes in Computer Science, pages 419-430. Springer-Verlag, 2012

★ ★ *Ethnologie et Musique*

3. M. Chemillier, Jazz et... musiques électroniques, Philippe Carles, Alexandre Pierrepont (éds.), Polyfree. La jazzosphère (et ailleurs) : une histoire récente (1970-2015), Paris, Outre Mesure, chapitre 3, pp. 43-54, 2016.
4. D. Cazau, M. Chemillier, O. Adam, Design of an Automatic Music Transcription System for the Traditional Repertoire of the Marovany Zither from Madagascar : Application to Human-Machine Music Improvisation with ImproteK, Petros Kostagiolas, Konstantina Martzoukou, Charilaos Lavranos (eds.), Trends in Music Information Seeking, Behavior, and Retrieval for Creativity, IGI Global, chapter 10, pp. 205-227, 2016.
5. B. Bacot, "Infra-sons et basses fréquences. Le tangible dans l'écoute et la matérialité du studio", Où va la musique? Numérimorphose et nouvelles expériences d'écoute, Philippe Le Guern (dir.), Paris : Presses des Mines, 2016, pp. 197-211.

★ ★ *Systèmes complexes : Modélisation*

6. A. Kirman, "General Equilibrium Theory", Chapter 18 In Handbook On The History of Economic Analysis Volume III, Ed. G. Faccarello, and H. D. Kurz, E. Elgar, Cheltenham (2016)
7. A. Kirman, "The Economy as a Complex System", Chapter 1 in (Y Aruka and A. Kirman) eds, Foundations for Social Complexity Science : Theory, Sentiments, and Empirical Laws, Springer Nature Singapore Ltd. 2017
8. S. Bougheas and A. Kirman, Complex Financial Networks and Systemic Risk : A Review, in Complexity and Geographical Economics : Topics and Tools, Editors : Commendatore, Pasquale, Kayam, Saime, Kubin, Ingrid (Eds.) Springer International, Basel, 2018
9. A. Kirman and S. Bougheas, "Looking Ahead II", in The Economy as a Complex Spatial System, Commendatore, et al Eds. Springer, 2018

★ ★ *Écologie*

10. L. Roques, J.-P. Rossi, H. Berestycki, J. Rousselet, J. Garnier, J.-M. Roquejoffre, L. Rossi, S. Soubeyrand, C. Robinet, "Modeling the spatio-temporal dynamics of the pine processionary moth", in Processionary Moths and Climate Change : An Update, Springer (2014), 227-263.

★ ★ *Neurosciences et Cognition*

11. F. Cazalis & S. Granon, "Cognition dans les expériences de nature", in "Le souci de la nature. Apprendre, inventer, gouverner", coordonné par C. Fleury et A.C. Prévot (éditions du CNRS), Avril 2017
12. F. Cazalis, "Approche biomédicale", in Yvon D. (Ed.), "A la découverte de l'autisme", Dunod, 2014
13. Q. Feltgen, B. Fagard and J.-P. Nadal, "Modeling Language Change : The Pitfall of Grammaticalization", Chapter 3 in La Mantia F., Licata I., Perconti P. (Eds.), "Language in Complexity : The Emerging Meaning", Lect. Notes in Morphogenesis, Springer (ISBN 978-3-319-29481-0), 2016, pp. 49-72.
14. J.-P. Nadal, "Complexité du codage neuronal", et J. Petitot, "La simplicité de la notion géométrique de jet", in *Complexité - Simplicité*, ouvrage dirigé par Alain Berthoz et Jean-Luc Petit, Collège de France 2014 (ISBN électronique : 9782722603301).
15. J. Petitot, 2014 "Landmarks for neurogeometry", Neuromathematics of Vision, (G. Citti, A. Sarti eds), Springer, Berlin, Heidelberg, 1-85, 2014
16. J. Petitot, 2013, "Towards a nonstandard model for neurogeometry, Des Nombres et des Mondes (E. Benoît, J-Ph. Furter eds), Hermann, Paris, 99-118.
17. J. Petitot, 2014 "La simplicité de la notion géométrique de jet", Simplicité-Complexité (A. Berthoz, J-L. Petit eds), Leçons du Collège de France, Paris, OpenEdition Books
18. A. Sarti, D. Barbieri, "Neuromorphology of meaning", in "Quantitative and qualitative practices in contemporary semiotic research", ed. Dario Compagno, Springer publisher 2017.
19. A. Sarti, D. Piotrowski, "Individuation and Semiogenesis : an interplay between geometric harmonics and structural morphodynamics", in "Individuation and Morphogenesis", Springer Publisher, 2015.
20. G. Citti, A. Sarti, "Models of the visual Cortex in Lie groups", in "Harmonic and Geometric Analysis", edited by G. Citti, L. Grafakos, C. Pérez, A. Sarti, X. Zhong, Birkhauser Basel. 2015. <http://www.springer.com/birkhauser/mathematics/book/978-3-0348-0407-3>
21. G. Citti, A. Sarti, "From functional architectures to percepts : a neuromathematical approach", in "Neuromathematics of Vision", edited by G. Citti, A. Sarti, pag. 131-171 Springer 2014.

★ ★ *Théorisation géométrique en sciences physique et du vivant*

22. L. Boi, Imagination and visualization of geometrical and topological forms in space : about some formal, pictorial and perceptual aspects of mathematics, in *The Philosophy of Science — Challenges and Tasks*, Dokumenta, O. Pombo and J. C. Santos (eds.), Lisbon, 2016, 224-263.
23. L. Boi, Asymmetries, Irreversibility, and Dynamics of Time, in *Direction of Time*, S. Albeverio and P. Blanchard (eds.), Springer, Heidelberg/Berlin, 2014, 96-116.
24. L. Boi, Looking the World from Inside : Intrinsic Geometry of Complex Systems, in *Science : Image in Action, Science and Culture – Astrophysics series*, B Zavidovique & G. Lo Bosco (eds.), World Scientific, Singapore, 2012, 173-198.
25. L. Boi, The Interlacing of Upward and Downward Causation in Complex Living Systems : On Interactions, Self-Organization, Emergence and Wholeness, in *Philosophical and Scientific Perspectives on Downward Causation*, M. Paolini Paoletti and F. Orilia (eds.), Routledge, London, 2017, 180-203.
26. L. Boi, Remarks on the geometry of complex systems and self-organization”, in *Complexità e riduzionismo*, G. Fano, E. Giannetto, G. Gianini, P. Graziani (eds.), *Isonomia*, 2 (2012), 21-36.
27. L. Boi, Il fenomeno della creazione e il linguaggio matematico dei nodi, in *Perù frontiera del mondo*. M. Vargas Llosa e J.E. Eielson : dalle radici all’impegno cosmopolita, M. Canfield (ed.), Editions Firenze University Press, 2013, 97-128.
- ★ ★ *Pôle Télédétection et géomatique*
28. F. Megdiche-Kharrat F., R. Ragala, M. Moussa, 2016. Aqueducts in the Sultanate of Oman : Sustainable Water Supplying Systems for Oases Cities. In A. N. Angelakis, E. Chiotis, S. Eslamian & H. Weingartner (Eds.), *Underground Aqueducts Handbook*. Boca Raton, U.S. : CRC Press, Taylor & Francis Group, pp. 197-209.
29. M.K. Fairouz, M. Moussa, R. Ragala, 2015 – Regard sur les paysages des sociétés hydrauliques du Moyen-Orient à travers les techniques de médiation identifiables à Nizwa (Oman) : aflaj et qanats. In : *Alternatives éco paysagères dans les régions méditerranéennes, ouvrage interuniversitaire transdisciplinaire à comité de lecture internationale*. Éd. Unité de Recherche “Horticulture, paysage, Environnement”, ISA-IRESA, Université de Sousse, pp. 315-328.
30. M. Bunel, C. Ducruet, F. Bahoken, C. Lagesse, E. Mermet, B. Marnot, 2017, Geovisualization of vessel movement data. Mapping the sail-to-steam shipping transition. In : *Advances in Shipping Data Analysis and Modeling*, Edited by Cesar Ducruet, Routledge, à paraître.

3. Colloques/congrès (édition, actes,...)

• Éditions d’actes de colloques/congrès/numéros spéciaux

★ ★ *Systèmes complexes : Modélisation*

1. Vignes A., Mandel A., 2015 - Special Issue on the 17th Workshop on Economics and Heterogeneous Interacting Agents, 2012.

• Articles publiés dans des actes de colloques/congrès

★ ★ *Mathématiques discrètes*

1. R. Ganian, P. Hliněný, J. Nešetřil, J. Obdržálek, P. Ossona de Mendez, and R. Ramadurai. When trees grow low : Shrubs and fast MSO1. In *MFCS 2012*, volume 7464 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 419-430. Springer-Verlag, 2012.
2. J. van den Heuvel, P. Ossona de Mendez, R. Rabinovich, and S. Siebertz. On the generalised colouring numbers of graphs that exclude a fixed minor. *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, 49 :523 - 530, 2015.
3. J. Nešetřil and P. Ossona de Mendez. Structural limits and approximations of mappings. *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, 49 :531-539, 2015.

★ ★ *Systèmes complexes : Humanités digitales*

4. C-C. Chen and C. Roth : The dynamics of referencing in Wikipedia. *WikiSym’12 8th International Conference on Wikis and Open Collaboration*, Linz, Austria, Aug 27-29, ACM 2012.
5. T. Menezes, C. Roth, “Finding generators for alliance networks”, *Proc. 8th Conference of the European Social Simulation Association*, Salzburg, Austria, September 2012

★ ★ *Systèmes complexes : Modélisation*

6. M. B. Gordon, J.-P. Nadal, D. Phan and V. Semeshenko, “Pricing of Goods with Bandwagon Properties : The Curse of Coordination” in *Econophysics of Agent-Based Models*, Chap. 13 pp. 229-232, Springer, 2014 (proceedings of *Econophys-Kolkata VII*, Kolkata, India).

★ ★ *Ethnologie et Musique*

7. J. Nika, M. Chemillier, G. Assayag, “Guider l’improvisation musicale homme-machine : une synthèse sur le système ImproteK” , *Journées d’informatique musicale JIM 2016*, Albi, 2016.
8. J. Nika, D. Bouche, J. Bresson, M. Chemillier, G. Assayag, “Guided improvisation as dynamic calls to an offline model” , *Sound and Music Computing conference SMC 2015*, Maynooth, 2015.
9. J. Nika, J. Echeveste, M. Chemillier, J.-L. Giavitto, “Planning Human-Computer Improvisation” , *Procee-*

- dings of the International Computer Music Conference ICMC 2014, Athens, 2014.
10. D. Cauzau, A. Olivier, M. Chemillier, Système de captation optique pour la transcription automatique de la musique de cithare malgache marovany, Journées d’informatique musicale JIM 2013, Saint-Denis, 2013, pp. 51-58 (en ligne).
 11. J. Nika, M. Chemillier, “ImproteK, integrating harmonic controls into improvisation in the filiation of OMax” , Proceedings of the International Computer Music Conference ICMC 2012, Ljubljana, 2012, pp. 180-187.
 12. J. Nika, M. Chemillier, “ImproteK : intégrer des contrôles harmoniques pour l’improvisation musicale dans la filiation d’OMax” , Journées d’informatique musicale JIM 2012, Mons, Belgium, 2012, pp. 147-155.
- ★ ★ *Neurosciences et Cognition*
13. S. Chandra, M. Eldridge, F. Hartmann, N. Matsumoto, B. Richmond and J.-P. Nadal, “Categorical perception in monkeys : modeling implicit learning of discrete categories” BMC Neuroscience 2013, 14 (Suppl 1) : P288 (Twenty Second Annual Computational Neuroscience Meeting : CNS*2013)
 14. B. Barbour, G. Bouvier, C. Clopath, C. Bimbard, J.-P. Nadal, N. Brunel and V. Hakim, “Cerebellar learning using perturbations”. Abstract published online 07 Feb 2017 as a Frontiers Cell. Neurosci. Conference Abstract.
 15. J. Petitot, 2013 “Complexity and self-organization in Turing”, The Legacy of A.M. Turing, (E. Agazzi, ed.), Proceedings of the International Academy for the Philosophy of the Sciences Conference, September, 25-28, 2012, University of Urbino, Franco Angeli, Milano, 149-182, 2013. <http://arxiv.org/abs/1502.05328v1>
- ★ ★ *Pôle Télédétection et géomatique*
16. M.K. Fairouz, M. Moussa, R. Ragala, 2015 – Assessing Qanat Water Governance in terms of Sustainability, Equity and Integrity : the case Study of Ghassem Abad Qanat in Yazd Province, Iran. In : Proceedings IWA Workshop on Evolution of Qanat and Relevant Hydraulic Technologies, November 2015, UNESCO-ICQHS, pp. 219-231.
 17. J. Passini, E. Mermet, A. Paget, 2017, Analisis de los trazados de los arroyos y rios de la ciudad de Toledo : la maquina hidraulica citada por al-Irdisi, Agua en Toledo colloquio, à paraître.
 18. L. Herment, E. Mermet, 2017, Off-farm Fertilizers, commercial networks in France in the middle of the nineteenth century, Agrioclimetrics, à paraître.

• **Autres produits présentés dans des colloques / congrès et des séminaires de recherche**

- ★ ★ *Ethnologie et Musique*
1. M. Chemillier, G. Assayag, J. Nika, B. Lubat, atelier-concert en co-improvisation, colloque Arts et sciences, de nouveaux domaines pour l’informatique, Collège de France, 27 mai 2016.
 2. M. Chemillier, B. Lubat & Velonjoro, conférence-démo du logiciel ImproteK, journée Jazz et improvisation(s) à Madagascar organisée par l’IRD, l’Agence universitaire de la francophonie et l’Institut français à Madagascar, Institut de Civilisation, Musée d’Art et d’Archéologie, Isoraka.
 3. M. Chemillier, Computer improvisation, metrical structures and phrasing, 2nd Rhythm Workshop, New York University at Abu Dhabi, October 15, 2014.
 4. M. Chemillier, Beat Detection And Computer Improvisation in Traditional Music From Madagascar, Analytic Approaches To World Music AAWM, session on Meter And Micro-Timing, SOAS, London University, July 1st, 2014.
 5. M. Chemillier, Ethnomusicologie et science studies, colloque Technologies, son, sociétés, clôture du projet IMPROTECH (ANR-09-SSOC-068) organisé par le CREM, Tatihou, 14 juin 2013.
 6. M. Chemillier, Where Is The Beat ?, 1st Rhythm Workshop, New York University at Abu Dhabi, March 19, 2013.
 7. M. Chemillier, The ImproteK Project, workshop ImproTech Paris-New York 2012 : Improvisation & Technology, New York University, May 17, 2012.
 8. M. Chemillier & CK Zana-Rotsy, La musique traditionnelle de Madagascar et ses prolongements dans le jazz et la world music, conférence-démo en duo guitare-chant et ordinateur, Musée d’ethnographie de Genève, 22 mars 2017.
 9. M. Chemillier & CK Zana-Rotsy, Une machine de jazz, conférence-démo en duo guitare-chant et ordinateur, colloque Animal, jazz, machine, Université Paris 3, Centre Wallonie Bruxelles à Paris, 24 novembre 2016.
 10. M. Chemillier & CK Zana-Rotsy, La virtuosité du jazz vue à travers le prisme de sa simulation informatique réalisée avec le logiciel ImproteK, conférence-démo en duo guitare-chant et ordinateur, colloque Interprétation et technologie : performance et virtuosité, Université Rennes 2, 6 octobre 2016.
 11. M. Chemillier & CK Zana-Rotsy, Aspects rythmiques d’ImproteK, conférence-démo en duo guitare-chant et ordinateur, Workshop On Dynamics Of Creative Improvisation, LaBRI, Université de Bordeaux, 8 juillet 2016.
 12. M. Chemillier & Bernard Lubat, Rythme, improvisation et machines, conférence-concert, Centre universitaire de Dembeni, Mayotte, 12 mai 2016.
 13. M. Chemillier & CK Zana-Rotsy, Improvisation et interaction, conférence et démo en duo guitare-chant/ordinateur, journée MaMuPhi sur la théorie mathématique des catégories, IRCAM, 12 décembre 2015.

14. M. Chemillier, intervention à l’atelier de rencontre EHESS/INRIA, mercredi 4 novembre 2015.
15. M. Chemillier, intervention au séminaire Muséologie et muséographie, séance Histoire et devenir des modes d’évaluation et de critique, IRI, Centre Pompidou, 16 juin 2015.
16. M. Chemillier, Automatic Music Improvisation : The ImproteK Project, conférencier invité et démo avec Charles Kely, cithare et Kilema, hochet, colloque Folk Music Analysis FMA 2015, Université Pierre et Marie Curie, 11 juin 2015.
17. M. Chemillier, Modèle, mémoire, identification : étude comparée des répertoires de harpe nzakara et de cithare malgache, colloque Musique et mémoire en contexte oral, CREM, Univ. Paris 10, Nanterre, 01/06/2015.
18. M. Chemillier, Des jeux aux maths, journée d’étude EHESS / MENESR Le marché des objets communicants, les jeux et l’éducation, 7 avril 2015.
19. M. Chemillier, Ethnomathématiques et enquête de terrain, journée d’étude Influence de la culture sur les pratiques d’enseignement-apprentissage du français et des mathématiques, FRED et IREM, Université de Limoges, 20 février 2015.
20. M. Chemillier, Modélisation et simulation de l’improvisation musicale, colloque Humanités numériques, EHESS, Paris, 19 mai 2014.
21. M. Chemillier, L’anthropologie de la danse et la controverse du “vrai” jazz, intervention au séminaire L’anthropologie au miroir de ses controverses, EHESS, 10 février 2014.
22. M. Chemillier, La preuve dans la divination à Madagascar, colloque de Rochebrune, 19 janvier 2013.
23. A. Pras, G. Lavergne. “To see within electronic and percussion improvisations”, 9th Conference on Interdisciplinary Musicology – CIM14, National Institute for Music Research, Berlin.
24. J. Caplat, “L’accordéon diatonique en Bretagne, un savoir traditionnel en mutation”, Communication dans les Journées doctorales d’ethnomusicologie 2015, à Paris le 10 octobre 2015.
25. J. Caplat, “Savoir-faire ou savoirs paysans - Les gens de la terre face au pouvoir scientifique : l’exemple de la sélection végétale”, Communication dans le colloque “Les petites gens de la terre - Paysans, ouvriers et domestiques du néolithique à 2014”, à Caen du 8 au 10 octobre 2014.
26. J. Caplat, “L’enseignement de l’accordéon diatonique en Bretagne : entre savoir traditionnel et reconnaissance institutionnelle”, Communication dans les Journées doctorales d’ethnomusicologie 2013, à Paris le 18 octobre 2013.

4. Développements instrumentaux et méthodologiques

Prototypes et démonstrateurs

* * *Ethnologie et Musique*

1. M. Chemillier, J. Nika : Prototype, logiciel ImproteK, 2009-2016.
2. M. Chemillier : Prototype, logiciel Djazz, 2016 <http://digitaljazz.fr/>

* * *Neurosciences et Cognition*

3. F. Cazalis : Jeu vidéo Stop Bus, en cours de réalisation (2017)

Plateformes et observatoires

* * *Systèmes complexes : Humanités digitales*

- Projets pilotés par D. Chavalarias, avec l’ISC-PIF (<https://iscpif.fr/>).
1. **Community explorer** (<http://communityexplorer.org>), plate-forme de cartographie de communautés utilisée par plus de 2000 chercheurs dans le domaine des systèmes complexes.
 2. **Cartographie des risques** (<http://risk.iscpif.fr>), plate-forme issue d’une collaboration avec AXA Research Fund autour de la cartographie de la littérature sur le risk.
 3. **Tweetoscope Climatique** (<http://tweetoscope.iscpif.fr>), plate-forme développée en partenariat avec Universciences à l’occasion de la COP21 pour l’analyse de la littérature, des messages Twitter et des contenus web parlant de changement climatique. Cette plate-forme a fait partie de l’exposition Le Climat à 360° à la Cité des Sciences et de l’Industrie, octobre 2015 – mars 2016.
 4. **Politoscope** (<http://politoscope.org>), plate-forme développée en partenariat avec Universciences à l’occasion de l’élection présidentielle française pour l’analyse des prises de parole des candidats et de leurs communautés politiques. Cette plate-forme fait partie de l’exposition TERRA DATA à la Cité des Sciences et de l’Industrie, avril 2017 – janvier 2018.

5. Produits et outils informatiques

Logiciels, codes source

* * *Systèmes complexes : Humanités digitales*

1. D. Chavalarias, A. Delanoë : Gargantext (2016), plateforme collaborative de fouille de texte : <http://gargantext.org>
2. S. Lérique : Gistr, Plateforme d’expérimentation “in vitro” sur l’évolution du contenu, Code source : <http://>

- github.com/interpretation-experiment/gistr-app/wiki. Site de démonstration : <https://gistr.io/>, documentation complète sur : <https://osf.io/k7d38>
3. T. Menezes, C.C. Chen, C. Roth : Graphbrain, plateforme de représentation d’hypergraphes socio-sémantiques disponible sur : <http://graphbrain.algopol.huma-num.fr>, code open-source disponible sur : <http://github.com/graphbrain/graphbrain>
 4. T. Menezes, C. Roth : synthetic, logiciel de régression symbolique de lois génératives pour des graphes empiriques, utilisé dans l’article Menezes & Roth 2014, dcode open-source disponible sur : <https://github.com/telmomenezes/synthetic>
- ★ ★ *Pôle Télédétection et géomatique*
5. E. Mermet : Développements de plugins Python pour Qgis

Bases de données / cohortes

- ★ ★ *Systèmes complexes : Humanités digitales*
1. D. Chavalarias : Base de données de toutes les P-valeurs de la littérature biomédicale sur 30 ans (cf. article JAMA associé).
- ★ ★ *Systèmes complexes : Modélisation*
2. L. Bonnasse-Gahot, M.-A. Depuiset, M. B. Gordon, J.-P. Nadal, S. Roché : Base de données sur les émeutes de 2005 en France.
 3. A. Vignes : Base de données sur les marchés du poisson en France (partenariat avec France-Agrimer).
 4. A. Vignes : Base de données Carrières et Rémunérations au Ministère de l’Environnement, de l’Energie et de la Mer (partenariat).
- ★ ★ *Neurosciences et Cognition*
5. S. Ploux : Bases lexicales issues des Atlas sémantiques (<http://dico.isc.cnrs.fr/>), transmission aux laboratoires et universités sur demande. A ce jour : Université de Tunis, École d’art Le Fresnoy.

6. Brevets, licences et déclarations d’invention

- ★ ★ *Systèmes complexes : Humanités digitales*
- D. Chavalarias, licences logiciel libre GNU AGPLv3 pour :
1. Gargantext, <http://gargantext.org>
 2. Community Explorer, <http://communityexplorer.org>
 3. TinawebJS, <https://iscpif.fr/chavalarias/projects/tinasoft/>

7. Produits des activités didactiques

• Activités de formation et d’enseignement

- ★ ★ *Analyse et équations aux dérivées partielles*
1. H. Berestycki, Cours Equations de réaction - diffusion et dynamiques de populations biologiques, M2 Mathématiques & Applications, UPMC.
- ★ ★ *Systèmes complexes : Humanités digitales*
2. D. Chavalarias Master 2 Médecine Legale et Médecine Sociale, Faculté de médecine de Paris 13; Master 2 Action Publique & Big Data, ENPC
 3. D. Chavalarias, Contribution aux formations “JEDI” données par l’ISC-PIF (ex : formation text-mining) – formations gratuites et ouvertes à tout acteur du milieu académique souhaitant se familiariser avec les méthodes systèmes complexes.
 4. D. Chavalarias, C. Roth, MSc Complex Systems Erasmus Mundus (Ecole Polytechnique, 2012) – D. Chavalarias responsable du module Sociologie et Systèmes Complexes.
 5. A. Delanoë, Dissémination et formations pour la plateforme Gargantext, en France (Mines ParisTech, IRS-TEA Montpellier, Univ. de Nice Sophia Antipolis, Univ. Bordeaux 2, Univ. Saint-Etienne), au Maroc (Emines).
 6. C. Roth, BGSS HU Berlin (2012), École thématique CNRS “Etudier les réseaux sociaux”, 10-14/09/2012
- ★ ★ *Systèmes complexes : Modélisation*
7. J.-P. Nadal, A. Vignes, avec J. Randon-Furling (Univ. Paris 1), Cours Méthodes quantitatives et modélisation mathématique, master Humanités numériques de PSL (master créé en 2017)
 8. A. Vignes Cours d’économie, 2ème année cursus d’ingénieurs, Ecole des Ponts, formation Architectes Urbanistes d’État, Ministère de la Culture.
 9. M. Barthelemy, A. Kirman, J.-P. Nadal, A. Vignes, Contribution à un cours d’Economie des Villes et des Territoires à l’ENPC pour les élèves fonctionnaires du corps des Ponts et Chaussée.
 10. A. Kirman, 2015-2017 Cours de doctorat donnés à UNAM Mexico City, Université de Buenos Aires, Univ. Waseda Tokyo, Univ. de Strasbourg, Univ. di Torino, Luiss University Rome, Scuola Superiore Sant Anna Pisa.

- ★ ★ *Ethnologie et Musique*
- 11. M. Chemillier, Cours d’informatique musicale dans le Master ATIAM de l’IRCAM.
- ★ ★ *Neurosciences et Cognition*
- 12. F. Cazalis, Master EdTech (dir. S. Pène), Centre de Recherches Interdisciplinaires, 2015 et 2016
- 13. J.-P. Nadal, enseignements annuels en masters sur la modélisation en neurosciences : Cogmaster (ENS, EHESS, U. Paris Descartes); Neurosciences à l’ENS; M2 Maths Vision Apprentissage (MVA), ENS Paris-Saclay (ex ENS de Cachan).
- ★ ★ *Pôle Télédétection et géomatique*
- 14. E. Mermet, Contribution aux formations en géomatique à l’EHESS; aux formations “JEDI” données par l’ISC-PIF (ex : formation QGIS).
- ★ ★ Par ailleurs, les membres du CAMS contribuent à l’organisation ou co-organisation de 15 séminaires d’enseignement et de recherche de l’EHESS.

• Chapitre d’ouvrage

- ★ ★ *Neurosciences et Cognition*
- J.-P. Nadal, “De l’individu au collectif”, chapitre dans “La Cognition”, Gallimard, à paraître (ouvrage collectif sous la direction de T. Collins, D. Andler, E. Dupoux et C. Tallon-Baudry, destiné aux étudiants de L3 et M1 en sciences cognitives).

• Dispositif pédagogique

A. Aftalion, responsable du projet vidéo maths <http://audimath.math.cnrs.fr/-videos-.html>. Dans ce cadre, installation à l’EHESS d’un “lightboard” (<http://lightboard.info/>) pour la réalisation de vidéos pédagogiques (mise en service fin 2017/début 2018).

8. Produits destinés au grand public

• Émissions radio, TV, presse écrite

- ★ ★ *Systèmes complexes : Humanités digitales*
- 1. D. Chavalarias, à propos du Politoscope : Une de la *Tête au Carré*, France Inter, 31 mars 2017; AFP et EFE (revue de presse complète sur <https://politoscope.org/press/>); “Sur Twitter, lepénistes prosélytes et hamonistes idéalistes”, Libération <http://www.liberation.fr/debats/2017/04/20/sur-twitter-lepenistes-proselytes-1564097>; article “La drôle de galaxie politique de Twitter”, Supplément Science et Médecine 18 avril 2017. Image de la Semaine.
- 2. D. Chavalarias, Interview dans *Philosophie Magazine* de septembre 2016 sur la question de la prédictibilité des systèmes sociaux
- 3. D. Chavalarias, “Vote utile ou “concours de beauté”, Le Monde, Supp. Éco et Entreprise, 28/04/2017, http://www.lemonde.fr/idees/article/2017/04/27/david-chavalarias-le-premier-tour-de-l-election-presidentielle-5118605_3232.html
- ★ ★ *Systèmes complexes : Modélisation*
- 4. M. Barthelemy, interviews sur France Culture : émission Science publique, 8/5/2015, émission La Conversation scientifique, 22/10/2016.
- 5. H. Berestycki, interview par la presse italienne, journal ‘Il Giorno, La Nazione’, 9 sept. 2015, sur la modélisation de la propagation des émeutes.
- ★ ★ *Neurosciences et Cognition*
- 6. F. Cazalis, article grand public, “Ces femmes autistes qui s’ignorent”, The Conversation, 6 juillet 2017 <https://theconversation.com/ces-femmes-autistes-qui-signorent-75998>. Article repris par Slate <http://www.slate.fr/story/148131/femmes-autistes-ignorent>, Ouest-France, Libération (http://www.liberation.fr/france/2017/07/09/ces-femmes-autistes-qui-s-ignorent_1582707), et divers sites francophones (associations et blogs) sur l’autisme, traduit pour The Conversation en anglais <https://theconversation.com/the-women-who-dont-know-theyre-autistic-80991> et en indonésien <https://theconversation.com/para-perempuan-yang-tidak-tahu-mereka-autis-83225>.
- ★ ★ *Ethnologie et Musique*
- 7. M. Chemillier, Du jazz et de l’électricité, émission de France-Musique Le matin des musiciens par Arnaud Merlin, 24 sept. 2013 <http://www.francemusique.fr/emission/le-matin-des-musiciens-du-mardi/2013-2014/du-jazz-et-de-l-electricite-avec-marc-chemillier-09-24-2013-00-00>
- 8. M. Chemillier, entretiens avec Claudie Benoit sur la radio Echos du Capricorne, 9 janvier 2013, 4 juin 2014 et 2 novembre 2016.
- ★ ★ *Pôle Télédétection et géomatique*
- 9. R. Ragala, Interview publiée en arabe dans le quotidien des Emirats Arabes Unis AL KHALEEJ du mercredi 21 janvier 2015, page 5, *L’Université Sorbonne cherche à produire des cartes prédictives et prospectives*.

• **Produits de vulgarisation : articles, interviews, éditions, vidéos, etc.**

★ ★ *Mathématiques discrètes*

1. P. Ossona de Mendez. Du théorème de Ramsey à la conjecture d’Erdős-Hajnal (I). Images des Mathématiques, Septembre 2017.
2. Interview de P. Ossona de Mendez au sujet d’Endre Szemerédi, publiée dans : P. Pajot, Le prix Abel récompense un spécialiste des mathématiques discrètes, La Recherche, pages 18-19, Juin 2012.
3. Film : P. Ossona de Mendez, “Hasard et Régularité – de Ramsey à Szemerédi ”, Rotary Club de Montereau Fault-Yonne, 2013 .

★ ★ *Systèmes complexes : Humanités digitales*

4. D. Chavalarias (2017) Science at the digital age, Fondamentales du CNRS, Lille, nov 19.

★ ★ *Mathématiques et sport*

5. A. Aftalion, vidéo “La modelisation mathématique, de la physique au sport”, <http://audimath.math.cnrs.fr/la-modelisation-mathematique-de-la-physique-au-sport.html>. L’exposé a été donné lors de la cérémonie des olympiades nationales de mathématiques en juin 2016. En complément de la vidéo, exercices pour Collèges et Lycées (2017).

★ ★ *Neurosciences et Cognition*

6. F. Cazalis, “Autisme : pour une prise en compte de la neurodiversité”, Pour la Science, Vol. 443, 2014
7. F. Cazalis, deux textes, “Que faire avec La data, or noir du 21^e siècle?” (co-auteur), et “Neurodivergence”, dans “Le manifeste du crapaud fou : Appel à l’action pour un nouveau monde”, Cédric Villani, Thanh Nghiem Eds., éditions Florent Massot, 2017.

★ ★ *Ethnologie et Musique*

8. M. Chemillier, “De la musique aux mathématiques... et réciproquement”, vidéo réalisée par le service audiovisuel de l’EHESS pour Audimath (CNRS, <http://audimath.math.cnrs.fr/>), <http://audimath.math.cnrs.fr/de-la-musique-aux-mathematiques-et-reciproquement.html> (2017)
9. M. Chemillier, Improvisation augmentée : jazz (Bernard Lubat) et musiques du monde (CK Zana-Rotsy), Culture et recherche, revue du Ministère de la culture, à paraître, 2017.
10. Oriane Grellier, L’aventure du jazz. (1) La controverse du “ vrai jazz ”. Du “ New-Orleans ” au Free Jazz (1920-1960), (2) Le désengagement du danseur. Du Free Jazz au DJ dictateur, entretien avec M. Chemillier, L’insatiable, 11 septembre 2015.
11. M. Chemillier, Le boeuf du joli-ciel logiciel, 38e Hestejada de las arts, Uzeste, 16 au 23 août 2015, p. 7. <http://www.uzeste.org/wp-content/uploads/2015/07/PROG-38e-web.pdf>
12. M. Chemillier, La simulation dans l’approche anthropologique de la divination et de la musique de cithare à Madagascar, conférence pour l’Ecole d’architecture de Nantes, Ecole d’architecture Val de Seine, 2 juin 2015.
13. M. Chemillier, Cithare marovany de Madagascar. Rythme, variation et simulation avec le logiciel ImproteK, conférence et démo en duo d’ordinateurs avec Jérôme Nika, brunch EthnomusiKa, péniche Anako, Paris, 8 février, 2015.
14. M. Chemillier, Agathe Keller, Jean Dhombres, Les mathématiques sont-elles universelles ?, table ronde dans le cycle Les mathématiques pour comprendre le monde, BPI, Centre Pompidou, 8 décembre 2014. M. Chemillier, Mathématiques dans les sociétés de tradition orale, conférence à la Bibliothèque de Pantin, 8 novembre 2014.
15. M. Chemillier, Comment faire improviser un ordinateur ?, conférence au LISAA (Institut Supérieur des Arts Appliqués), 19 novembre 2014.
16. M. Chemillier, Ateliers avec le logiciel ImproteK, projet Penser/Improviser du philosophe Bernard Stiegler, avec Bernard Lubat, Fabrice Vieira, Jérôme Nika, Mons (oct. 2014), Lille (janv. 2015), Tournai (avril et août 2015).
17. Eric Vandendriessche, De l’ethnomusicologie à l’ethnomathématique. Entretien avec M. Chemillier, ethnographiques.org, n°29, décembre 2014, dossier “ Ethnologie et mathématiques ”, <http://www.ethnographiques.org/2014/Vandendriessche,Chemillier>.
18. M. Chemillier, Mathématiques dans les formes géométriques, musicales et divinatoires des sociétés de tradition orale, 15e Salon sur les jeux mathématiques, Paris, 25 mai 2014.
19. M. Chemillier, conférence Modélisation et simulation de l’improvisation musicale, Ecole d’architecture de Nantes, Ecole d’architecture Val de Seine, 5 mai 2014.
20. M. Chemillier, Formes musicales et mathématiques naturelles : de la morphologie aux savoirs traditionnels, conférence pour l’Ecole d’architecture de Nantes, Ecole d’architecture Val de Seine, 22 mai 2013.
21. M. Chemillier, La divination sikidy, exposé à la journée de l’association SoaMad, 1er déc. 2012.

• **Produits de médiation scientifique**

★ ★ *Systèmes complexes : Humanités digitales*

1. D. Chavalarias, Tweetoscope Climatique (<http://tweetoscope.iscpif.fr>), installation pour l’exposition Le Climat à 360° à la Cité des Sciences et de l’Industrie entre octobre 2015 et mars 2016.
2. D. Chavalarias, Politoscope (<http://politoscope.org>), installation pour l’exposition TERRA DATA à la Cité des Sciences et de l’Industrie entre avril 2017 et janvier 2018.

★ ★ *Neurosciences et Cognition*

3. F. Cazalis, Rencontres de la protection de l'enfance en Seine-Saint-Denis, <https://adaptation-scolaire.wikispaces.com/>
4. F. Cazalis, Ateliers-Formations pour des professeurs de yoga "méthodologie scientifique" et "neuroplasticité et créativité" (EFY ; dir. P. Tomatis ; 2 journées, déc 2015, janv. 2016)

9. Autres produits propres à une discipline

★ ★ *Ethnologie et Musique*

Créations artistiques théorisées

- Concerts de M. Chemillier utilisant le logiciel ImproteK : à Uzeste, avec Bernard Lubat et CK Zana-Rotsy (avril 2016), CK Zana-Rotsy (août 2016), Bernard Lubat (oct. 2016) ; à l'Université de Rennes avec CK Zana-Rotsy (oct 2016) ; au Théâtre d'Ivry sur Seine avec Bernard Lubat (déc 2016) ; tournée avec Bernard Lubat à Madagascar et Mayotte (mai 2016).
- Concerts de M. Chemillier utilisant le logiciel Djazz : à Uzeste avec Bernard Lubat (fév. 2017) ; à la Luna negra de Bayonne avec CK Zana-Rotsy (mars 2017).

Films

- Réalisation de deux clips vidéos mettant en scène le logiciel Djazz, conçus par les étudiants du LISAA (L'Institut Supérieur des Arts Appliqués) sous la direction de Marc Chemillier et François Vermorel.

Addendum

Personnels ayant rejoint le CAMS au cours de la période 2012-2017 : principales publications sur cette période avant l'arrivée au CAMS.

Articles

1. A. Aftalion (avec P. Mason et J. Wei) Vortex Peak interaction and lattice shape in rotating two-component condensates, *Physical Review A* 85, 033614, 2012.
2. A. Aftalion (avec F. Nier) Adiabatic approximation for a two-level atom in a light beam. *Ann. Scien. Fac. Toulouse*, Ser.6, Vol.22, p.49-131, 2013.
3. A. Aftalion (avec P. Mason) Phase diagrams and Thomas-Fermi estimates for spin-orbit coupled Bose-Einstein Condensates under rotation, *Physical Review A* 88, 023610, 2013.
4. A. Aftalion (avec F. Bonnans) Optimization of running strategies based on anaerobic energy and variations of velocity. *SIAM J. Applied Maths*, Vol. 74-5, p.1615-1636, 2014.
5. A. Aftalion (avec J. Royo-Letelier) A minimal interface problem arising from a two component Bose Einstein condensate via Gamma-convergence. *Calc. Var. and PDE's*. Vol. 52, p.165-197, 2015.
6. A. Aftalion (avec B. Noris et C. Sourdis) Thomas-Fermi approximation for coexisting two component Bose-Einstein condensates and nonexistence of vortices for small rotation. *Com. Math. Phys.*, Vol. 336, 2, p.509-579, 2015.
7. A. Aftalion (avec C. Sourdis) Interface layer of a two component Bose Einstein condensate. *Com. Contemp. Maths* Vol. 19, No. 5, 1650052 (2017).
8. A. Aftalion (avec L-H. Despaigne, A. Frenztz, P. Gabet, A. Lajouanie, M-A. Lorthiois, L. Roquette, C. Vernet) How to identify the physiological parameters and run the optimal race. *Mathematics in Action*, Vol. 7, 2016.
9. A. Aftalion (avec P. Mason) Rabi-coupled two-component Bose-Einstein condensates : Classification of the ground states, defects, and energy estimates. *Phys. Rev. A* Vol. 94, p.023616, 2016.
10. L. Rossi (with G. Nadin, L. Ryzhik and B. Perthame) Wave-like solutions for nonlocal reaction-diffusion equations : a toy model. *Math. Model. Nat. Phenom.* 8 (2013), pp 33-41
11. L. Rossi (with G. Nadin) Propagation phenomena for time heterogeneous KPP reaction-diffusion equations. *J. Math. Pures Appl.* (9) 98 (2012), pp 633-653
12. L. Rossi (with H. Berestycki and J.-M. Roquejoffre) Fisher-kpp propagation in the presence of a line : Further effects. *Nonlinearity* 26 (2013), pp 2623-2640
13. L. Rossi (with H. Berestycki and J.-M. Roquejoffre) The influence of a line with fast diffusion on Fisher-KPP propagation. *J. Math. Biol.* 66 (2013), pp 743-766
14. L. Rossi (with L. Ryzhik) Transition waves for a class of space-time dependent monostable equations. *Commun. Math. Sci.* 12 (2014), pp 879-900
15. F. Cazalis, K. Jimura, E. Stover, R. Poldrack, "The neural basis of task switching changes with skill acquisition", *Frontiers in Human Neuroscience* 8 :339, 2014

16. S. Ploux (avec Dabic S., Paulignan Y., Cheylus A., & Nazir T. A.), 2012. Toward a Neurolexicology : A Method for Exploring the Organization of the Mental Lexicon by Analyzing Electrophysiological Signals. The Mental Lexicon.
17. A. Boussidan, A.-L. Renon, C. Franco, S. Lupone & S. Ploux, “Repérage automatique de la néologie sémantique en corpus à travers des représentations cartographiques évolutives : vers une méthode de visualisation graphique dynamique de la diachronie de la néologie”. Cahiers de lexicologie, 100 :117–136, 2012.
18. V. Deprez, S. Ploux (2012). “Tracking the rise of French Negative Quantifiers : a computational approach using ACOM”. Association of the French Language.
19. S. Ploux (avec Fargier R., Cheylus A., Reboul A., Paulignan Y., & Nazir T.), “Differentiating semantic categories during the acquisition of novel words : Correspondence analysis applied to event-related potentials”, Journal of cognitive neuroscience, MIT Press, 2014
20. S. Ploux (avec Wang, R., Zhao H., Lu B. L., & Utiyama M.), 2016. “A Bilingual Graph-Based Semantic Model for Statistical Machine Translation”. International Joint Conference on Artificial Intelligence.
21. S. Ploux, Lexical semantics and topological models, in J. Léon & S. Loiseau Eds., “History of Quantitative Linguistics in France”, RAM verlag, Lüdenscheid, 2016.
22. S. Ploux (avec Rui Wang, Hai Zhao, Bao-Liang Lu, Masao Utiyama, and Eiichiro Sumita). A novel bilingual word embedding method for lexical translation using bilingual sense clique. Preprint, [arXiv:1607.08692](https://arxiv.org/abs/1607.08692), 2016.
23. M. Barthelemy : voir <http://cams.ehess.fr/marc-barthelemy/>
24. A. Kirman (with Guerci, E. & Moulet, S.), 2014. “Learning to bid in sequential Dutch auctions”, Journal of Economic Dynamics and Control, vol. 48(C), pages 374-393.
25. A. Kirman “Is it rational to have rational expectations?”, Mind & Society : Cognitive Studies in Economics and Social Sciences, vol.13(1), pages 29-48, June. 2014
26. A. Kirman, with David Tuckett, Antoine Mandel, Diana Mangalagiu, Allen Abramson, Jochen Hinkel, Konstantinos Katsikopoulos, Thierry Malleret, Igor Mozetic, Paul Ormerod, Robert Elliot Smith, Tommaso Venturini & Angela Wilkinson “Uncertainty, Decision Science, and Policy Making : A Manifesto for a Research Agenda” Critical Review, Volume 27, Issue 2, April 2015, pages 213-242.
27. A. Kirman, with Spiros Bougheas, , 2015. “Complex Financial Networks and Systemic Risk : A Review”. in : Pasquale Commendatore, Saime Kayam And Ingrid Kubin, eds., Complexity and Geographical Economics : Topics and Tools Springer International Publishing, Switzerland, 2015.

Logiciels

1. S. Ploux. Plateforme logicielle pour l'étude de la diachronie lexicale, 2012. Dépôt à l'APP 2016.
2. S. Ploux and Blaise Batisse ad Nicolas Pelay. Logiciel de représentation du sens des syntagmes. Langages C, Java, ISC-CNRS, 2002-2006. Dépôt à l'APP 2016,
3. S. Ploux, Stéphanie Dabic, Anne Cheylus, Yves Paulignan, Tatjana Nazir, Clément Graindorge, and Sonia Dupin. Logiciel d'analyse cartographique des signaux EEG et MEG par extraction des réseaux spatiotemporels d'intérêt. 2012.
4. S. Ploux, Michael Genay, and Hyungsuk Ji. Les Atlas sémantiques : logiciel de représentation du sens lexical. Langages C, Java, ISC-CNRS, 1995-2003. Dépôt à l'APP 2016.
5. S. Ploux, Michael Genay, and Hyungsuk Ji. Logiciel de représentation des connaissances et de recherche d'information. Langages Matlab, C, Java, ISC-CNRS, 2003-2006. Dépôt à l'APP 2016.

Bases de données

1. S. Ploux. Base de données lexicales, synonymes portugais, 2008. Dépôt à l'APP 2016.
2. S. Ploux. Bases de données lexicales, synonymes et traduction, espagnol et français-espagnol, 2008. Dépôt à l'APP 2016.
3. S. Ploux. Lexical databases for word meaning evolution (French, English, Spanish), 2011. Dépôt à l'APP, 2016.
4. S. Ploux and Hyungsuk Ji. Bases de données lexicales synonymes et traduction pour le français et l'anglais, 1999. Dépôt à l'APP, 1999. Nouveau dépôt à l'APP 2016.

Annexe 4. II – ACTIVITÉS DE RECHERCHE ET INDICES DE RECONNAISSANCE

0A. Responsabilités d'administration ou de direction de la recherche

- H. Berestycki, Doyen de la recherche de PSL Université de Recherche.
- H. Berestycki, Directeur du CAMS de 2002 à 2013 ; J.-P. Nadal Directeur adjoint de 2009 à 2013, Directeur du CAMS depuis 2014.
- D. Chavalarias, Directeur de l'ISC-PIF, UPS du CNRS
- D. Chavalarias, Coordonateur du Domaine d'Intérêt Majeur *Problématiques Transversales aux Systèmes Complexes* (1M€/an : appels à projets Doc, Post-Doc, équipement et animation scientifique, développement d'un réseau régional, actions scientifiques régionales et nationales)
- A. Kirman, Co-Directeur du Labex OTMed.
- J.-P. Nadal, membre de la CUTICE, commission des usagers de l'informatique à l'EHESS.
- J.-P. Nadal, responsable d'une équipe du Laboratoire de Physique Statistique de l'ENS (LPS, UMR 8550).
- J.-P. Nadal, A. Vignes, membres du comité de pilotage de l'ISC-PIF.
- L. Boi, 2010-2013, Directeur du CISISM (International Center of Intercultural Studies in Semiotic and Morphology), University of Urbino.
- L. Boi, depuis 2005, Head of the European Research Team "More geometrico"- The Role of Geometrical Methods in the Natural and Life Sciences (SISSA Trieste, Obs. Paris-Meudon, Univ. Paris Descartes, EHESS, Univ. Milan & Genes).
- L. Boi, 2009-2013, Scientific Board of the ICIS - International Consortium for Interdisciplinary Science, University of Palermo.

0B. Responsabilités dans la formation pour et par la recherche

- A. Vignes, directrice adjointe Pôle de Formation à l'Action Publique, Ecole des Ponts ParisTech
- R. Ragala, Chef du département Geography and Planning à Paris Sorbonne University Abu Dhabi (PSUAD), de septembre 2013 à août 2016.
- JP Nadal : Conseil de l'Ecole Doctorale de l'EHESS ; Conseil de l'Ecole Doctorale Cerveau Cognition Comportement (ED3C, année 2017) ; Comité de direction du Cogmaster et organisation d'un cours.
- Le CAMS contribue à l'organisation ou co-organisation de **15 séminaires de l'EHESS** (séminaires de direction et de maîtrise d'études et séminaires de Centres de l'EHESS) : La question de la modélisation en sciences humaines : mathématiques et informatique (Berestycki, Nadal) ; Systèmes complexes en sciences sociales (Nadal, Berestycki) ; Le temps des populations humaines (Bonneuil) ; Pratiques, artefacts et mathématiques. Ethnomathématique, anthropologie, histoire (Chemillier, avec G. C. Cifoletti, S. Desrosiers et E. Vandendriessche) ; Modélisation des savoirs musicaux relevant de l'oralité (Chemillier) ; Neuromathématiques (Sarti, Petitot, Nadal, co-org. avec l'Inria, Ens, EITN) ; Cognition sociale et évolution culturelle : quels modèles, quelles données (Chavalarias) ; Marché/Marchés. Approches interdisciplinaires des économies (Kirman, co-org avec V. Siniscalchi & M. Teschl, Greqam) ; Morphodynamiques : esthétique, sciences de la nature et sciences sociales (Sarti) ; Le bonheur et le bien-être : des objets pour les sciences sociales (F. Cazalis, co-org. avec P. Haag & M. Teschl) ; Education, Innovation et Société (Cazalis, coorg. Compas & LabSchool Network) ; Pensée diagrammatique et philosophie de l'espace ou de l'ars inveniendi des formes (Boi) ; Forme et fonction du vivant : morphogenèse, épigénétique et évolution (Boi) ; Mésologiques, V. La genèse des milieux humains : anthropisation, humanisation, hominisation (Boi) ; Les SIG, un outil pour l'interdisciplinarité (Mermet avec C. Brando et S. Robert, CRH).

1. Activités éditoriales

Participation à des comités éditoriaux (revues, collections)

- (Bonneuil) Editor-in-chief, *Mathematical Population Studies*, Taylor and Francis Science Publisher (classé SSCI, A, par l'AERES)
- (Ossona de Mendez, Rosenstiehl) Editors-in-chief, *European Journal of Combinatorics*, Elsevier
- (Berestycki) Editorial boards : *Journal of the European Mathematical Society* (≤ 2015) ; *Annales de l'Institut Henri Poincaré, Analyse non linéaire* ; *Annali di Matematica Pura ed Applicata* ; *Networks and Heterogeneous Media* ; *Journal of Differential Equations*.
- (Kirman) Editorial Board of *Advances in Complex Systems*, (1998 -), Associate Editor, *Journal of Economic Dynamics and Control* (1999-), Honorary Editor, *Journal of Economic Behavior and Organization* (2010-), Advisory Editor *Journal of Economic Interaction and Coordination* (2011-), Editorial Advisory Board *Evolutionary and Institutional Economics Review*.
- (Vignes) Comité éditorial du *Journal of Economic Interaction and Coordination* (JEIC)

- (Chemillier) Journal of Mathematics and Music (www.informaworld.com/jmm), Musimédiante, revue audiovisuelle et multimédia d'analyse musicale (www.musimediane.com) ; L'Homme (2009-2015).
- (Chemillier) Comité de lecture de la collection de livres "Hommes et Musiques" (Société d'Ethnologie).
- (Ploux, Sarti) Comité éditorial de la revue Intellectica
- (Boi) *Riflessi*, Documenti di lavoro del CISISM, Nuova serie, Aracne editrice, Rome (Italie) depuis 2011 ; *Scripta Philosophiæ Naturalis*, Paris, depuis 2011 ; *Metodo*, International Studies in Phenomenology and Philosophy, Padova (Italie) ; *Limites*, revue de philosophie, Université de Tarapaca, Arica (Chili).
- (Ragala) Comité de rédaction de l'European Journal of Applied Remote Sensing ; Comité scientifique international de la revue en ligne GéoDev.ma
- (Mermet) Comité de rédaction de Archéologies numériques – Digital Archaeology Journal, ISTE OpenScience.

Direction de collections et de séries

- (Ossona de Mendez) Series Editor, Book Series Discrete Mathematics and Its Applications, CRC Press.
- (Sarti) Series Editor, Lecture Notes in Morphogenesis, Springer Nature
- (Boi) Direction de Collection, *Philosophia Naturalis* et *Geometricalis*, Peter Lang, depuis 2002

2. Activités d'évaluation

Responsabilités au sein d'instances d'évaluation

- (Nadal) CNRS, commission interdisciplinaire CID53 (membre nommé par l'INP, un mandat)
- (Nadal) expertises de dossiers pour les Junior Research Chairs du LabEx ENS-ICFP et les postdocs financés par l'Institut Philippe Meyer (IPM)
- (Kirman) Directoire de la recherche Aix Marseille Université 2013- ; Comité scientifique de l'Alliance ATHENA (SHS).
- Les membres HDR du CAMS participent régulièrement à des jurys de thèse et de HDR, souvent dans un cadre pluridisciplinaire.

Évaluation d'articles et d'ouvrages scientifiques

- (Berestycki, Rossi) *Annales de l'Institut Henri Poincaré (C) Analyse Non Linéaire*, *Calculus of Variations and Partial Differential Equations*, *Communications in Partial Differential Equations*, *Journal of Differential Equations*, *Journal of the European Mathematical Society*, *Journal of the London Mathematical Society*, *Memoirs of the American Mathematical Society*, *Nonlinear Analysis*, *Nonlinearity*, *Transactions of the American Mathematical Society*.
- (Ossona de Mendez) *Journal of the European Mathematical Society*, *Forum of Mathematics Sigma*, *Random Structures and Algorithms*, *Journal of the ACM*, *Journal of Combinatorial Theory Series A*, *Journal of Combinatorial Theory Series B*, *SIAM Journal on Discrete Mathematics*, *Electronic Journal of Combinatorics*, *Order*, *Abhandlungen aus dem Mathematischen Seminar der Universität Hamburg*
- (Roth) *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence*, *Field Methods*, *Knowledge-Based Systems*, *Social Networks*, *Physical Review E*, *PLoS One*
- (Sarti) *Frontiers in Neuroscience*, *Journal of Mathematical Imaging and Vision*
- (Nadal, Sarti) *Journal of Computational Neuroscience*, *Neural Computation*
- (Nadal) *PLOS Computational Biology*, *Brain Research*, *EPJB*, *Physica A*, *European Journal of Applied Mathematics (EJAM)*
- (Barthelemy, Kirman, Nadal) *PNAS*, *PLOS One*, *Journal of Statistical Physics*
- (Ploux) *Behavior Research Methods*, *Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, *Traitement Automatique du Langage (TAL)*
- (Kirman) *Econometrica*, *American Economic Review*, *Journal of Economic Behavior and Organisation*, *Journal of Economic Interaction and Coordination*, *Quarterly Journal of Economics*
- (Vignes) *Revue d'Economie Industrielle*, *Journal of Economic Interaction and Coordination*, *Mind and Society*, *Physica A*, *Advances in Complex Systems*
- (Chemillier) *Journal of Mathematics and Music*, *Musimédiante*, *L'Homme*, *Computer Music Journal*, *Intermédiaalités*.
- (Boi) *Axiomathes* (Springer)
- (Ragala) *Géographie et Cultures (ENeC, UMR 8185)*
- (Mermet) *Histoire et mesures ; Transaction in GIS*.

Évaluation de laboratoires (type Hceres)

- (Kirman) Comités d'évaluation de : Toulouse School of Economics, UMR BETA Strasbourg, Paris Jourdan Sciences Economiques.
- (Kirman) Comité Scientifique de la Scuola Superiore Sant Anna de Pise, Italie.

Évaluation de projets de recherche

- (Ossona de Mendez) ERC Consolidator Grant, 2013, Czech Science Foundation, 2014, Israel Science Foundation, 2016, ANR 2017
- (Bonneuil) expert pour l'évaluation de H2020-SC6-CO-CREATION-08-2017, Commission européenne, 03/2017
- (Chavalarias) expert pour la Commission Européenne, programme Future Emerging Technologies.
- (Nadal) Comité de sélection des projets soumis au programme international "Collaborative Research in Computational Neuroscience" (CRCNS) piloté par la NSF, USA (collaboration NSF, NIH, ANR, BMBF, BSF) (toutes les années sauf une depuis le début de ce programme en 2012)
- (Nadal) expertises pour l'ANR, l'INRIA, le Fond National Suisse (FNS), pour des COMUES/Idex (IDEX Université de Grenoble Alpes, PSL...); expertises de demandes de bourses CIFRE.
- (Ploux) expertises pour l'ANR.
- (Boi) expertises en 2012 et 2013 pour l'ANR.
- (Boi) Evalueur de projets de recherche pour l'Université Campus Bio-Medico Rome (2015).
- (Boi) Examineur (mathématiques) aux concours d'entrée dans les écoles polytechniques (2016 et 2017)
- (Vignes) Expertise pour des COMUES/ IDEX (PSL, Université de Nantes...)
- (Berestycki, Chemillier, Nadal) Evaluation de dossiers de candidature aux postes de Maître de conférence ou de Directeur d'études à l'EHESS, ainsi qu'à des postdoctorats de l'EHESS.

3. Activités d'expertise scientifique

Participation à des instances d'expertises (type Anses) ou de normalisation

- (Kirman) Responsable de la partie « complexité » du programme "New Approaches to Economic Challenges" de l'OCDE.
- (Cazalis) mission (2017-2018) concernant l'autisme et le handicap, Service de stratégie de la recherche et de l'innovation (SSRI A5 : sciences de l'homme et de la société, resp. Jacques Dubucs), Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

4. Organisation de colloques / congrès

- (Berestycki) « Mathematic and social sciences », workshop co-financé par l'ERC ReaDi, Imperial College in London, 16-17/11/2015.
- (Sarti) International Summer School on "Neurogeometry", Cortona, 1-15 Juillet 2017
- (Sarti) International Conference on "Geometrical models in Vision", Institut Henry Poincaré, 22-24 Oct. 2014
- (Kirman) Membre du comité scientifique European Network for the Philosophy of the Social Sciences (EN-POSS), Krakowie 2017
- (Kirman) Organisateur avec D Sloan-Wilson du Forum Strungmann on Evolution and Complexity. Frankfurt Fevrier 2016.
- (Roth) tutorial co-chair of SocInfo 2012 Intl Conference on Social Informatics
- (Roth) «Algotopol : Atelier final de clôture», atelier public de clôture du projet le 10 avril 2016 à l'EHESS.
- (Vignes) et Mandel : 6ème Journées MAGECO (Modèles à base d'AGents en ECONomie computationnelle), EHESS, novembre 2015.
- (Chavalarias) Atelier interdisciplinaire CNRS "13 novembre", organisé à l'ISC-PIF suite à l'appel du Président du CNRS.
- (Nadal) Complexity in social systems : from data to models, Cergy-Pontoise University, 27-28 June 2013, organisation CAMS-U Cergy Pontoise
- (Nadal) De la diversité des humanités numériques : une exploration des pratiques, EHESS, Paris, 25 mars 2013. co-org. F. Chateauraynaud & P. Fridenson (EHESS)
- (Boi) Colloque sur Interactions organismes-milieus, avec A. Berque, Ehess et Museum d'Histoire Naturelle, mars 2014.
- (Boi) Colloque sur La complexité et les interactions entre sciences de la nature et sciences de l'homme, Université de Macerata, avec Marco Buzzoni, mai 2015.
- (Boi) Workshop sur Le rôle des diagrammes en science et en art, avec Carlos Lobo e Franck Jedrzejewski, Ehess, janvier 2017
- (Ragala) The Oasis : Eco-systems and their Value Heritage and Tourism », International and multidisciplinary Symposium, Paris Sorbonne University of Abu Dhabi, Abu Dhabi tourism and Culture Authority, Laval University, December 17-18, 2014
- (Mermet) Journées d'étude sur la 3D appliquée aux sciences historiques, États des lieux, pratiques et outils pour l'acquisition, la modélisation et la présentation de modèles tridimensionnels, 24 et 25 avril 2017, Institut des Systèmes Complexes, Paris.

(Chemillier) (avec Gérard Assayag et Jean-Baptiste Barrière) workshop ImproTech Paris-New York 2012, Improvisation & Technology, New York University (May 2012)
(Chemillier) (avec Bernard Lortat-Jacob) Colloque Technologies, son, sociétés (clôture du projet IMPROTECH, ANR-09-SSOC-068), Île Tatihou (juin 2013)
(Chemillier) (avec Julien Mallet) Journée d'études Jazz et improvisation(s) à Madagascar à l'Institut de Civilisation, Musée d'Art et d'Archéologie, Isoraka à Madagascar (mai 2016).
(Chemillier) Comité d'organisation des journées d'études « Musiques électroniques et sciences sociales », EHESS (juin 2015), du colloque Folk Music Analysis, Université Pierre et Marie Curie (juin 2015).
Journées d'étude dans le cadre du 40e anniversaire de l'EHESS, Paris, 25 et 26 juin 2015 : (B. Bacot) « Musiques électroniques et sciences sociales : technologies, pratiques, discours » ; (JP Nadal) Journée sur l'analyse de réseaux en SHS.

5. Etudiants, post-doctorants et chercheurs accueillis

Post-doctorants et chercheurs accueillis :

12 postdoctorants et 13 visiteurs auront été accueillis au CAMS sur la période d'évaluation, certains visiteurs pour plusieurs visites (une par an pour deux d'entre eux) – total de 23 visites. Voir le fichier xlsx.

Doctorants et stagiaires :

17 doctorants et 31 stagiaires auront été accueillis sur la période 2012-2017.

6. Interactions avec les acteurs socio-économiques

Contrats de R&D avec des industriels

- (Delanoë, Chavalarias) Contrat ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie)
- (Delanoë, Chavalarias) Contrat AXA research Fund

Thèse en entreprise

- R. Perchet, Thèse effectuée en entreprise (doctorant salarié), école doctorale de l'EHESS, directeur de thèse : Daniel Gabay (soutenance décembre 2015).

Créations d'entreprises, de start-up

- (Chemillier) Création de l'association "Improvisation musicale et technologie" titulaire d'une licence de spectacle (arrêté du 5 octobre 2016), destinée à produire des spectacles musicaux utilisant le logiciel Djazz mis au point au CAMS (Chemillier). Statuts de l'association publiés au Journal Officiel le 5 décembre 2015.
- (Ploux) Création d'une start-up pour le développement et le financement des Atlas sémantiques, Mars 2017. Le CNRS a établi une licence pour l'utilisation de bases lexicales issues des Atlas sémantiques (S. ploux) par la société PROCONSULTANT INFORMATIQUE (6 Keuros) et avec le porteur de projet de création d'entreprise M. Joseph Sobel Ndiaye.
- (Cazalis) Projet "Collective Science", présenté au salon des Innovatives SHS (Marseille, 17-18 mai 2017). Prématuration par la SATT Lutec.

7. Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives

Contrats européens (ERC, H2020, etc.) et internationaux (NSF, JSPS, NIH, Banque mondiale, FAO, etc.)

- (Berestycki) ERC advanced grant ReaDi (1 542 000 euros, 01/02/2013-31/01/2018)
- (Sarti) Marie Curie Initial Training Network "MAnET : Metric Analysis for Emergent Technologies" (500 000 euros, 3 ans)
- (Nadal) CAPES-COFECUB 2012
- (Kirman) Partenaire du projet BEAM, Behavioral and Experimental Analyses in Macro-finance Projet conjoint Japon-Europe.
- (Kirman) Membre du COST Action IS1104 (2012-2016) The EU in the new complex geography of economic systems : models, tools and policy.
- (Roth) QLeCtives (Quality Collectives), EU IP FET-ICT 2009-13, coordonné par l'U. Surrey (N. Gilbert), autres partenaires : ETH-Zurich, U. Fribourg, U. Delft, U. Szeged, IRT.

Contrats nationaux (ANR, PHRC, FUI, INCA, etc.)

- (Berestycki) ANR Prefereed (dernière année en 2012) ; ANR NonLocal (en cours).

- (Chavalarias) Forcast IDEFI project (FORmation par la Cartographie de Controverses à l'Analyse des Sciences et des Techniques), lab coordinator for partner CAMS/ISC-PIF. Leader : Sciences-Po
- (Chavalarias) Algodiv (Recommandation algorithmique et diversité informationnelle), ANR 2016-19, coordonné par le Centre Marc Bloch Berlin (C. Roth), autres partenaires : LIP6, Orange Labs
- (Chemillier) 2009-2013 : Coordination du programme IMPROTECH Technologies et musiques improvisées associant le CAMS, l'IRCAM, le LAHIC, le CREM et l'ENS-lsh, dans le cadre de l'appel thématique Sciences, technologies et savoirs en sociétés de l'ANR (ANR-09-SSOC-068).
- (Chemillier) 2014-2015 : Projet sur le développement d'un logiciel d'improvisation financé par le Fonds de la recherche de l'EHESS.
- (Chemillier) 2015-2018 : Participation au programme DYCI2 Dynamique de l'interaction et de la création improvisées de l'ANR coordonné par l'IRCAM (projet ANR-14-CE24-0002-01).
- (Chemillier) 2017-2018 : Projet sur l'improvisation avec ordinateur financé par le Fonds de la recherche de l'EHESS.
- (Mermet) Co-direction du projet PSL Bertin, « Mise en valeur et partage numérique du fonds cartographique du laboratoire de graphique de Jacques Bertin », 2016-2017, 10 partenaires, dont EHESS, CNRS, Archives Nationales, BNF, budget 50k€.
- (Mermet) Co-direction du projet PSL Oronce Fine, « Semantic-enabled platform for the publication, integration and exploration of geo-historical resources », 2017-2019, 33 membres, dont EHESS, EPHE, ENS, CNRS, FMSH, budget 120k€.
- (Nadal) ANR DyXi, dernière année en 2012.
- (Nadal) CNRS, PEPS Humain 2013 et PEPS Momis 2015 ; membre d'un PEPS Maths & SHS 2017 (projet Traumabase, J. Josse, Ecole Polytechnique).
- (Nadal, Vignes) JobAgile, projet sur l'analyse du marché du travail financé par BPI-France (programme Grands Défis du Numérique), porteur startup Qapa (resp. S. Delestre), partenaires CNRS, INRIA, startup Dataiku, 2017-2020.
- (Ragala) Membre du programme Medee (Mer, désert, environnement : Arabie saoudite, Oman, UAE, Ouzbékistan), Commission des fouilles du MAE (2015-2018), partenaires : Louvre, mission archéologique de Boukhara, Psuad, missions archéologiques françaises.
- (Ragala) Membre du programme Idex Sorbonne Universités, 2016-2018 « LittOman : Evolution holocène des paysages et de l'anthropisation du littoral omanais entre Sur et Quriyat », partenaires : PSUAD, UMR 8185, 7194 et 8557.
- (Roth, 2012, puis Chavalarias, 2013-15) ARESOS (Analyse de Réseaux Socio-Sémantiques) : projet de la MI du CNRS (appel Mastodons), coordonné par le LIP6, Patrick Gallinari, partenaires : CSI, ISC-PIF, IRIT, IRISA, LATTICE, LIG, Centre Marc Bloch.
- (Roth) Algopol (Politique des Algorithmes), ANR 2012-15, coordonné par le CAMS, autres partenaires : LIP6, LIAFA, Orange Labs.
- (Vignes) ANR, projet HBDEX, porteur PC Hautcoeur, EHESS, partenaires CNRS, INRIA, 2017-2020.

Contrats avec les collectivités territoriales

- (Chemillier) Responsabilité scientifique en 2015-2017 du projet "Jazz augmenté" de la Compagnie Lubat financé par la Région Nouvelle Aquitaine.
- (Chavalarias) Mise en place d'un partenariat tri-partite CNRS/Région Ile-de-France/Ville de Paris pour la relocalisation du GIS Institut des Systèmes Complexes de Paris Ile-de-France et sa transformation en Unité CNRS. Convention négociée sur 12 ans avec la Ville de Paris.

8. Indices de reconnaissance

Prix

- 2014, Outstanding Monographs of Charles University (classement 2/70) de l'ouvrage Sparsity de J. Nešetřil et P. Ossona de Mendez, prix de 210 360 CZK ~ 7650 €.
- 2014, D. Chavalarias, *Service Award* de la Complex Systems Society (Luca, It). Ce prix distingue l'apport d'une contribution majeure au développement de la science des systèmes complexes sur le plan international.
- M. Barthelemy, Prix "Paris 2030".

Distinctions

- P. Ossona de Mendez, *Professore Hospitem* de l'Université Charles, Prague, 2015.
- A. Kirman, élu membre de l'Accademia dei Lincei (la plus ancienne académie scientifique du monde), Rome, 2016.
- Nomination du livre Sparsity (J. Nešetřil and P. Ossona de Mendez) en tant que "Notable Computing Books and Articles of 2012" (ACM Computing Reviews), catégorie Mathematics of Computing.

Responsabilités dans des sociétés savantes

(Ragala) Conseil d'administration de la Société de Géographie, 2000-2015 ; Membre d'honneur de la Société de Géographie et de l'Académie de la Marine de Lisbonne.

(Kirman) Conseil d'administration de la Société de Philosophie des Sciences (SPS).

Visites/séjours à l'étranger (hors conférences et colloques)

(Berestycki) 23 séjours à l'étranger (Europe, Israël, Etats-Unis, Canada, Japon, Chine).

(Nadal) Buenos Aires & Centro Atomico de Bariloche, Argentina, 2012 ; HKUST, Hong-Kong 2014.

(Ploux) Université de Jiao Tong, Shanghai (Chine) dans le cadre du programme "High-end Foreign Experts of the State Administration of Foreign Experts Affairs", 1 séjour par an pendant 3 ans, avril-mai 2015-2017

(Kirman) Franco-Argentinian visiting professor University of Buenos Aires April 18th -30th. Course on Complexity and Economics and public lecture on financial networks ; Research Visitor Santa Fe Institute Behavioral Economics Group, July 31st-August 13th 2016

(Roth) Invited Research, U. Los Andes, Projet ECOS, Bogota, Colombia, Apr 1-15, 2012

(Petitot) Année sabbatique 2013-2014 à l'Université de Stanford sur un projet de philosophie des sciences avec Tom Ryckman et Michael Friedman.

(Vignes) Université de Pavie, dépt. de sciences économiques, décembre 2016 ; Univ. Catholique de Lille, dépt. de sciences économiques, mars 2016 ; Univ. Cadi Ayyad, Marrakech, dépt. de sciences économiques, mai 2016.

(Boi) Senior Fellow, ISA-Institute for Advanced Studies and Department of Mathematics, University of Bologna (3 months, 2014) ; Senior Fellowship of the University of Macerata, Department of the Humanities (3 months, 2015) ; Senior Research Fellowship of the CIRM-International Center for Research in Mathematics, Trento (1 month, 2015) ; Visiting Professor Fellowship, University of Roma "La Sapienza", Department of the Humanities (1 month, 2017) ; Visiting professor & Visiting scholar : 9 séjours de 2012 à 2016 (Univ of Messina, Univ of Trento & Bruno Kessler Foundation, Univ. of Cagliari, Univ. of Bologna, Univ. of Lisboa, Univ. of Macerata, Planck Institute for the History of Science, Berlin).

Sélection de conférences invitées (conférences et écoles internationales ou colloques importants)

• *Analyse et équations aux dérivées partielles*

(Berestycki) Sélection de 10 sur 38 invitations :

Congrès « biological invasions and evolutionary biology stochastic and deterministic models » Lyon, France, du 11/03/2013 au 13/03/2013

colloque sur les problèmes de frontières libres à l'Institut Isaac Newton, Cambridge, Royaume Uni, du 22/05/2014 au 24/05/2014.

Cours à l'école d'été CIME "Partial Differential Equations and Geometric Measure Theory", Cetraro, Italie, 02/06/2014 au 06/06/2014

"Distinguished lectures of the Mathematical Institute of Tel-Aviv", Tel-Aviv, Israël, du 30/11/2014 au 14/12/2014

Int. Conf. on Mathematical modeling and Applications (ICMMA 2014), Tokyo, Japon, 08-17/01/2015

"Nonlinear elliptic PDEs at the End of the World Congress", Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile, March 2-6, 2015.

Colloque "Networks & criminality workshop". Oxford, Royaume Uni, du 19/04/2015 au 22/04/2015

Cours, école d'été "International Workshop on Elliptic and Kinetic PDE's". Rio de Janeiro, Brésil, du 05/07/2015 au 18/07/2015

Conférencier plénier à VIASM Annual Meeting 2015, Hanoi, Vietnam, du 18/08/2015 au 28/08/2015

rencontre célébrant la médaille Boltzmann de Yves Pomeau, ESPCI, Paris, octobre 2016.

(Rossi) Sélection de 2 sur 7 invitations :

Asymptotic Problems for Partial Differential Equations and Viscosity Solutions, Kyoto Univ., Japon, Dec. 2015

Mostly Maximum Principle, Banff, Canada, Apr. 2017.

• *Mathématiques discrètes*

(Ossona de Mendez) Erdős Centennial, Budapest, Hongrie, 2013

(Ossona de Mendez) Japan Conference on Graph Theory and Combinatorics, Nihon Univ., Tokyo, Japon, 2013

(Ossona de Mendez) Seventh Czech-Slovak International Symposium on Graph Theory, Combinatorics, Algorithms and Applications, Košice, Slovaquie, 2013.

• *Systèmes complexes : Modélisation*

Sélection de conférences invitées.

(Barthelemy) Colloquium at the Rudolf Peierls Centre for Theoretical Physics, Oxford (UK), 20 February 2015.

(Barthelemy) 20th Itzykson conference : Random surfaces and random geometries. Saclay 10-12 June 2015.

(Barthelemy) Keynote speaker, Workshop "Mathematics and Physics of Multilayer Complex networks" MPIKS, Dresden (Germany), 6-8 July 2015.

(Barthelemy) Keynote speaker, 4th symposium arranged by European Association for Research in Transportation (hEART). Technical University of Denmark, Copenhagen, September 9-11, 2015 ; (Barthelemy) Keynote speaker, Collective behaviour in the big data era, Toulouse School of Economics (France), 14-15 April 2016.
 (Barthelemy) Collective Behaviour Workshop at the University of Uppsala (Sweden) on the 8-10/6/2016.
 (Barthelemy) Keynote speaker, Cities as complex systems : Scaling, economy, and climate change. Hanover, 12-15 July 2016.
 (Barthelemy) Keynote speaker, 1st symposium on spatial networks, Oxford (UK), 7-8 September 2016.
 (Kirman) Workshop on The Economic Map of Europe : Chaotic Pluralism, Variable Geometry or Functional Networks? Oxford University November 2016
 (Kirman) New School for Social Research, New York, December 2016
 (Kirman) Conference Théorie, mesure et expertise. Edmond Malinvaud et les reconfigurations de la théorie économique, 1950-2000. Paris December 2016
 (Kirman) Bocconi University Milan, April 2017 “The Economic Crisis is a Crisis for Economic Theory”
 (Nadal) “Dynamical Systems, Differential Equations and Applications”, AIMS, 2012, Orlando, USA
 (Nadal) Econophys-Kolkata VII Conference, India, 2012
 (Nadal) “Statistical Physics Methods in Social and Economic Systems”, IHP, Paris, January 2015
 (Nadal) “Escuela de Primavera Modelos de Crisis”, Universidad Adolfo Ibanez, Chili, 2015
 (Nadal) 9th Dynamical Days Asia Pacific (DDAP), Hong-Kong, 2016
 (Roth) International Workshop on Agent-Based Models and Complex Techno-Social Systems”, ETH-Zürich, Suisse, 2012.

- *Neurosciences et sciences cognitives*

(Cazalis) Table ronde “Abandoning the usual disciplinary structures in science”, ESOF, Manchester, 26 juillet 2016.
 (Cazalis) Atelier-conférence “l’autisme au féminin”, colloque interdisciplinaire “La vie et ses formes pour les personnes souffrant d’un trouble mental chronique dans et après la psychiatrie”, Bruxelles, 8-10 sep 2016.
 (Nadal) Inaugural workshop of the European Institute for Theoretical Neuroscience (EITN, Human Brain Project), Paris, 2014
 (Sarti) “Morphogenesis and Individuation”, Urbino, 9-10 Juillet 2012
 (Sarti) “Confronting mean-field theories to measurements : a perspective from neuroscience”, European Institute of Theoretical Neuroscience, Paris, 14-15 janvier 2015
 (Sarti) “Brain-Inspired Computing”, Cetraro, 6-10 juillet 2015
 (Sarti) “First International Conference in Mathematical Neuroscience”, Nice, 8-10 juin 2015
 (Sarti) “Reconsidering Nature”, Florence, 1-3 décembre 2016
 (Sarti) “Morphodynamics and plasticity”, Venice, 6-7 avril 2017

- *Théorisation géométrique en sciences physique et du vivant*

(Boi) Sélection de 4 sur 11 invitations (dont 9 à l’étranger)
 “Sur les propriétés géométriques et topologiques des variétés à 3 et à 4 dimensions et leurs profondes conséquences philosophiques sur la conception phénoménologiques de l’espace”, research seminar in the Philosophy of Mathematics, ENS, Paris, 18 nov. 2016
 “Geometrization, classification, and topology of 3- manifolds”, Algebra and Geometry Seminar, Department of Mathematics, University of Bologna, 25/06/2016
 Keynote speaker, “Imagination and visualization of geometrical forms in space : Reflections on some philosophical, perceptual and pictorial features of mathematics”, International symposia Philosophy of Science in the 21st Century — Challenges and Tasks, Centre for Philosophy of Science of the University of Lisbon, (CFCUL), Faculty of Science, Lisbon, 05/12/2013
 Three Invited Lectures on Space, the physical world and perception : mathematical issues and philosophical perspectives, Colloquium Espacio y pensamiento, UNAM, Mexico City, nov. 2013

- *Pôle Télédétection et géomatique*

(Ragala) Université d’Oran 2, Algérie, déc. 2016 ; Université Ibn Zohr, Agadir, Maroc, 2015
 (Ragala) Paris Sorbonne University Abu Dhabi, Émirats Arabes Unis, 2012.